



Serie Proyectos de Investigación e Innovación

Superintendencia de Seguridad Social
Santiago - Chile

INFORME FINAL

**Método normalizado para la medición de espectros de ruidos compuestos,
para la selección de protectores auditivos.**

Marcelo Molina Ibaceta
2012





SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL

SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: investigaciones@suseso.cl.

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: www.suseso.cl.

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: investigaciones@suseso.cl.

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: www.suseso.cl.

Superintendencia de Seguridad Social
Huérfanos 1376
Santiago, Chile.



INFORME FINAL

MÉTODO NORMALIZADO PARA LA MEDICIÓN DE ESPECTROS DE RUIDOS COMPUESTOS, PARA LA SELECCIÓN DE PROTECTORES AUDITIVOS

RESUMEN

El propósito de este trabajo, realizado entre Mutual de Seguridad y el Instituto de Salud Pública de Chile, consistió en determinar un método simple de medición de niveles de presión sonora que entregue resultados representativos de la exposición ocupacional que tiene un trabajador, como también la información necesaria para una adecuada selección de protectores auditivos y la estimación del nivel efectivo que recibe un trabajador por efecto del uso de un protector dado. Para estos efectos se deben considerar mediciones en banda ancha dBA y dBC y el respectivo detalle por bandas de frecuencia, que consideren la sumatoria de las fuentes sonoras que tienen ingerencia en la exposición ocupacional de un puesto de trabajo en particular.

Para tal efecto, se llevaron a la práctica algunas metodologías de medición recomendadas por la International Organization for Standardization, ISO, American National Standards Institute, ANSI, Instituto de Salud Pública de Chile, Norma española y Protocolo de medición de corta duración de Mutual de Seguridad, que si bien están orientadas a la medición en banda ancha, de todos modos establecen diversos parámetros de referencia y estrategias de medición aplicables a este trabajo.

Como conclusión del estudio, se obtuvo que con el nivel actual de desarrollo de la tecnología y debido a la complejidad de la obtención de exposición sonora por banda de frecuencia, no es posible elaborar una metodología simple que permita obtener un espectro de ruido por bandas de octava, representativo de una jornada laboral similar a la obtención de un NPSeq en banda ancha.

Un hallazgo producto del desarrollo del trabajo, fue encontrar que todas las metodologías de medición aplicadas entregaban resultados similares para las mediciones en banda ancha, especialmente para exposiciones a ruido estable y fluctuante, con algunas diferencias mayores, pero aún dentro de lo considerado no significativo, de acuerdo al Test de Friedman, para el caso de ruidos aleatorios.

PALABRAS CLAVES

Método de medición de ruido ocupacional
Medición de espectros de ruido
Exposición ocupacional a ruido
Bandas de octava
Ruido ocupacional
Selección de protección auditiva

1 INTRODUCCIÓN

Con objeto de encontrar una metodología de medición de la exposición sonora desglosada por bandas de octava y favorecer una correcta selección de los protectores auditivos adecuados al espectro de ruido al que se expone un trabajador, se propuso efectuar este estudio.

Para estos efectos se llevaron a la práctica protocolos internacionales de medición de ruido los que se compararon entre sí para posteriormente establecer el alcance de los mismos y su eficacia en la obtención de un espectro de ruido representativo de la exposición ocupacional de un puesto de trabajo dado.

2 ANTECEDENTES

La normativa nacional establece un método para el cálculo de la reducción de ruido y el nivel que percibe el trabajador al usar protección auditiva, cuyos datos de entrada son la atenuación del protector, entregada por el fabricante y el espectro sonoro al que se expone un trabajador.

Como consecuencia de lo anterior, el primer eslabón en el proceso de selección de elementos de protección auditiva es la correcta medición del espectro de ruido al que se expone el trabajador durante su jornada diaria.

Una certera medición, permite una correcta selección, lo que finalmente resulta en la optimización del nivel de protección auditiva del trabajador, de modo que quede eficientemente protegido, es decir, con baja posibilidad de tener daño auditivo por exposición a ruido y sin producirle un aislamiento del entorno inmediato que conlleva a la exposición a otros riesgos.

No obstante, la metodología debe cumplir con un requisito relevante: debe considerar un corto tiempo de medición, de modo que permita efectuar varias mediciones en una misma visita de inspección, que generalmente no excederá las dos o tres horas efectivas.

Considérese razonable una medición que no exceda la media hora para obtener las muestras necesarias para componer la dosis de ruido diaria de trabajo, desglosada por bandas de octava.

La metodología escogida a partir de este estudio, constituirá además, un pilar fundamental para la aplicación de la "Guía de Selección y Control, de los Elementos de Protección Auditiva", del Instituto de Salud Pública, en el sentido que permitirá entregar información objetiva relevante para la selección y gestión de los elementos de protección auditiva personal.

De este modo, contando con la información de la exposición sonora desglosada en su espectro de frecuencias, específicamente en bandas de octava, se dispondrá entonces del "input" requerido por el método cálculo de reducción de ruido que establece la norma chilena NCh 1331/6 de Protectores Auditivos.

2.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Existe una metodología simple de medición de la exposición a ruido ocupacional detallado por bandas de octava similar o igual al descrito por metodologías internacionales o protocolos nacionales, usados para obtener la exposición ocupacional o nivel de ruido equivalente en banda ancha (dBA).

2.2 OBJETIVO GENERAL

Determinar un método de medición de niveles de presión sonora que entregue resultados representativos de la exposición ocupacional que tiene un trabajador y que además permita describir la composición espectral de ruido a que se somete.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilación de información de metodología de medición de ruido y/o espectros sonoros, utilizadas a nivel internacional.
- Discusión y selección de metodologías de medición encontradas.
- Planificación de etapa de terreno
- Mediciones en terreno
- Re-evaluación del plan de monitoreo en terreno
- Evaluación de metodologías aplicadas y comparación estadística entre ellas para establecer cuál es la más precisa.
- Evaluación y selección de una metodología.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 INVESTIGACIÓN

Se investigó acerca de metodologías de medición de ruidos de exposición laboral detallado por bandas de octava o espectros sonoros, sin embargo no se obtuvo resultados positivos. La búsqueda en Internet, como lo realizado por el Centro de Documentación de Mutual, así como los contactos del ISP en España, indicaban que no existía una norma de este tipo. Sin embargo, en una etapa avanzada del proyecto, se encontró la norma mexicana NOM-011-STPS-2001, que incluía la medición de espectros sonoros, pero que de todos modos no satisfacía nuestro propósito de aplicación en un tiempo razonablemente breve.

Por otra parte, se investigó acerca de normas que propusieran una metodología de medición de ruido descriptiva de la exposición ocupacional en banda ancha, dBA, lo que sí dio resultados positivos.

Ahora bien, considerando que la instrumentación que se utilizó en este estudio correspondió a equipos analizadores de banda en paralelo, la implementación de este tipo de metodologías pudo ser aplicada sin mayores complicaciones.

A partir de esta investigación se recopilaron una serie de normas (Anexo 1. Metodologías de Medición Aplicadas), una metodología y un protocolo de medición de corta duración, los que correspondieron a:

- ISO 9612/06 (o NCH 2572) Norma ISO
- ISO 9612, proyecto de norma aún no oficializado
- ANSI S12.19/1996: Norma norteamericana
- NTP 270: Norma española de prevención de riesgos
- Protocolo de Aplicación del D.S. N° 594, publicado por el ISP de Chile
- Protocolo de Medición de Corta Duración de Mutual de Seguridad CCHC de Chile

En el Anexo 2 (Discusión de Metodologías Ocupadas) se detallan los alcances de cada una de estas metodologías con una discusión de sus fortalezas y debilidades, según el punto de vista de los objetivos de este estudio.

En el Anexo 3 (Participantes en este Proyecto) se detallan los profesionales que participaron en el desarrollo y ejecución del presente proyecto de investigación.

3.2 SELECCIÓN DE NORMAS Y PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

Se efectuaron revisiones de todas estas normas y se seleccionaron las siguientes metodologías de medición:

- Protocolo de medición de Corta Duración de Mutual de Seguridad
- Nch 2572 en base a dos alternativas (7 muestreos de 3 minutos)
- Nch 2572 en base a dos alternativas (10 muestreos de 3 minutos)
- NTP 270
- Instructivo de medición de ruidos del DS 594 (ISP)

En cuanto a las metodologías que no fueron consideradas para este trabajo, se cuentan:

- El proyecto de Norma ISO, que complementa la actual ISO 9612, contempla una metodología de medición cuya duración excede los tiempos de muestreo que se buscan en este estudio.
- La norma ANSI, por su parte, deja un criterio bastante abierto y poco acotado respecto de los tiempos de medición, sólo destacándose que las mediciones deben incluir el tiempo que sea necesario para establecer un valor representativo de la exposición a ruido que tiene un trabajador, situación que con una mejor definición sí se establece en las metodologías que fueron seleccionadas para este estudio.

3.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Si bien en un principio, las mediciones denominadas sonometrías se realizaron aplicando directamente los protocolos y normas seleccionadas, por distintos profesionales en terreno, los resultados obtenidos eran excesivamente dependientes del operador, en cuanto a su experiencia, sus conocimientos, habilidades y especialmente de su criterio y de la capacidad para aplicar cada uno de los métodos y tomar decisiones rápidas, muchas veces en medio de lugares de trabajo de ciertos niveles de riesgo para el propio operador.

Todas estas circunstancias incidían en que se produjeran muchas pausas imprevistas en las mediciones y que el operador no alcanzara a discriminar y anotar las fuentes de ruido presentes en cada minuto de medición o no pudiese verificar las tareas y/o ciclos de trabajo, de manera certera, que se estaban produciendo durante el muestreo de ruido.

Por este motivo y por acuerdo del equipo de trabajo, se optó por efectuar mediciones continuas que quedaran almacenadas en los equipos, para posteriormente aplicar las metodologías de medición, tal como se describe en el punto Mediciones.

3.4 ETAPA DE TERRENO

Instrumental

Se ocuparon sonómetros integradores tipo 1 con analizador de bandas de octava en paralelo correspondientes a:

Sonómetros Larson Davis LXT1

3.4.1 Metodología

Estudio Previo (Recopilación de antecedentes)

Se recopila la siguiente información previa:

- Puestos de Trabajo y grupos homogéneos
- Elección de puestos a evaluar
- Tareas por puesto de trabajo a evaluar
- Procedimientos de trabajo
- Duración estimada de estas tareas
- Fuente incidentes sobre cada puesto de trabajo.
- Junto al trabajador se determina: tareas, duración, procedimientos.
- Un croquis del lugar de trabajo resultó un buen complemento para varios de los puestos evaluados

3.4.2 Mediciones

Se efectuaron dosimetrías de ruido con los sonómetros Larson Davis LXT1, los que se adaptaron como dosímetros. Con estos equipos se efectuaron mediciones continuas de larga duración.

De cada una de estas dosimetrías se obtienen parámetros correspondientes a:

- El NPSeq de referencia, un extracto de la dosimetría obtenido en el mismo periodo horario en que se efectuó el muestreo con sonómetro, en adelante denominado "sonometría".

En segundo término, se efectuaron mediciones continuas con sonómetros a los distintos trabajadores que contaban con los dosímetros, cubriendo períodos de no más de 30 minutos, que corresponde al tiempo límite considerado para determinar (estimar) la exposición a ruido producto de un ciclo relevante (desde la perspectiva de la exposición a ruido) de trabajo, de acuerdo al criterio ocupado en este estudio.

De cada una de estas mediciones se obtiene posteriormente, el denominado "NPSeq de sonómetro normalizado", cuyo valor se comparará con el "NPSeq de referencia" (extracto de la dosimetría en el mismo periodo de tiempo que la sonometría).

Este NPSeq de sonómetro normalizado, se obtiene mediante el cálculo matemático, de acuerdo a la metodología estipulada en cada uno de los protocolos y normas de medición seleccionadas para este estudio.

Los 74 puestos evaluados corresponden al detalle de la tabla del Anexo 4. (Lista de Puestos de Trabajo Clasificados para la Realización de Este Estudio).

3.5 ETAPA POS TERRENO

Con la información registrada en los equipos de monitoreo se efectuó el siguiente trabajo:

- Se bajan los datos registrados en los equipos
- De cada muestreo (sonometría) se rescatan los 30 NPSeq globales y por bandas, de un minuto (completando el muestreo de 30 minutos) y se aplican los protocolos de cálculo matemático, de acuerdo a lo señalado en cada uno de los métodos de muestreo seleccionados para este estudio, obteniéndose los NPSeq normalizados.

3.6 Metodología Estadística para el Análisis de los Datos

Los resultados de las evaluaciones realizadas se analizaron usando el software estadístico Statgraphic previo tratamiento de los datos de acuerdo a lo explicado a continuación.

En primer lugar, los valores obtenidos en las mediciones se ordenaron de acuerdo a la siguiente clasificación de tipos de exposiciones a ruido:

- Estable
- Cíclico
- Aleatorio

Esta clasificación se obtuvo a partir de la normativa usada como referencia durante la investigación.

Por cada uno de estos tres grupos y para cada uno de los puestos de trabajo considerados en cada grupo, se obtuvieron los siguientes descriptores de ruido:

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A (LeqA)
Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación C (LeqC)
Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente por cada Banda de Octava desde 63 Hz hasta 16000 Hz.

Estos valores se obtuvieron a partir de la medición de referencia (medición continua de 30 minutos) así como de la aplicación de los 5 métodos normalizados.

De esta manera, para cada tipo de ruido, cada puesto de trabajo y para cada Descriptor de Ruido considerado, se tienen 6 columnas de datos, correspondientes a la Medición de Referencia y los 5 Métodos Normalizados.

Una vez ordenados los datos de la manera explicada, para cada grupo se realizó el siguiente tratamiento previo:

Se obtuvo en cada caso la diferencia entre el valor de referencia y el valor obtenido con cada uno de los métodos, para cada puesto de trabajo.

Posteriormente, para normalizar, se aplicó a cada una de las diferencias obtenidas la función Logaritmo y se le adicionó un factor de corrección para convertir en valores positivos aquellos que resultaran negativos al aplicarle el logaritmo. Así se obtuvieron 5 columnas de diferencias normalizadas.

Para descartar los valores inusuales, es decir aquellos que se alejan del resto, por cada columna de diferencias normalizadas se calculó la media aritmética y la desviación estándar, de manera de dejar para el análisis estadístico sólo aquellos valores que ese encuentren dentro del intervalo comprendido entre (la media aritmética - 1,5 veces la desviación estándar) y (la media aritmética + 1,5 veces la desviación estándar). Las diferencias normalizadas que quedaron fuera de este intervalo no fueron consideradas en el análisis con las que si cumplen la condición se realizó el siguiente estudio estadístico.

El estudio estadístico (Anexo 5. Discusión de Resultados Estadísticos) incluyó el análisis de Distribución Normal de las diferencias mediante la evaluación del comportamiento del Coeficiente Estandarizado de Asimetría (Standardized Skewness) y el Coeficiente Estandarizado de Curtosis

(Standardized Kurtosis) de cada conjunto de Diferencias. Para un intervalo de confianza del 95%, se verificó si los coeficientes estandarizados se encontraban dentro del intervalo de $[-2,2]$. En aquellos casos en los cuales esto ocurre se concluye que existe una distribución normal de los datos en caso contrario no existe normalidad en la distribución.

A continuación del análisis de Distribución se realizó una Comparación de Medias aplicando la Prueba-F (Razón-F). Mediante este Test se determina si existe o no diferencias significativas entre las medias aritméticas que se están comparando. Considerando que se trabajó con un intervalo de confianza del 95%, para determinar si existe o no diferencia significativa entre las medias se compara el valor-p asociado a la Razón-F con 0,05 (que representa el intervalo de significancia del 5%). Si el valor p de la Razón-F es mayor o igual que 0,05, no existirá diferencia significativa entre las medias comparadas, en caso contrario si existirá diferencia significativa.

Posteriormente se realizó el análisis de Varianza aplicando 4 diferentes Test estadísticos en cada caso: Test de Levene's, de Bartlett, de Hartley y de Cochran.

Cualquiera de estos Test que arroje un resultado tal que el valor-p asociado sea mayor o igual a 0,05, indica que no existe diferencia significativa entre las varianzas.

Finalmente se realizó una comparación de medianas mediante la aplicación del Test de Friedman que evalúa la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de las 5 columnas de diferencias normalizadas es la misma. En el caso de que el valor-p asociado al Test de Friedman sea mayor o igual que 0,05, no existirá diferencia significativa entre las medianas, en caso contrario si existirá esa diferencia.

4 RESULTADOS

4.1 Caso de exposiciones a Ruido Estable

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido estable no se observa diferencia entre los métodos. Ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

Se observa que para el tipo de ruido "estable" las diferencias normalizadas siguen una distribución normal para todos los parámetros con excepción de la banda de 8000 Hz. En el caso de esta banda de frecuencia el valor del coeficiente estandarizado de asimetría y/o de curtosis se encuentra fuera del rango permitido de -2 a 2 para un nivel de confianza de 95%, para 2 de los métodos.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el análisis de varianza (desviación estándar) realizado con el software y haciendo una comparación uno a uno, se puede concluir que los métodos basados en la NCH 2572 muestran menor variabilidad aunque en menor medida que lo que se observa para el tipo de ruido cíclico.

4.2 Caso de exposiciones a Ruido Cíclico

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido cíclico no se observa diferencia entre los métodos. Ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el análisis de varianza (desviación estándar) realizado con el software y haciendo una comparación uno a uno, se puede concluir que los métodos basados en la NCH 2572 presentan una menor variabilidad entre sus resultados. Esto ocurre tanto para las diferencias normalizadas en banda ancha, A y C, como por cada banda de frecuencia. Considerando este resultado se puede concluir que estos métodos son más confiables desde el punto de vista de su variabilidad.

4.3 Caso de exposiciones a Ruido Aleatorio

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido aleatorio no se observa diferencia consistente entre los métodos. Ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas

menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

De la comparación de medianas se concluye que para el Leq ponderado A y las bandas de 4000, 8000 y 16000 Hz existen diferencias significativas entre las medianas y para el resto de los parámetros no existe. No obstante, los resultados no son concluyentes respecto de la ventaja de un método sobre otro.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Estudio Previo

Tal como lo señalan las distintas metodologías estudiadas y la experiencia obtenida en terreno, un estudio previo es fundamental para poder efectuar una medición que incluya los eventos relevantes que predominan en la exposición laboral a ruido.

No obstante, este estudio previo debe considerar la información entregada al menos a dos niveles:

- el de jefatura y
- el ejecutor de las tareas del puesto en evaluación.

Sólo de este modo es posible conformar un esquema de cuáles son los trabajos y tareas que se deben considerar en el muestreo, para garantizar que nuestra medición es representativa de la exposición típica de un puesto de trabajo dado.

El estudio previo permite predefinir el tipo de exposición que se puede encontrar, en cada uno de los puestos que se van a evaluar y de este modo se podrá tomar una mejor decisión respecto de qué metodología sería la más conveniente de aplicar, independiente que en la práctica se deban efectuar modificaciones específicas.

5.2 Tipos de Exposición

De acuerdo con los histogramas de las dosimetrías efectuadas en banda ancha dBA, se clasificó la exposición a ruido en los siguientes tipos:

- Exposición a ruido estable
- Exposición a ruido cíclico
- Exposición a ruido aleatorio

Las exposiciones estables corresponden a aquellas en que los ruidos incidentes de interés corresponden a ruidos estables, con una variación de los NPS instantáneos inferior a 2 dBA con la influencia de una o más fuentes en forma permanente, pudiendo existir pausas, entendiéndose como tales aquellas en que el nivel de ruido se reduce a menos de 80 dBA.

Las exposiciones cíclicas a ruido son aquellas en se percibe un patrón repetitivo, de períodos y niveles no necesariamente perfectos, producto de

la realización de tareas repetitivas, la incidencia de fuentes de operación periódica o recorridos definidos.

Finalmente, cuando no se observan estas repeticiones, se habla de exposiciones aleatorias.

5.3 Análisis respecto al Tiempo dedicado por cada Metodología para la Medición de Ruido

De acuerdo al tiempo que involucra la aplicación de las distintas metodologías utilizadas, el Protocolo de Mutual es el que implica una menor dedicación, alcanzando su mayor ventaja relativa en los casos de exposiciones a ruido estable y cíclico. En cuanto al caso de exposición aleatoria, si bien ocupa tiempos breves, en estos casos indica la necesidad de efectuar dosimetrías personales o lo que para nuestro caso implica medir más tiempo y por lo tanto ante exposiciones a ruidos aleatorios, podrías ser preferible una metodología como por ejemplo la NCh 2572 de 7 ó 10 muestras.

| Tipo de exposición | Tiempo ocupado por cada Método (minutos) | | | | | Mediciones efectuadas |
|--------------------|--|------|-------|---------|-------|-----------------------|
| | Mutual | NCh7 | NCh10 | NTP 270 | DS594 | |
| A ruido Estable | 4 | 21 | 30 | 9 | 13 | 6 |
| A ruido Cíclico | 9 | 21 | 30 | 18 | 12 | 43 |
| A ruido Aleatorio | 5 | 21 | 30 | 18 | 13 | 26 |

5.4 Precisión de la Medición y Tiempo de Dedicación

5.4.1 Caso de Exposición a Ruido estable

De acuerdo al análisis estadístico, ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el cada uno de ellos, pese a que los métodos NCh 2572 de 7 y 10 muestras, tras un análisis de varianza presentan una leve ventaja respecto del resto.

Sin embargo, al incluir la variable tiempo, el método más eficiente es el que ocupa menos tiempo de ejecución y corresponde al Método de Medición de Corta Duración del Protocolo de Mutual.

5.4.2 Caso de Exposición a Ruido Cíclico

De la comparación de medianas se concluye que no existe diferencia significativa entre los 5 métodos aplicados. Sin embargo, los métodos Nch de 7 muestras y de NCh 10 demuestran ser más confiables desde el punto de vista de su variabilidad.

Cabe destacar que en todos los casos, en el NPSeq de las bandas de 4 kHz hacia arriba, se producen diferencias significativas entre las desviaciones estándares, lo que se atribuye a un efecto de barrera acústica probable del cuerpo del operador respecto del micrófono del sonómetro de muestreo y nos ratifica que este tipo de efectos son significativos en esta parte del espectro de ruido.

5.4.3 Ruido Aleatorio

Los resultados no son concluyentes respecto de la ventaja de un método sobre otro, sin embargo se debe destacar que frente a este tipo de exposiciones se suele optar por una medición de larga duración, para reducir las incertidumbres, luego dedicando más tiempo de medición, es muy probable que todas las metodologías también mejoren su rendimiento.

En el Anexo 6 (Ejemplos de Mediciones de Ruido), se muestran algunos ejemplos de gráficas donde se señalan los resultados obtenidos con las distintas metodologías aplicadas para diferentes puestos correspondientes a exposiciones a ruido estable, cíclico y aleatorio.

6 CONCLUSIONES

Los resultados del estudio demuestran que con el método de trabajo propuesto, el nivel actual de desarrollo de la tecnología y especialmente debido a la complejidad de la obtención de exposición sonora por banda de frecuencia, no es posible elaborar una metodología simple que permita obtener un espectro de ruido por bandas de octava, representativo de una jornada laboral similar a la obtención de un NPSeq en banda ancha.

Producto del desarrollo del trabajo, hubo algunos hallazgos que es interesante destacar:

Los resultados estadísticos muestran que todas las metodologías usadas presentan gran similitud en sus resultados y una aproximación similar a los niveles de las mediciones de referencia, lográndose buenos resultados en las mediciones de banda ancha (dBA ó dBC) e inclusive en las bandas de octava correspondientes a las frecuencias medias. Esto, indirectamente, valida empíricamente la metodología propuesta por el Instituto de Salud Pública en el "INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL D.S. N° 594/99", ya que fue uno de los métodos de medición utilizados.

Cualquiera de las metodologías estudiadas nos permiten efectuar una medición representativa aplicable al método de cálculo de atenuación de protectores que ocupa como variables el SNR y la medición en dBA y dBC, tal como se describe en la "Guía de Selección y Control, de los Elementos de Protección Auditiva" publicada por el Instituto de Salud Pública.

7. COMENTARIO FINAL

La medición de la exposición sonora, caracterizada por bandas de frecuencia, no es un asunto sencillo de resolver y, por lo tanto, no es fácil obtener una metodología que sea factible de aplicar en forma eficiente y rápida.

Por ahora, la única forma de hacerlo continúa siendo a través de especialistas, utilizando protocolos de alta complejidad, especialmente cuando la exposición no se remite a una sola fuente predominante o las condiciones de terreno u operación dificultan la adecuada ubicación de quien realiza la medición.

Bibliografía.

1. Instituto de Salud Pública, "Guía de para la selección y control de protectores auditivos", 2008.
2. Instituto Nacional de Normalización, "Norma NCh 1331/6 protectores auditivos parte 6: estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados "a", cuando se utilizan protectores auditivos". 2001.
3. Instituto Nacional de Normalización "Norma NCh 1331/4 protectores auditivos parte 4: recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento", 1999.
4. International Organization for Standardization, "ISO 4869 - 2:1994 Estimación de los Niveles de Presión Sonora Efectivos Ponderados "A", cuando se utilizan Protectores Auditivos", 1990
5. Sanchez, D, " Tesis: Evaluación de la Exposición a Ruido en los Lugares de Trabajo, usando estimaciones estadísticas de un muestreo semi-aleatorio de niveles de presión sonora". Universidad Austral de Chile. 2004.
6. Ministerio de Salud, " Decreto Supremo N°594: Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo", 1999.
7. Ministerio de Salud, "Instructivo para la Aplicación del DS 594/99 del MINSAL, título IV, párrafo 3, agentes físicos - ruido", 2005.
8. Asociación Española de Normalización y Certificación, "UNE - EN 458: requisitos de selección, uso y mantenimiento de los protectores auditivos", 2005.
9. Sataloff R, Sataloff J. "Occupational Hearing Loss".- Marcel Dekker, Inc. New York (1993).
10. López AC, Fajardo GE, Chavolla R, Mondragón A, Robles MI, "Hipoacusias por ruidos: un problema de salud y de conciencia pública", Rev Fac Med UNAM. 2000;43(2):41-2.
11. González AC. "Evaluación de los riesgos laborales", Mapfre Seguridad. 2000;79:3-19.
12. Hiselius P, Hule G." Protectores auditivos y la inteligibilidad del habla", Mapfre Seguridad. 2000;79:21-3.
13. Pérez G. "Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruidos". Mapfre Seguridad. 2000;78:19-25.
14. García A, García AM. "Estudio del ruido ambiental y sus efectos sobre los trabajadores en industrias de la madera, textil y metal". TecniAcústica. 2000:1-7.

15. Gaynes EP, González AG. "Hipoacusia laboral por exposición a ruidos: evaluación clínica y diagnóstico". Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. 2003;1-5.
16. Chen DJ, Sai JY. "Hearing loss among workers at an oil refinery in Taiwan". Arch Environ Health. 2003 Jan;58(1):55-8.
17. Juhaxisson M, Arlinger S. "The development of noise induced hearing loss in Swedish county of Ostergotland in the 1980s and 1990s". Noise Health. 2001;3(10):15-28.
18. Sulkowski WJ, Guzet WJ, Kowalska S, Matyja W, Sward Matyja M. "Occupational hearing loss: new diagnostic opportunities". Med Pr. 2002;53(6):457-9.
19. Paparella M.M, "Deterioro auditivo inducido por ruidos". En W. Dyon Ward. Otorrinolaringología. 2 ed. T2. La Habana. Científico Técnica. 1983. P1772
20. Rabinowitz P.M., "Noise-Induced Hearing Loss". American Family Physician. 2000
21. TOBAR, V. "El Concepto de Riesgo Aplicado a la Búsqueda de un Límite Permisible para Exposiciones a Ruido Continuo". */// Jornadas Internacionales Interamericanas sobre Ruido y Comunidad*. Viña del Mar, Chile, 1979.

ANEXOS

ANEXO 1

METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN APLICADAS

METODOLOGÍA NCH 2572 MODIFICADA

METODOLOGÍA DE MUESTREO aplicado por el ingeniero acústico Daniel Sánchez, bajo criterios de la norma Nch 2572

Descripción.

Utiliza metodologías basadas en la norma ISO 9612. Previo a la evaluación de los niveles de exposición, se debe realizar un reconocimiento de las actividades realizadas, considerando:

- a) Descripción de las características de los puestos de trabajo, representando el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.

- b) se deberá realizar una evaluación inicial de diagnóstico o screening, registrando el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente, NPSeq, en el puesto de trabajo existente en la actividad por un período de un minuto, descartándose aquellos puestos en donde no se superen los 80 dB(A).

- c) determinación del tipo de ruido existente en los puestos de trabajo (estable, fluctuante e impulsivo) presentadas en el punto 2 del Instructivo de aplicación del D.S Nº 594/99 del MINSAL.

SE ESTABLECEN GRUPOS HOMOGÉNEOS (SI LOS HAY), PARA SIMPLIFICAR EL NÚMERO DE MEDICIONES. SE ESCOGEN PUESTOS MÁS CRÍTICOS (CON NIVELES DE PRESIÓN MÁS ALTOS).

Cuestionario aplicable para caracterizar puestos de trabajo.

- Identificación detallada de las actividades y procesos que efectúan.
- Número de procesos y tiempo asociado a cada uno de ellos.
- Fuentes de ruido involucradas (directa o indirectamente).
- Tipo de ruido para el(los) proceso(s) que realiza.
- Intervalo de colación o descanso.

- Cotidianidad de las acciones mencionadas anteriormente.

2. Procedimiento de medición

- 2.1. Verificación de las baterías: se deberá contar con baterías nuevas al inicio de cada medición.
- 2.2. Calibración: El instrumento de medición deberá ser calibrado en terreno antes de iniciar la medición y verificar al finalizar. Cuando ambos valores de calibración difieran en más de 1 dB, se deberá repetir.

2.3. Ubicación del Instrumento:

Las mediciones se deberán efectuar de preferencia, sin la presencia del trabajador, ubicándose el micrófono del instrumento de medición en la posición que ocupa usualmente la cabeza del trabajador (sentado o de pie, según corresponda), manteniendo siempre el micrófono a la altura y orientación a la que se encuentra el oído más expuesto del mismo.

Cuando las mediciones se realicen en presencia del trabajador, se ubicará el micrófono en las cercanías del oído más expuesto, entre 10 y 30 cm, sin que afecte en las actividades normales del trabajador.

La orientación del micrófono deberá ser la adecuada, a determinar por el examinador, para que su dirección se encuentre en directa relación con la energía sonora emitida desde una o más fuentes de ruido involucradas.

En el caso de una sola fuente de ruido involucrada, influyente para la evaluación, se orientará el diafragma del micrófono en dirección frontal hacia la fuente.

En el caso de más de una fuente de ruido, el examinador tendrá que realizar un rápido screening, ubicando las fuentes más influyentes, y regular la dirección del diafragma del micrófono hacia éstas, dirimiendo subjetivamente la frontalidad del micrófono en preferencia hacia la más influyente.

Para aquellas mediciones en altura o que conlleven un inminente riesgo para la salud del examinador por la dificultad en el acceso, para una correcta ubicación del micrófono, se recomienda la utilización del trípode del instrumento y/o una adecuada protección personal del evaluador.

Para mediciones en trabajadores cuyos procesos sean de una movilidad extrema con traslado continuo y aleatorio en diferentes actividades de corta duración, se propone fijar una distancia fija de ubicación del sonómetro.

Si la movilidad extrema es con traslado continuo y rápido entre dos puntos se podrá establecer empíricamente una distancia fija para medir la exposición en las cercanías de la fuente de ruido más influyente.

En ambos casos el punto de ubicación será determinado empíricamente a través del análisis de la actividad a medir en cuanto al tiempo y nivel de exposición en los puntos de recorrido.

De preferencia, en ambos casos se recomienda el uso de dosímetro.

2.4. Parámetros de medición

Se consideran los siguientes parámetros:

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{Seq}), respuesta lenta en dB(A).

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{max}), en dB(A).

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{min}), en dB(A).

2.5. Tiempo de medición

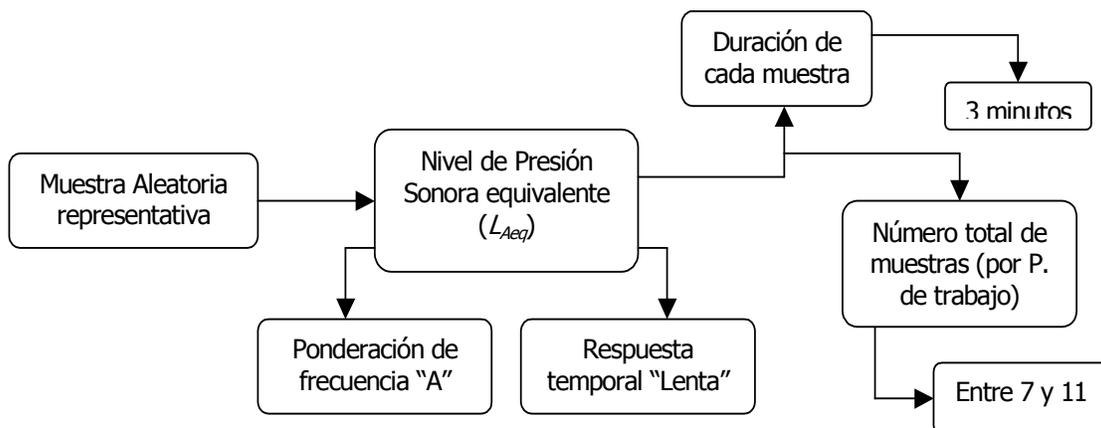
El tiempo de medición para cada muestra será de 3 minutos considerando aquellos ciclos o procesos que presenten los niveles superiores de sonoridad (con niveles de presión sonora más altos de cada puesto en particular)

2.6. Número de muestras por puesto de trabajo

Se realizarán de 7 a 11 mediciones o muestras por cada puesto de trabajo evaluado, de acuerdo a la disponibilidad de tiempo del operador, por lo tanto el tiempo de medición variará entre 21 y 33 minutos según el número de muestras.

Se podrá realizar un número mayor a 11 muestras y, además, podrán descartarse aquellas muestras que se diferencien en más de 10 dBA por debajo de la muestra más alta (con el mayor nivel de presión sonora registrado).

3. Diagrama en Bloque de Metodología de Medición:



4. Fichas de medición

EN LA FICHA DE MEDICIÓN "FORMULARIO DE MEDICIÓN" SE REGISTRARÁN ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA.

EN LA FICHA DE MEDICIÓN "FORMULARIO DE MEDICIÓN - CRITERIO DE ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA" SE REGISTRARÁN LOS VALORES DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN CADA PUESTO DE TRABAJO CONSIDERADO.

CÁLCULO DE NIVELES, INCERTIDUMBRES.

Una vez registradas las muestras, se deberá determinar los valores estadísticos:

1. Media aritmética (\bar{X});

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{Aeq,i}}{n}$$

DONDE:

\bar{X} = Media Aritmética de los valores $L_{Aeq,i}$.

$L_{Aeq,i}$ = Valor de nivel de presión sonora equivalente, ponderado "A", de la i-ésima muestra.

n = Número total de muestras.

2. Desviación estándar (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - L_{Aeq,i})^2}{n-1}}$$

donde:

s = Desviación estándar de los valores $L_{Aeq,i}$ con respecto a \bar{X}

\bar{X} = Media Aritmética de los valores $L_{Aeq,i}$.

$L_{Aeq,i}$ = Valor de nivel de presión sonora equivalente, ponderado "A",
de la i-ésima muestra.

n = Número total de muestras.

3. Factor "t" de distribuciones Student (t), determinado según el número de muestras de cada medición, por la siguiente tabla;

| Número de muestras | Factor "t" (90%) |
|--------------------|------------------|
| 2 | 6,314 |
| 3 | 2,920 |
| 4 | 2,353 |
| 5 | 2,132 |
| 6 | 2,015 |
| 7 | 1,943 |
| 8 | 1,895 |
| 9 | 1,860 |
| 10 | 1,833 |
| 11 | 1,812 |
| 12 | 1,796 |
| 13 | 1,782 |
| 14 | 1,771 |
| 15 | 1,761 |
| 16 | 1,753 |
| 17 | 1,746 |
| 18 | 1,740 |
| 19 | 1,734 |
| 20 | 1,729 |
| 21 | 1,725 |
| 22 | 1,721 |
| 23 | 1,717 |
| 24 | 1,714 |
| 25 | 1,711 |
| 26 | 1,708 |
| 27 | 1,706 |
| 28 | 1,703 |
| 29 | 1,701 |
| 30 | 1,699 |
| ∞ | 1,645 |

Tabla 1: Factores "t" con un nivel de certeza de 90% según el número de muestras

Una vez establecidos los valores estadísticos, se introducirán, según corresponda, en las siguientes relaciones que determinan el nivel de presión

sonora representativo estimado ($L_{Aeq,Est}$), del puesto de trabajo medido, y su intervalo de confianza (u_s) asociado:

$$L_{Aeq,Est} = \bar{X} + 0,115s^2$$

$$u_s = \pm \sqrt{\frac{s^2}{n} + \frac{0,026 \cdot s^4}{n-1}} \times t$$

Posteriormente se determina la incertidumbre total de la medición (ε), que involucra el error estimado debido a la instrumentación (u_i) y debido a las mediciones (u_s) a través de la siguiente relación:

$$\varepsilon = \sqrt{u_i^2 + u_s^2}$$

Una estimación se calificará como "aceptable" cuando el valor numérico de " ε "

Sea menor o igual a 3dBA. En caso contrario, las mediciones deberán repetirse de mejor manera o utilizando otro criterio de evaluación (de preferencia la dosimetría personal).

La estimación del error asociado (u_i) se determina a través de la tabla N° 2

| | | | |
|---|--------------|--------|--------|
| 1.-Sonómetro (conforme NCh2500) | a Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 |
| 2.-Sonómetro integrador (conforme a NCh 2569) | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 |
| 3.-Calibrador (conforme a IEC 60942) | Tipo 0 | Tipo 1 | Tipo 2 |
| 4.-Incertidumbre (u_i) | Despreciable | 1 dB | 1,5 dB |

Tabla 2: Estimación del error asociado a la instrumentación (u_i)

Calificada una medición como "aceptable" se comparará la estimación ($L_{Aeq,Est}$), e incertidumbre asociada (ε), respecto al nivel límite (máximo permitido, designado como " L_{lim} ", de nivel de presión sonora equivalente ponderado referido al puesto de trabajo medido.

Existirán tres situaciones características en la comparación del nivel estimado con el nivel límite, las cuales nos permitirán evaluar finalmente la exposición a ruido. Estas situaciones y su evaluación final son:

1. Si $L_{lim} \geq L_{Aeq,Est} + \varepsilon$, el nivel límite no se excede y la exposición a ruido se califica como "*Sin Riesgo*" de adquirir sordera profesional.
2. Si $L_{lim} < L_{Aeq,Est} - \varepsilon$, el nivel límite se excede y la evaluación de la exposición a ruido se califica como *Con Riesgo* de adquirir sordera profesional.

Si $L_{Aeq,Est} - \varepsilon \leq L_{lim} \leq L_{Aeq,Est} + \varepsilon$, no se puede obtener una conclusión y la medición se deberá repetir utilizando una técnica más exacta (de preferencia una dosimetría personal)

ANEXO 1

NTP 270: EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO. **DETERMINACIÓN DE NIVELES REPRESENTATIVOS**

Objetivo

El objetivo de esta Nota Técnica es facilitar una metodología que permita determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, representativo de las condiciones de exposición al ruido, así como el nivel de pico, de acuerdo con las condiciones señaladas en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Estudio previo

Debe incluir:

- Identificación de todos los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados, exceptuando aquellos cuyo nivel diario equivalente y nivel de pico sean manifiestamente inferiores a 80 dBA y/o 140 dB respectivamente. No se excluirán de la evaluación aquellos puestos en los que existan dudas razonables al respecto.
- Localización de todas las fuentes generadoras de ruido y estimación de los puestos de trabajo a los que afectan.
- Descripción del ciclo de trabajo, esto es, el mínimo conjunto ordenado de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, constituyendo el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.
- El conocimiento de las fuentes generadoras de ruido y de los ciclos de trabajo permitirá, en ocasiones, establecer grupos homogéneos de puestos cuya exposición sea equivalente. Esto puede simplificar el número de mediciones a realizar, extrapolar los datos obtenidos para un puesto de trabajo a todo el grupo homogéneo.

Tipos de ruido

Ruido estable

Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición

cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} sea inferior a 5 dB.

Ruido periódico

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.

Ruido aleatorio

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Ruido de Impacto

Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

Instrumentos de medición

Sonómetros

Podrán emplearse únicamente para la medición de L_{pA} cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}).

Deben ajustarse a las prescripciones establecidas por la norma CEI-651 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

La medición se efectuará con la característica "SLOW" ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar apantallamientos con su cuerpo.

Sonómetros integradores-promediadores

Podrán emplearse para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido, siempre que se ajusten a las prescripciones establecidas por la norma CEI-804 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

Las mediciones se efectuarán con las precauciones mencionadas en el apartado anterior.

Dosímetros

Podrán ser utilizados para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido, siempre que cumpla como mínimo las prescripciones establecidas en la norma CEI-651 y CEI-804 para los instrumentos del "tipo 2".

En general, se considerará un error de ± 1 dB cuando se utilicen instrumentos del "tipo 2" y ningún error instrumental cuando el aparato sea del "tipo 1".

Metodología de evaluación

Ruido estable

Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo.

En caso de efectuar la medición con un sonómetro se tendrán en cuenta las características mencionadas anteriormente en el apartado 4, realizando como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T ($L_{Aeq,T}$) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se tendrían en cuenta, así mismo, las características descritas en el apartado 4 y se obtendría directamente el $L_{Aeq,T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq,T}$ la media aritmética de ellas.

Ruido periódico

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador o un dosímetro según lo indicado en el apartado 4. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (L_{Aeq}) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El $L_{Aeq,T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará según se especifica a continuación.

Ruido aleatorio

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

Método directo

El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.

Método de muestreo

Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

Ruido de impacto

La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcanza su valor máximo.

"Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencial A y características «IMPULSE» (de acuerdo a la norma CE1-651) podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el L_{pA} no ha sobrepasado los 130 dBA ».

Ciclo de trabajo

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado (ciclo de trabajo), las mediciones deberán ser representativas de un número entero de ciclos.

Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes $L_{Aeq,T}$ según lo indicado en los apartados anteriores.

Los $L_{Aeq, Ti}$ representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al $L_{Aeq,T}$ mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i T_i \cdot 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}} \right) \quad (1)$$

siendo:

- T: tiempo total del ciclo
- i: número de subciclos
- T_i : tiempo de cada subciclo

Este $L_{Aeq,T}$ corresponderá al $L_{Aeq,d}$ cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T'/8) \quad (2)$$

siendo:

T' el tiempo de exposición al ruido en horas/día.

Cuando no sea posible establecer dichos subciclos, se utilizará el método correspondiente al ruido aleatorio.

Ejemplo

Sea el puesto de trabajo de un pulidor cuya jornada laboral se compone de ciclos de 85 minutos distribuidos de la siguiente forma:

- Pulido de piezas: 70 minutos.
- Limpieza de piezas con aire comprimido: 10 minutos.
- Transporte de piezas: 5 minutos.

Con una duración total de 7,5 horas de dicha jornada, haciendo una pausa de 30 minutos para desayunar en el comedor de la empresa, donde no hay exposición al ruido.

Efectuado un estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante el pulido de piezas el ruido al que está sometido es periódico; la limpieza con aire comprimido genera un tipo de ruido aleatorio, mientras que durante el transporte de piezas el trabajador está únicamente sometido al ruido de fondo de la nave que se puede considerar estable.

Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-promediador utilizando la siguiente metodología:

1. **Pulido de piezas:** Se efectuaron 5 mediciones del nivel equivalente correspondiente al ruido generado por sendas piezas, obteniéndose los siguientes datos en dBA: 92, 95, 93, 91, 93, lo que supone un $L_{Aeq,T1}$ de 93 dBA.
2. **Limpieza de piezas con aire comprimido:** Al tratarse de un ruido aleatorio, se efectuó un medición del nivel equivalente durante todo el subciclo, obteniéndose un $L_{Aeq,T2}$ de 100 dBA.
3. **Transporte de piezas:** Se efectuaron 3 mediciones del nivel equivalente, obteniendo un $L_{Aeq,T3}$ de 80 dBA.
4. **Nivel diario equivalente:** Mediante la aplicación de la expresión (1) se obtiene:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \frac{1}{85} (70 \times 10^{0,1 \times 93} + 10 \times 10^{0,1 \times 100} + 5 \times 10^{0,1 \times 80}) = 94,5 \text{ dBA,}$$

y, mediante la aplicación de la expresión (2), obtenemos:

$$L_{Aeq,d} = 94,5 + 10 \lg (7,5/8) = 94,2 \text{ dBA}$$

Muestreo de ciclos de trabajo

Debido a que los niveles de ruido varían de un ciclo a otro a causa de fluctuaciones de variables no controladas, siempre podrá efectuarse una estimación del $L_{Aeq,T}$, así como un intervalo de confianza alrededor de este valor, mediante la metodología expuesta en el apartado 6.

Evaluación del $L_{Aeq,d}$ por muestro

El método expuesto a continuación permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de $L_{Aeq,d}$, así como el intervalo de confianza alrededor de este valor.

Este método se realizará necesariamente en las circunstancias que se han descrito anteriormente y opcionalmente en cualquier caso.

Elección del momento de la medición

Este método exige que las mediciones se efectúen de forma aleatoria en el tiempo. Si se pretende obtener el nivel equivalente de diversos

ciclos de trabajo, la elección de los ciclos en los que efectuaremos las mediciones se llevará a cabo mediante la utilización de una tabla de números aleatorios.

Si el periodo en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de un subciclo de trabajo, se deberá elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

En el caso en que el ruido aleatorio abarque la totalidad de la exposición del trabajador, la tabla 1 proporciona directamente el día y la hora de la jornada en que se debe efectuar la medición, teniendo en cuenta que la hora real de aplicación estará en función de la hora de inicio de la jornada laboral.

Tabla 1: Números aleatorios para la medición de ruido

| | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| VIERNES | 3ª | JUEVES | 3ª | VIERNES | 4ª | MARTES | 6ª | VIERNES | 7ª |
| LUNES | 6ª | MARTES | 8ª | MARTES | 1ª | MARTES | 8ª | MIERCOLES | 8ª |
| MIERCOLES | 2ª | LUNES | 8ª | LUNES | 6ª | LUNES | 3ª | MARTES | 2ª |
| LUNES | 8ª | JUEVES | 5ª | LUNES | 1ª | MARTES | 5ª | MARTES | 3ª |
| LUNES | 4ª | LUNES | 1ª | LUNES | 1ª | VIERNES | 7ª | LUNES | 1ª |
| VIERNES | 7ª | MARTES | 6ª | LUNES | 7ª | JUEVES | 8ª | JUEVES | 8ª |
| LUNES | 8ª | MIERCOLES | 7ª | MIERCOLES | 6ª | MARTES | 6ª | VIERNES | 5ª |
| VIERNES | 5ª | LUNES | 4ª | MARTES | 3ª | MARTES | 8ª | MARTES | 8ª |
| MIERCOLES | 5ª | LUNES | 2ª | MARTES | 8ª | MARTES | 6ª | MARTES | 7ª |
| VIERNES | 3ª | JUEVES | 4ª | LUNES | 6ª | MARTES | 6ª | VIERNES | 2ª |
| MIERCOLES | 4ª | MARTES | 3ª | MARTES | 8ª | JUEVES | 1ª | MIERCOLES | 1ª |
| MIERCOLES | 7ª | JUEVES | 3ª | VIERNES | 4ª | LUNES | 1ª | VIERNES | 2ª |
| MARTES | 4ª | MARTES | 8ª | LUNES | 4ª | VIERNES | 6ª | MIERCOLES | 2ª |
| LUNES | 3ª | MARTES | 7ª | JUEVES | 4ª | MARTES | 5ª | MIERCOLES | 1ª |
| MARTES | 1ª | VIERNES | 8ª | MARTES | 6ª | LUNES | 5ª | MIERCOLES | 4ª |
| MIERCOLES | 6ª | MIERCOLES | 1ª | JUEVES | 6ª | MIERCOLES | 1ª | MIERCOLES | 2ª |
| VIERNES | 6ª | MIERCOLES | 3ª | MARTES | 1ª | MIERCOLES | 7ª | MARTES | 7ª |
| LUNES | 7ª | JUEVES | 3ª | LUNES | 1ª | MIERCOLES | 7ª | VIERNES | 7ª |
| LUNES | 3ª | VIERNES | 4ª | MARTES | 4ª | MIERCOLES | 1ª | LUNES | 3ª |
| MARTES | 3ª | MIERCOLES | 3ª | MIERCOLES | 6ª | MARTES | 2ª | MARTES | 1ª |
| MARTES | 1ª | MIERCOLES | 6ª | MIERCOLES | 3ª | MIERCOLES | 1ª | MIERCOLES | 7ª |
| MIERCOLES | 2ª | LUNES | 1ª | MIERCOLES | 8ª | MARTES | 6ª | LUNES | 6ª |
| MIERCOLES | 6ª | MARTES | 3ª | LUNES | 3ª | LUNES | 5ª | LUNES | 3ª |
| MARTES | 7ª | MARTES | 1ª | LUNES | 3ª | VIERNES | 1ª | MIERCOLES | 1ª |
| LUNES | 5ª | MIERCOLES | 2ª | MARTES | 5ª | JUEVES | 2ª | MIERCOLES | 4ª |
| MIERCOLES | 2ª | MARTES | 5ª | MARTES | 3ª | LUNES | 5ª | MARTES | 6ª |
| LUNES | 5ª | VIERNES | 5ª | MIERCOLES | 2ª | MARTES | 3ª | MARTES | 6ª |
| LUNES | 8ª | LUNES | 1ª | LUNES | 7ª | VIERNES | 2ª | MIERCOLES | 7ª |
| MARTES | 1ª | LUNES | 7ª | MIERCOLES | 5ª | LUNES | 6ª | JUEVES | 4ª |
| MARTES | 8ª | VIERNES | 2ª | MIERCOLES | 3ª | MIERCOLES | 8ª | MARTES | 2ª |

La metodología será la siguiente:

- Elegimos arbitrariamente en la tabla una posición de partida.
- El resultado obtenido nos proporciona la información del día de la semana y la hora de la jornada laboral en que deberemos efectuar la medición.
- Seguimos leyendo en la tabla hacia abajo, utilizando el mismo método para cada dato que encontremos, hasta obtener el número de muestras conveniente.

Ejemplo

Supongamos que tenemos que efectuar las mediciones aleatorias de un puesto de trabajo. El horario de trabajo es de 7 a 15 horas.

1. Escogemos en la tabla adjunta una posición de partida de forma totalmente arbitraria. En nuestro caso escogemos el primer dato de la tercera columna (Viernes, 4ª hora)

2. El resultado obtenido nos indica que debemos efectuar la primera medición el próximo viernes a la 4ª hora de la jornada laboral. Es decir, si el horario es de 7 a 15 horas, efectuaremos nuestra medición a las 10 horas.
3. La siguiente medición la efectuaremos a partir del dato posterior (Martes, 10 hora), es decir, el primer martes, después de la primera medición, a las 7 horas.

La tercera medición la efectuaremos a partir del siguiente dato (Lunes, 6ª hora), es decir, el siguiente lunes a las 12 horas.

Y así sucesivamente hasta obtener el número de mediciones necesarias.

Estimación estadística de $L_{Aeq,d}$

Se parte de la hipótesis de que la exposición al ruido durante un período largo de trabajo -varios años- sigue una distribución normal, siendo su media $L_{Aeq,d}$.

Según esta hipótesis, la estimación de la distribución normal se realizaría, como se indica en la Norma Francesa (NF - S31 - 084) utilizando la distribución 't' de Student convencional.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Cálculo de la media y la desviación estándar.

Sea L_i , el nivel de L_{Aeq} de la muestra ($i = 1, 2, \dots, n$).

La estimación de la media vendrá dada por la relación

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n} \quad (3)$$

Los límites de confianza al 95% alrededor de este valor están dados en la tabla 2, en función del número n de muestras evaluadas y de la desviación tipo S_L de los niveles L_i , calculada por la fórmula

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n-1}} \quad (4)$$

- B. Búsqueda en la tabla del error cometido en la determinación, según el número de muestras y la desviación estándar obtenidos.
- C. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RUIDO DE CORTA DURACIÓN DE MUTUAL DE SEGURIDAD CCHC

Contiene modificación de muestreo inicial de 1 minuto por 3 minutos, para efectos de poder calcular desviación estándar y otros parámetros estadísticos de interés.

| | CONFECCIONADO POR | REVISADO POR | APROBADO POR |
|---------------|----------------------------|--|--|
| Cargo | Higienista Ocupacional | Subgerente de Higiene Ocupacional. Higienistas Ocupacionales SGHO. | Gerente de Investigación y Desarrollo en Seguridad y Salud Ocupacional |
| NOMBRE | Sr. Marcelo Molina Ibaceta | Sr. Miguel Arana B. | Sra. María Elisa León |
| FIRMA | | | |
| FECHA | 14/08/06 | | |

4 MODO OPERATIVO

5.1 Materiales y equipos

- Sonómetro integrador*
- Dosímetro*
- Pistófono

5.2 Verificación de equipos previa salida a terreno

5.2.1 Encender el equipo y verificar el voltaje de las baterías.

5.2.2 Verificar la vigencia de la certificación del equipo. En caso de caducidad enviar a certificar a la fábrica o un laboratorio acreditado.

5.2.3 Verificar el estado físico del cable del micrófono, moviéndolo suavemente y observando que la lectura registre niveles menores a 70 dBA. Si no cumple esta condición, envíe el equipo al servicio técnico autorizado.

5.2.4 Ajuste del sonómetro o dosímetro.

- ❑ *Inserte el micrófono en la cavidad del pistófono, de modo que calce perfectamente en profundidad y diámetro, usando el buje de adaptación previsto en el equipo.*
- ❑ *Seleccione la escala de nivel de presión sonora acorde al nivel de emisión del pistófono, lectura instantánea y presione run.*
- ❑ *Encienda el pistófono y espere hasta que la lectura en la pantalla del sonómetro se estabilice.*
- ❑ *Si el NPS instantáneo no coincide con lo indicado en el pistófono (94 ó 114 dB), con una tolerancia de +/- 0,1 dB, inicie la modificación manual del nivel señalado en la pantalla, hasta que aparezca el valor indicado en el pistófono. Este ajuste del nivel se efectúa de acuerdo a lo señalado en el manual del equipo.*

5.3 Medición de Ruido en Terreno

5.3.1. Configuración

Antes de iniciar la medición de ruido continuo o fluctuante, el sonómetro o dosímetro deberá configurarse con los siguientes parámetros:

- ❑ Escala: dB(A)
- ❑ Tiempo de integración: Slow
- ❑ Rango de medición: 80 – 140 dB.

En caso de efectuar una medición de ruido impulsivo el sonómetro o dosímetro deberá configurarse con los siguientes parámetros:

- ❑ Escala: dB(C)
- ❑ Tiempo de integración: Peak
- ❑ Rango de medición: 80 – 140 dB.

Más detalles sobre este tipo de medición se señalan en el punto 5.3.9

5.3.2 El equipo de medición deberá ser ajustado en terreno, en las condiciones de temperatura humedad y presión reinantes en el lugar donde se efectuarán las mediciones. Una vez finalizada las mediciones, se debe chequear el ajuste o calibración. Si existe una diferencia de más de 0,5 dB, entonces se deberá solicitar la revisión del equipo, por parte de un profesional técnicamente capacitado.

5.3.3 Identifique los grupos homogéneos de exposición y estudie el procedimiento y secuencia del trabajo realizado en cada uno de estos grupos homogéneos, para determinar cuál es el ciclo de trabajo a considerar. Conocido el ciclo, se debe proceder a medir.

5.3.4 Ubique el micrófono a la altura del oído del trabajador, a una distancia de unos 10 centímetros del mismo. Se escogerá el lado de aparente mayor exposición a ruido.

5.3.5 En los casos de existir la presencia de corrientes de aire cubra el micrófono con una pantalla "antiviento".

5.3.6 El tiempo de medición inicial será equivalente al que demora al menos un ciclo de la tarea o el ciclo de la secuencia de tareas, no recomendándose efectuar mediciones inferiores a 1 minuto, en el más favorable de los casos (tareas de ciclos cortos con ruido estable). En la Tabla N° 5.1 se resume el procedimiento.

5.3.7 Al cabo de 1 minuto de medición o el tiempo que demore al menos un ciclo completo del trabajo efectuado, se procederá como sigue:

- Se diferenciará el tiempo de medición, dependiendo de si el ruido es fluctuante o estable.
- Si el ruido es fluctuante, se deberá medir cinco minutos.
- Si el ruido es estable, bastará la medición de 1 minuto, o el ciclo completo de la tarea evaluada.
- Si el ruido es de carácter impulsivo, y siempre que el Neq_{1min} no supera los 85 dBA, entonces se deberá evaluar como Ruido Impulsivo (ver Punto 5.3.8).
- En la tabla 5.1 se muestra el esquema del procedimiento general de medición.

5.3.8 Mediciones de Ruido Impulsivo

Configuración:

- Los sonómetros que cuentan con un filtro paralelo, capturan automáticamente los PeakC, por lo que no es necesario una configuración especial como el caso del Larson DSP 81 ó Quest 2900 y Q 200 y 300. El Noise Pro mide en dBZ y se puede ocupar este valor.
- En caso contrario, se deberá seleccionar la escala: dB(C), el Tiempo de integración: Impulse o Peak y el Rango más alto, 70 – 140 dB, caso de Quest 2800.

Medición:

- Se medirá durante 3 minutos y se contará el número de impactos ocurridos en este tiempo y se anotará el PKC entregado por el sonómetro o dosímetro.
- Se obtendrá el número de repeticiones de los impulsos por minuto. Ejemplo 16 impulsos/minuto.
- Para obtener el Nivel PkC definitivo, se aplicarán las siguientes correcciones, restando un cierto número de decibeles, según el número de impulsos por minuto contabilizado en el período de muestreo.

| Corrección por frecuencia de impulsos (imp/minuto) | |
|---|-----------------------|
| Impulsos por minuto | Corrección dBC |
| 40 - 59 | PkC_{son} |
| 20 - 40 | $PkC_{son} - 3$ |
| 10 - 20 | $PkC_{son} - 6$ |
| 5 - 10 | $PkC_{son} - 9$ |
| 1 - 5 | $PkC_{son} - 12$ |

PkC_{son} : PkC medido con sonómetro o dosímetro, señalado en la pantalla del equipo.

Tabla 5.1a Esquema del Procedimiento De Medición de Ruido

| Medición Inicial | Variaciones | Tiempo total de medición | Acciones |
|-------------------------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Anotar |
| Ruido Estable | Variaciones < 5 dBA | 1 ciclo completo de tarea realizada (si el ciclo demora más de 1 minuto) 1 minuto. Si no se identifican ciclos | Neq_{1min} |
| Ruido Fluctuante | Variaciones > 5 dBA | 1 ciclo completo de tarea realizada (si demora más de 1 minuto) 5 minuto. Si no se identifican ciclos | Neq_{5min} |

- Si: Neq_{5min} está entre 80 y 90 dBA y $[Neq_{5min} - Neq_{1min}] > 3$ dBA, se sugiere solicitar a futuro la realización de dosimetría personal, dependiendo además, del número de puestos o trabajadores expuestos a estas condiciones.
- Máx: Máximo nivel registrado por sonómetro durante el período de medición
- MÍN: Mínimo nivel registrado por sonómetro durante el período de medición

Tabla 5.1b Esquema del Procedimiento De Medición de Ruido Impulsivo

Si se identifica que el ruido a medir es impulsivo, entonces se deben medir los impulsos en dBC:

| | | | |
|---------------------------------|---|--|------------------|
| Ruido impulsivo PKC > 95 dBC | Anotar: PKC y Nº impulsos por minuto | Corregir PKC Por frecuencia (impulsos/min) | PKC corregido |
|---------------------------------|---|--|------------------|

American National Standard Measurement of Occupational Noise Exposure

ANSI S12.19-1966 (ASA 123-1966)
ASA Catalog No. 123-1996 @ \$64/copy
ASA Standards and Publications Fulfillment Center
(412) 741-1979

ANSI S12.19-1996 1. Scope

- * Presumes proficiency in noise measurement
- * Covers all types of occupational noise
- * Results in terms of:
 - * sound level and corresponding duration
 - * time-weighted average sound level
 - * noise dose
- * Covers noise exposure of individuals or jobs
- * Results can be extended to representative groups performing similar activities

2. Definitions and Symbols Acoustical Terms

- * Average Sound Level (Lavg)
- * Maximum Sound Level (Lasmx)
- * Peak Sound Level (Lpk)
- * Qualified acoustical test laboratory
- * Sound Level (L)
- * Sound Pressure Level (SPL)

2. Definitions and Symbols Exposure Risk Terms

- * Action Level
- * Allowed Exposure Time (Ti)
- * Criterion Duration (TC)
- * Criterion Sound Level (LC)
- * Exchange Rate (Q)
- * Hearing zone
- * Time-weighted average sound level (LTWA(TC)) or Eight-hour (LTWA(8))
- * Noise Dose (D)
- * Threshold Level
- * Work shift noise exposure

2. Definitions and Symbols Representative Monitoring Terms

- * Average daily work shift
- * Group
- * Job classification
- * Job function
- * Representative group
- * Representative Monitoring
- * Shift
- * Survey repetition

2. Definitions and Symbols Task Based Monitoring Terms

- * Activity
- * Activity duration
- * Activity duty cycle

✦ Measurement duration (T)

✦ Task

✦ Work area

3. _____ Reference _____ Publications

✦ ANSI

✦ ANSI S1.1-1994, Acoustical Terminology

✦ ANSI S1.4-1983 and S1.4A-1985, SLM's

✦ ANSI S1.25-1991, Dosimeters

✦ ANSI S1.40-1984 (R1990), Calibrators

✦ ISO

✦ ISO 9612-1991, Measurement of Occ. Noise Exp.

✦ IEC

✦ IEC 651:1979, SLM

✦ IEC 942:1988, Calibrators

ANSI _____ S12.19-1996 _____ 4.1 _____ Instrumentation

✦ Sound Level Meter

✦ Type 2, ANSI S1.4-1983 and S1.4A-1985 or IEC Publication 651

✦ Noise Dosimeter

✦ ANSI S1.25-1991

✦ Integrating Sound Level Meter

✦ Type 2, ANSI S1.4-1983 and S1.4A-1985

✦ Acoustical Calibrators

✦ ANSI S1.40-1984 (R1990) or IEC Pub. 942

ANSI _____ S12.19-1996 _____ 4.2 _____ Instrument _____ Calibration

✦ Laboratory calibration

✦ Sound monitoring instruments and calibrators shall be calibrated annually

✦ Field calibration

✦ Hand held and employee mounted meters

✦ before and after each measurement period

✦ inspected for damage after each period

✦ results of above recorded and tagged to measured data

✦ Battery check

✦ checked before each field calibration

✦ SLM's and ISLM's - periodically during use

5. _____ Measurement _____ Conditions

✦ Acoustical environment

✦ shall not be altered for purposes of the procedure

✦ Measurement of activities

✦ shall be representative of actual work patterns

✦ Operational variations

✦ noise exposure changes from variations in seasonal, product, etc. shall be monitored

6.1 _____ Measurement _____ of _____ Noise _____ Exposure

✦ Noise exposure of an individual employee can be obtained by:

✦ direct measurement in hearing zone of dose or TWA through personal monitoring

✦ measurement in hearing zone of sound levels and durations

- ✦ Cable routed and fastened properly
- ✦ Dosimeter located and attached properly
- ✦ Dosimeter shall be started after mounting so as to ensure no extraneous noise artifacts. Start time shall be recorded.

6.5 Integrating Sound Level Meter

- ✦ Identify tasks and their duration
 - ✦ average % of time spent at tasks shall be recorded
 - ✦ Determined by experience, questionnaire or interviews, time and motion studies, production records, etc.
- ✦ Measurement duration
 - ✦ sufficient to assure that resulting level is representative

6.5.3 Integrating Sound Level Meter

- ✦ Procedures
 - ✦ Individuals being monitored shall be informed of purpose per Annex B
 - ✦ SLM calibrated before and after each measurement period. If drift is > 1.0 dB all intervening measurements shall be rejected
 - ✦ Microphone is located in hearing zone. If not possible the actual measurement location shall be recorded.
 - ✦ If alternate location is used it should be selected to simulate conditions in the hearing zone.
 - ✦ Microphone oriented per manufacturer's instructions

PPT Slide

7. Documentation and Reporting

- ✦ Written Report
 - ✦ Type of survey
 - ✦ initial or update
 - ✦ sampling method
 - ✦ dosimetry
 - ✦ task-based
 - ✦ representative group or combination
 - ✦ Methodology

7. Documentation and Reporting

- ✦ Instrumentation
 - ✦ manufacturer's, models, and serial numbers
 - ✦ threshold, exchange rate, response (slow, fast, peak)
 - ✦ integration time
 - ✦ filter settings
 - ✦ other pertinent performance information
- ✦ Person's and titles who conducted the survey

7. Documentation and Reporting

- ✦ Dates and locations of measurements
- ✦ Persons, groups, tasks or combination thereof surveyed
- ✦ Tasks
 - ✦ Description of tasks
 - ✦ Duration of tasks
- ✦ Duration time of measurement and relationship to workshift

7. Documentation and Reporting

- ✦ Discussion of results and qualifying remarks
- ✦ Recommendation
- ✦ Conclusion
 - ✦ Not all information needs to be in formal report
 - ✦ Information may be part of attached noise survey forms

**INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL
D. S N° 594/99 DEL MINSAL, TÍTULO IV, PARRAFO 3°
AGENTES FISICOS - RUIDO**

1. Introducción

Caracterizar adecuadamente el nivel de exposición a ruido de un trabajador requiere tomar en consideración una serie de factores, tales como el tiempo de medición, el número de muestras, las condiciones de operación y tipo de ruido, entre otros. Esto hace difícil regular o establecer un procedimiento único de medición de ruido laboral, ya que estos factores dependen de las características intrínsecas del medio en el que se está evaluando, las que también cambian de una actividad productiva a otra.

No obstante, existe una clara necesidad de estandarizar procedimientos de muestreo, de modo tal que las instituciones encargadas de evaluar los niveles de exposición a ruido de los trabajadores cuenten con un criterio común que permita la comparación entre ellos.

En este sentido, se establece el siguiente procedimiento de medición, el cual permite determinar la exposición a ruido de un trabajador a lo largo de su jornada laboral, basado en lo indicado en el D. S. N° 594/99 del MINSAL Título IV, párrafo 3°, de los Agentes Físicos – El Ruido.

2. Definiciones

2.1 Para efectos de la aplicación del procedimiento de medición se entenderá por:

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL)

Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \text{ Log } (P/P_0)$$

En que

P : valor eficaz de la presión sonora medida.

P₀: valor eficaz de la presión sonora de referencia,
fijado en $2 \times 10^{-5} \text{ [N/m}^2\text{]}$

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}):

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{max}) i

Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{min})

Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Respuesta Lenta o Slow

Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Nivel de Presión Sonora Peak (NPS_{peak})

Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con $NPS_{máx}$, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado.

Ruido Estable (art 71º D.SNº 594/99)

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPS_{max} y el NPS_{min} obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A).

Ruido Fluctuante (art 71º D.SNº594/99º)

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Se entenderá que un ruido es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el NPS_{max} y el NPS_{min} obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A).

Ruido Impulsivo (art 71º D.SNº594/99)

Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Se entenderá que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el puesto, o en el entorno del puesto de trabajo, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, tales como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros.

Un ruido no perderá la característica de impulsivo si los impulsos o impactos se repiten, siempre y cuando la separación entre dos impactos consecutivos sea mayor a un segundo, teniendo siempre presente que los impactos deben ser generados por acciones propias de la tarea evaluada o del ambiente laboral, descartándose aquellos eventos accidentales no relacionados con la actividad.

3. Estudio Previo

3.1 Debido a que en general los trabajadores desarrollan múltiples tareas a lo largo de su jornada, además de recibir la emisión de variadas fuentes de ruido de diferentes características, la determinación de la exposición diaria mediante una medición puntual de ruido se torna inaplicable. Por esta razón, previo a la evaluación de los niveles de exposición, se debe realizar un reconocimiento previo de las actividades realizadas en la empresa.

3.2 Al efectuar el reconocimiento, se debe considerar lo siguiente:

a) Descripción de las características de los puestos de trabajo susceptibles a ser evaluados. En presencia de trabajos cíclicos, se debe considerar el conjunto de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, representando el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.

b) Ubicación, selección y área de influencia de las principales fuentes generadoras de ruido que influyen en los puestos de trabajo descritos en a). En este sentido, se deberá realizar una evaluación inicial de diagnóstico o screening, registrando el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente, NPSeq, en el puesto de trabajo existente en la actividad por un período de un minuto, descartándose aquellos puestos en donde no se superen los 80 dB(A).

c) Tipo de ruido existente en los puestos de trabajo descritos en a). Para determinar lo anterior, se debe realizar lo señalado en las definiciones de cada tipo de ruido (estable, fluctuante e impulsivo) presentadas en el punto 2 del presente instructivo.

3.3 De esta labor de reconocimiento, es decir, de la identificación de las fuentes generadoras de ruido, de los ciclos de trabajo y del tipo de ruido generado, se podrá establecer la metodología de medición adecuada que considere, cuando corresponda, grupos homogéneos de trabajadores cuya exposición a ruido sea equivalente, obteniéndose de esta forma una información representativa para todo un grupo de exposición simplificando el número de mediciones y considerando los tiempos de medición adecuados para cada puesto (punto 5.6).

4. Instrumentación

4.1 Las mediciones de ruido estable, fluctuante o impulsivo, se efectuarán con un sonómetro integrador o dosímetro que cumpla como mínimo con las exigencias señaladas para un instrumento Tipo 2, establecidas en las normas IEC 651-1979, IEC 804-1985 y ANSI S 1.4-1983.

4.2 El instrumento de medición utilizado deberá contar con su respectivo calibrador acústico, específico para cada marca y modelo, el cual cumpla con la exigencias señaladas en las normas ANSI S 1.40-1984 e IEC 942¹ para clase 2 o superior

4.3 Tanto el instrumento de medición, como también su respectivo calibrador acústico, deberán calibrarse periódicamente según las normas de fabricación especificadas para cada caso y en cumplimiento con lo señalado en 4.1 y 4.2. La periodicidad de las calibraciones deben ser determinadas por el usuario, dentro de los márgenes tolerables establecidos por el organismo de referencia en la materia. Para tal fin, el usuario puede tomar en consideración, al menos, los antecedentes obtenidos de los chequeos previos y posteriores a las mediciones (ver punto 5.2 del presente instructivo) y las condiciones de almacenamiento y mantención del equipamiento.

4.4 Tanto los sonómetros como los dosímetros son susceptibles de ser influenciados por interferencias de radiofrecuencias (RFI). En este sentido, cuando se esté en presencia de área donde existan interferencias de este tipo, el instrumental utilizado deberá chequearse con anterioridad al comienzo de las mediciones, de forma de determinar si el campo de radiofrecuencia es importante. Para estos fines, se puede consultar el Anexo C de la norma ANSI S12.19-1996.

1 ISO 9612-1991, Acoustics-Guidelines for the Measurement and Assessment of Exposure to Noise in the Working Environment 4

2 ANSI S12.19-1996, Measurement of Occupational Noise Exposure

3 ISO 9612-1991

4 OSHA Technical Manual, Section III: Chapter 5, "Noise Measurement" 5

5. Procedimiento de Medición de Ruido

5.1 De la Verificación de las Baterías y otras Interferencias.

Las baterías de los instrumentos, calibradores, dosímetros y sonómetros, deberán ser verificadas antes de cada calibración en terreno.

5.2 De la Calibración en Terreno del Instrumento

5.2.1 El instrumento de medición siempre deberá ser calibrado en terreno² antes de iniciar la medición y después de terminarla, según las instrucciones entregadas por el fabricante, ya que condiciones ambientales como temperatura, presión y humedad relativa, pueden afectar parcialmente la respuesta del instrumento.

5.2.2 Cuando los resultados de la calibración en terreno obtenidos para antes y después de la medición difieran entre si en más de 1 dB, se deberá descartar la medición realizada², debiéndose registrar los resultados obtenidos.

5.3 De la Ubicación del Instrumento

5.3.1 En caso de efectuar la evaluación de la exposición a ruido con un dosímetro personal, se deberá instalar el instrumento de medición en el trabajador seleccionado, ubicando el micrófono aproximadamente a 0.1 m de la entrada del oído más expuesto a ruido del trabajador, pero no a más de 0.3 m³. En el caso de que dicha exposición sea mayor por un lado (exposición direccional a ruido), la elección de la posición del micrófono del dosímetro deberá considerar ese lado específico.

5.3.2 Para aquellas evaluaciones realizadas con un sonómetro, las mediciones se deberán efectuar sin la presencia del trabajador, ubicándose el micrófono del instrumento de medición en la posición que ocupa usualmente la cabeza del trabajador (sentado o de pie, según corresponda), manteniendo siempre el micrófono a la altura y orientación a la que se encuentra el oído más expuesto del mismo. En los casos donde sea imposible efectuar la medición sin el trabajador, el micrófono del instrumento se deberá instalar en una esfera imaginaria de 60 cm de diámetro⁴, la cual deberá rodear la cabeza del trabajador .

5.3.2 Se deberá tener presente que, tanto el micrófono del dosímetros como del sonómetro, además de su cuerpo mismo, se deben orientar de acuerdo a las instrucciones del fabricante, sin que se entorpezcan las tareas realizadas por el

trabajador. Para el caso de los sonómetros, éstos no deberán instalarse sobre mesas o superficies reflectantes, ya que la vibración del medio afecta la medición. Se recomienda montar el equipo en un trípode.

5.4 De los Parámetros de Medición

5.4.1 Para la aplicación del Procedimiento de Medición, se considerarán los siguientes parámetros:

- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}), con respuesta lenta y en dB(A).
- Dosis Diaria de Exposición a Ruido
- Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{max}), en dB(A).
- Nivel de Presión Sonora Peak (NPS_{peak}), en dB(C).

5.5 De la Evaluación del Ruido

5.5.1 Para determinar la exposición del trabajador seleccionado a los diferentes tipos de ruido (estable, fluctuante o impulsivo), se utilizará el NPS_{eq} en dB(A), el NPS_{max} en dB(A) y el NPS_{peak} en dB(C).

5.5.2 En caso de contar con un instrumento de medición que así lo permita, los tres parámetros anteriores deberán corresponder al mismo evento de ruido que se está estudiando.

5.5.3 En aquellos casos donde el instrumento no permita la captación simultánea del NPS_{peak} y a la vez se constata la presencia de ruido impulsivo, como criterio preventivo se recomienda que cuando se obtenga un NPS_{max} mayor a 110 dB(A) se efectúe una segunda medición equivalente, pero registrando esta vez el valor del NPS_{peak} en dB(C). De todos los valores medidos, siempre se deberá considerar el de mayor nivel, con el objeto de determinar si se da cumplimiento al Reglamento (artículo 81º).

5.5.4 Independiente del tipo de ruido evaluado y del instrumento de medición utilizado, se deberá estar atento a la medición, de forma de considerar los eventos de ruido que aportan a la exposición a ruido que recibe el trabajador evaluado en su puesto, según reconocimiento previo. Se deberán descartar aquellos ruidos producidos intencionalmente por el trabajador o por sus compañeros de trabajo.

5.6 Del Tiempo de Medición

5.6.1 Para el caso en que la evaluación de la exposición a ruido del trabajador se realice mediante dosimetría personal, se deberá evaluar idealmente la jornada laboral completa. Se podrá considerar un tiempo de medición inferior a la jornada laboral siempre y cuando sea representativo de ésta, tomando en cuenta los antecedentes obtenidos durante el estudio previo (punto 3), como el tipo de ruido, ciclos de trabajo definidos y/o tareas realizadas, participación de las fuentes de ruido, etc. De todas formas, se deberá señalar explícitamente el tiempo de medición utilizado.

5.6.2 Si la evaluación se realiza mediante la medición de los NPS_{eq} en distintos puestos de trabajo a través de un sonómetro, el tiempo de medición variará según el tipo de ruido y las condiciones ambientales presentes en cada uno de ellos. La determinación que se hace durante el estudio previo respecto al número de ciclos y/o tareas realizadas, considerando el período de tiempo utilizado en cada una de ellas, es muy importante.

De esta forma, para caracterizar adecuadamente el nivel de ruido de cada puesto, se deberá medir el NPS_{eq}, hasta lograr una estabilización de éste. Esto se obtendrá midiendo el NPS_{eq} durante intervalos de tiempo no menores a 5 minutos sin resetear el instrumento, y hasta que su lectura se estabilice en torno a un valor con variaciones menores a 1 dB(A). Esto se obtiene cuando la diferencia aritmética entre dos valores consecutivos de NPS_{eq} (habiendo transcurrido los 5 minutos iniciales) sea menor a 1 dB(A), quedando como valor representativo para el tiempo y actividad medida el último NPS_{eq}.

5.6.3 En el evento de que se deba evaluar ruido de tipo impulsivo, se deberá registrar el NPS_{peak} hasta caracterizar el o los impactos del puesto de trabajo.

6 Cálculo de la Exposición Diaria

6.1 Cálculo a Partir de Medición de Dosis de Ruido

6.1.1 Si la evaluación del nivel de exposición a ruido de un determinado trabajador se ha realizado mediante una dosimetría de toda la jornada laboral, el valor obtenido representará la dosis diaria de exposición, la que no deberá ser mayor a 1 o 100%.

6.1.2 SI SE HA EVALUADO SÓLO UN PORCENTAJE DE LA JORNADA LABORAL O UN CICLO DE TRABAJO, SE DEBERÁ EFECTUAR UNA PROYECCIÓN DE LA DOSIS CONSIDERANDO LA DURACIÓN TOTAL DE ÉSTA (TIEMPO TOTAL DE EXPOSICIÓN). EN CASO DE HABERSE MEDIDO SÓLO UN PORCENTAJE DE LA

JORNADA DE TRABAJO (TIEMPO DE MEDICIÓN), LA PROYECCIÓN AL TOTAL DE LA JORNADA SE DEBE REALIZAR POR SIMPLE PROPORCIÓN, DE ACUERDO A LA SIGUIENTE EXPRESIÓN MATEMÁTICA:

**DOSIS PROYECTADA JORNADA TOTAL = DOSIS MEDIDA * TIEMPO TOTAL DE EXPOSICIÓN
TIEMPO DE MEDICIÓN**

6.1.3 . EN CASO DE HABERSE EVALUADO SÓLO UN CICLO, LA PROYECCIÓN AL TOTAL DE JORNADA SE DEBE REALIZAR MULTIPLICANDO EL RESULTADO POR EL NÚMERO DE CICLOS QUE OCURREN DURANTE TODA LA JORNADA LABORAL.

6.2 Cálculo a Partir de Medición de NPS_{eq}

6.2.1 En aquellos casos en los que se ha registrado el NPS_{eq} para las tareas más ruidosas realizadas por el trabajador a lo largo de su jornada, se deberá calcular la Dosis de Exposición Diaria a ruido, para lo cual se considerará por cada puesto de trabajo evaluado:

- a) Tiempo de exposición (que no corresponde al tiempo de medición del NPS_{eq})
- b) NPS_{eq} medido.
- c) Tiempo máximo de exposición permitido para b) (ref. Art 75 del D.S N° 594/99)

6.2.2 La información recopilada se ingresará en la siguiente fórmula, la que considera el cálculo de la Dosis de Exposición a Ruido mediante:

$$\text{Dosis} = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \dots$$

Donde:

Te : Tiempo de exposición a un determinado NPS_{eq} (valor medido)

Tp : Tiempo máximo de exposición permitido para ese NPS_{eq}

6.2.3 Se entenderá que se da cumplimiento a los Límites Máximos Permisibles, según jornada de trabajo, si el valor calculado para la Dosis de Exposición Diaria es igual o menor a 1.

6.2.4 En ningún caso se permitirá la exposición de trabajadores a valores de NPS_{eq} mayores de 115 dB (A) y NPS_{peak} mayores a 140 dB(C).

7. Informe Técnico

La presentación de los resultados y las conclusiones se incluirán en un Informe Técnico, el que debe contener:

- a) Antecedentes de la empresa evaluada (Razón Social, dirección, afiliación, número de trabajadores).
- b) Descripción de las actividades y/o puestos de trabajo involucrados en la exposición a ruido y tiempos diarios asociados a éstos.
- c) Identificación del tipo de ruido existente.
- d) Identificación del instrumental utilizado y su calibración
- e) Plan de mediciones.
- f) Resultados de las mediciones, tiempo de medición asociado a cada una de ellas y Dosis de Exposición Diaria a Ruido para cada trabajador y/o grupo de exposición evaluado.
- g) Análisis, Conclusiones y Recomendaciones, si el caso amerita.
- h) Croquis de las instalaciones de la empresa evaluada, con la ubicación de las principales fuentes de ruido y puntos de medición considerados.
- i) Identificación persona que realizó las mediciones.

ANEXO 2

Discusión de Metodologías Ocupadas

Discusión

Estudio previo:

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: no.
- Fortalezas: descripción y ubicación de puestos de trabajo, fuentes de ruido y área de influencia.
- Muestreo inicial, descartar puestos con nivel de ruido menor que 80dB(A). Grupos homogéneos.

Norma chilena NCh 2572.

- Debilidades: no incluye muestreo inicial.
- Fortalezas: recomienda aplicación de cuestionarios para identificar fuentes de ruido típicas, los procesos y duraciones.
- Considera concepto grupos homogéneos.

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: no.
- Fortalezas: determinación de los ciclos de trabajo, fuentes de ruido y puestos que los afectan.
- Muestreo inicial, descarte de puestos con nivel de ruido menor que 80 dB(A). Grupos homogéneos.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no incluye el muestreo preliminar.
- Fortalezas: identificación de tareas y su duración promedio, ubicación de fuentes de ruido.
- Uso de cuestionarios, estudios de movimiento, recomienda considerar la experiencia del técnico.

Instrumentación

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: no permite uso de equipos auxiliares. El calibrador acústico debe ser específico para cada marca y modelo.
- No establece plazos de vigencia específicos para calibración en laboratorio.
- Fortalezas: considera la susceptibilidad de interferencia de radiofrecuencias.

Norma chilena NCh 2572.

- Debilidades: no.
- Fortalezas: sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro tipo 1 y 2.
- Considera el uso de equipos auxiliares de medición. Opción de usar filtros de octava-1/3 octava.

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: No permite uso de equipos auxiliares.
- Fortalezas: sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro tipo 1 y 2.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no permite uso de equipos auxiliares.
- Fortalezas: sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro tipo 1 y 2, calibración anual por el fabricante o un laboratorio calificado.
- Calibración en terreno, previa y posterior a mediciones.
- Inspección visual del instrumento, para detectar posibles daños al micrófono (en caso de montaje sobre el trabajador).
- Considera la susceptibilidad de interferencia de radiofrecuencias.

PROCEDIMIENTOS

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: No permite uso de equipos auxiliares.
- Fortalezas: sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro tipo 1 y 2.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no permite uso de equipos auxiliares.
- Fortalezas: sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro tipo 1 y 2, calibración anual por el fabricante o un laboratorio calificado. Calibración en terreno, previa y posterior a mediciones.
- Inspección visual del instrumento, para detectar posibles daños al micrófono (en caso de montaje sobre el trabajador). Considera la susceptibilidad de interferencia de radiofrecuencias.

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: no especifica procedimientos de muestreo ni promedio de valores.
- Fortalezas: señala verificar baterías al inicio. La dosis se puede obtener para la jornada completa, o bien proyectarse a partir de medición parcial. Opcionalmente, permite aplicar criterio de estabilización.
- Obtención del nivel equivalente, nivel máximo y peak.

Norma chilena NCh 2572.

- Debilidades: no señala verificación inicial de baterías.
- No especifica informar al trabajador sobre objetivo de mediciones, cuidados del equipo.
- Fortalezas: propone muestreo en lugar fijo representativo de la exposición, siguiendo al trabajador con sonómetro o bien, dosimetría.
- Se miden las fuentes de ruido típicas, tal que la exposición sea representativa de la tarea evaluada con resultados repetibles. Se obtiene el nivel equivalente ponderado A, opcionalmente niveles máximos, bandas de frecuencia, valores peak ponderados C.

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: las mediciones deben ser aleatorias en el tiempo.
- Fortalezas: especifica procedimientos para ruido estable, fluctuante o aleatorio.

- Muestreo debe ser representativo de ciclos o subciclos de trabajo. Obtención del nivel equivalente, nivel máximo y peak ponderado C para ruido impacto, en el momento de mayor exposición esperada.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no se especifican procedimientos de muestreo.
- Fortalezas: especifica informar al trabajador sobre propósito de las mediciones.
- Dosis o muestreo en zona de audición o posición equivalente. Sugiere la observación continua del trabajador durante las mediciones. Se pueden extrapolar datos a la jornada completa.

TIEMPO DE MEDICIÓN

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: para ruido muy fluctuante, mediciones con sonómetro resultan muy largas.
- Tiempo mínimo de muestreo es de 10 minutos.
- Fortalezas: permite obtener dosis a partir de dosimetría de tiempo parcial.

Norma chilena NCh 2572.

- Debilidades: las mediciones deben ser suficientemente largas para que se establezcan los NPSeq. dentro de 0.5 dB. No establece número mínimo de muestras.
- Fortalezas: tiempo mínimo de muestreo, 15 s. Se promedian varias muestras. Si el ruido es cíclico,
- medir al menos 1 ciclo, o un número entero de ciclos. La exposición se puede seleccionar a partir de la experiencia, si el intervalo de medición es menor que la jornada completa.

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: si exposición sonora varía en cada jornada, requiere muchas muestras basadas en tabla de números aleatorios.
- Fortalezas: tiempo mínimo 15 s por medición. Si el ruido es fluctuante, mínimo cinco mediciones.
- Si el ruido es cíclico, medir varios ciclos y proyectar los aportes a la jornada diaria.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no especifica duración mínima ni número de muestras. Cada
- medición debe tener una duración tal, que representen la tarea o la jornada de exposición.
- Fortalezas: sugiere medición de tareas y permite proyectar la dosis.

REPRESENTATIVIDAD ESTADÍSTICA

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: no establece cálculo de incertidumbres ni precisión.
- Fortalezas: no.

Norma chilena NCh 2572.

- Debilidades: incertidumbre instrumental es diferente si hay muestreo o si se mide en momentos en que hay ruido típico.
- Fortalezas: cálculo de incertidumbres de muestreo e instrumental, nivel de confianza 90%.

Norma técnica española NTP 270.

- Debilidades: no.
- Fortalezas: cálculo de incertidumbres de muestreo e instrumental, nivel de confianza 95%.

Norma ANSI S12.19.

- Debilidades: no establece cálculo de incertidumbres ni precisión.
- Fortalezas: no.

Instructivo aplicación D.S. 594.

- Debilidades: no establece cálculo de incertidumbres ni precisión.

CONCLUSIONES

Los métodos evaluados, presentan características comunes o bien con mínimas diferencias en cuanto al estudio previo que se debe realizar, el tipo de instrumentación que se debe emplear, los procedimientos de medición y la ubicación del instrumento, tanto para el caso de dosimetría como para el muestreo con sonómetro.

Las principales diferencias observadas entre las metodologías, radican en los tiempos mínimos de muestreo y cálculo de incertidumbres, dado que algunos métodos no incluyen este aspecto.

Desde una perspectiva global, las metodologías analizadas son complementarias y en el caso de las normas extranjeras, se apoyan en la experticie de quien realiza las mediciones. De este modo, independiente del cumplimiento de los distintos pasos considerados en cada procedimiento, resulta preponderante el conocimiento y el criterio que aplica el operador a cargo de realizar las mediciones, quien debe ser un conocedor de cómo varía la exposición sonora en los ambientes laborales y debe estar profesionalmente capacitado en el tema acústico.

Medición= Operador ↔ Metodología ↔ Equipo ↔ Experticie

ANEXO 3

Participantes en este Proyecto:

| Participantes | Institución | Trabajo efectuado |
|------------------------|-------------|---|
| Marcelo Molina I. | Mutual | Jefe de Proyecto, terreno parcial, selección de metodologías, recolección de datos, Revisión y Filtración de información recopilada. Conclusiones e informe final |
| Oswaldo Troncoso | Mutual | Terreno y recopilación inicial de datos, selección de metodologías |
| Mauricio Sánchez | ISP | Mediciones en terreno, selección de metodologías. |
| Juan Carlos Valenzuela | ISP | Mediciones en terreno, selección de metodologías, conclusiones de resultados estadísticos |
| David Escanilla | ISP | Mediciones en terreno |
| Cristian Albornoz | ISP | Mediciones en terreno |
| Luis Rodríguez | ISP | Aplicación y Análisis Estadístico |
| José Espinoza | ISP | Conclusiones de resultados estadísticos |
| Alejandro Gómez | particular | Apoyo informático, programación |

ANEXO 4

Lista de Puestos de Trabajo clasificados para la realización de este estudio

| PUESTO DE TRABAJO | Tipo de Exposición a Ruido |
|---|-----------------------------------|
| Soldador OT Empresa N°1 | CICLICA |
| Supervisor Empresa N°2 | CICLICA |
| Aglomerador Empresa N°3 | CICLICA |
| Armado de Condensadores 1 Empresa N°2 | CICLICA |
| Armador de marcos 1 mañana Empresa N°2 | CICLICA |
| cinta Corchera | ESTABLE |
| Colgado Galvanizado Empresa N°1 | CICLICA |
| Enrolladora N° 1 Empresa N°2 | CICLICA |
| instalador de condensadores 1 Empresa N°2 | CICLICA |
| Marcaje Empresa N°4 | CICLICA |
| OMSO Corchera | ALEATORIA |
| Operador Ficep 1 Empresa N°1 | CICLICA |
| Operador de inyectora 1 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Pelletizado 1 Empresa N°3 | ALEATORIA |
| Operador Prensa 1 Corchera | ESTABLE |
| Operador selladora 1 Empresa N°3 | CICLICA |
| Operario de tarde 1 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Prensa excéntrica M1 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Prensa y guillotina Empresa N°2 | ESTABLE |
| Punzonadora M1 Ficep 3 Empresa N°1 | CICLICA |
| sierra texna 1 Empresa N°2 | CICLICA |
| Talonera 1 Empresa N°1 | CICLICA |
| Zincador M1 Empresa N°2 | CICLICA |
| Aglomerador m2 Empresa N°3 | CICLICA |
| Armador de marcos mañana 2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Armador de marcos tarde 2 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Cinta M2 Empresa N°4 | CICLICA |
| Enrolladora m2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Hornero y Centrifugado m2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Instalador de condensadores 2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Marcaje M2 Empresa N°4 | CICLICA |
| OMSO m2 Empresa N°4 | ALEATORIA |
| Operador Ficep 1 M2 Empresa N°1 | CICLICA |
| Operador de inyectora 2 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Operador Pelletizado M2 Empresa N°3 | ALEATORIA |
| operador prensa m2 Empresa N°4 | ESTABLE |
| Operador selladora m 2 Empresa N°3 | ALEATORIA |

| PUESTO DE TRABAJO | Tipo de Exposición a Ruido |
|---|-----------------------------------|
| Operario tarde 2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Prensa Excentrica M2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Prensa y Guillotina M2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Punzonadora Ficep 3 M2 Empresa N°1 | CICLICA |
| sierra texna 2 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Soldador m2 Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Talonera 2 Empresa N°1 | CICLICA |
| Zincador m2 Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Prensa excentrica M3 Empresa N°2 | CICLICA |
| Armador de marcos tarde 3 Empresa N°2 | CICLICA |
| Operador inyectora 3 Empresa N°2 | ESTABLE |
| Operador pelletizado M3 Empresa N°3 | CICLICA |
| Soldador m3 Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Ayudante hornero y centrifugado Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Ayudante Termoformado N° 1 Empresa N°3 | CICLICA |
| Ayudante Termoformado N° 2 Empresa N°3 | CICLICA |
| Colgado de galvanizado tarde Empresa N°1 | CICLICA |
| Dosis Davis Std N° 2 Empresa N°3 | ESTABLE |
| Davis std N° 1 Empresa N°3 | CICLICA |
| Grúa horquilla Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Guillotina N°1 Empresa N°2 | ALEATORIA |
| Op. inyectora Empresa N°5 | ALEATORIA |
| Kemo Empresa N°4 | ALEATORIA |
| Op. Maquina brasileña Empresa N°3 | CICLICA |
| Operador Lijadora Empresa N°2 | CICLICA |
| Operador lijadora 2 Empresa N°2 | CICLICA |
| Operador Bernardi Empresa N°3 | CICLICA |
| Operador ruleteadora Empresa N°4 | ALEATORIA |
| Operador termoformado Empresa N°6 | ALEATORIA |
| Operador troqueladora Empresa N°7 | CICLICA |
| Perforado Empresa N°8 | CICLICA |
| puesto X Empresa N°3 | ALEATORIA |
| Rodillo de pintura Empresa N°4 | ALEATORIA |
| Sierra huincha Empresa N°8 | CICLICA |
| Supervisor Empresa N°6 | ALEATORIA |
| Taller electrico Empresa N°1 | ALEATORIA |
| Tupi 1 Empresa N°8 | CICLICA |
| Yale Empresa N°2 | ALEATORIA |

ANEXO 5

DISCUSIÓN DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS

RUIDO ESTABLE

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|--|---|--|---|
| Leq A | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| Leq C | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| 63 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 125 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| 250 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 500 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 1000 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones | No existe diferencia significativa entre las medianas |

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|--|---|--|---|
| | | | estándar | |
| 2000 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 4000 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| 8000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 2 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 16000 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |

Se observa que para el tipo de ruido "estable" las diferencias normalizadas siguen una distribución normal para todos los parámetros con excepción de la banda de 8000 Hz. En el caso de esta banda de frecuencia el valor del coeficiente estandarizado de asimetría y/o de curtosis se encuentra fuera del rango permitido de -2 a 2 para un nivel de confianza de 95%, para 2 de los métodos.

Sólo en la banda de 8000 Hz se observa que las diferencias normalizadas no están normalmente distribuidas. Esto quiere decir que para esta banda de frecuencias se debe aplicar un test no paramétrico para comparar medianas. De esta comparación se concluye que no existe diferencia significativa entre las medianas al aplicar los 5 métodos. Por otro lado para el resto de las bandas de frecuencia así como los valores ponderados A y C, las diferencias normalizadas se ajustan a una distribución normal. La comparación de medias aritméticas en estos casos arroja como resultado que no existe diferencia significativa entre las medias de las diferencias normalizadas.

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido estable no se observa diferencia entre los métodos. Ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia

y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el análisis de varianza (desviación estándar) realizado con el software y haciendo una comparación uno a uno, se puede concluir que los métodos 2 y 3 muestran menor variabilidad aunque en menor medida que lo que se observa para el tipo de ruido cíclico.

RUIDO CÍCLICO

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|--|---|--|---|
| Leq A | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 2 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| Leq C | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 3 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 63 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 125 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 250 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 2 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 500 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 1000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 3 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 2000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 casos) | No existe diferencia significativa entre las | No existe diferencia significativa entre las | No existe diferencia significativa entre las |

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|--|---|---|---|
| | | medias | desviaciones estándar | medianas |
| 4000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 8000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en los 5 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 16000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 casos) | No existe diferencia significativa entre las medias | Existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |

En la columna Distribución Normal de la tabla anterior se especifica para cual de los parámetros el conjunto de las diferencias normalizadas se ajusta o no, a una distribución normal. Así mismo la aclaración encerrada entre paréntesis indica para cuantos de los métodos estudiados el valor del coeficiente estandarizado de asimetría y/o de curtosis se encuentra fuera del rango permitido de -2 a 2 para un nivel de confianza de 95%, al realizar el análisis de distribución normal.

Sólo en la banda de 500 Hz se observa que las diferencias normalizadas están normalmente distribuidas. Esto quiere decir que para esta banda de frecuencias se debe realizar una comparación de medias aritméticas. De esta comparación se concluye que no existe diferencia significativa entre las medias al aplicar los 5 métodos. Por otro lado para el resto de las bandas de frecuencia así como los valores ponderados A y C, las diferencias normalizadas no se ajustan a una distribución normal. Esto implica que en estos casos se debe aplicar un test no paramétrico para comparar medianas. De esta comparación de medianas se concluye que no existe diferencia significativa entre los 5 métodos.

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido cíclico no se observa diferencia entre los métodos. Ningún método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el análisis de varianza (desviación estándar) realizado con el software y haciendo una comparación uno a uno, se puede concluir que el método 2 y el método 3 presentan una menor variabilidad entre sus resultados. Esto ocurre tanto para las diferencias normalizadas en banda ancha, A y C, como por cada banda de frecuencia. Considerando este resultado se puede concluir que los métodos 2 y 3 son más confiables desde el punto de vista de su variabilidad.

RUIDO ALEATORIO

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|---|---|--|---|
| Leq A | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 3 de los métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| Leq C | Los datos no provienen de distribuciones normales (en uno de los métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 63 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 4 de los métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 125 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 3 de los métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 250 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 500 | Los datos están normalmente distribuidos | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 1000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en 3 de los métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | No existe diferencia significativa entre las medianas |
| 2000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en los 5 métodos) | No existe diferencia significativa entre las | No existe diferencia significativa entre las | No existe diferencia significativa entre las |

| Bandas | Normalidad de la Distribución | Comparación de Medias (Test de Fisher) | Desviación estándar | Comparación de Medianas (Test de Friedman) |
|--------|--|---|--|--|
| | | medias | desviaciones estándar | medianas |
| 4000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en los 5 métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| 8000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en los 5 métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |
| 16000 | Los datos no provienen de distribuciones normales (en los 5 métodos) | No existe diferencia significativa entre las medias | No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar | Existe diferencia significativa entre las medianas |

En la columna **Distribución Normal** de la tabla anterior se especifica para cual de los parámetros el conjunto de las diferencias normalizadas se ajusta o no, a una distribución normal. Así mismo la aclaración encerrada entre paréntesis indica para cuantos de los métodos estudiados el valor del coeficiente estandarizado de asimetría y/o de curtosis se encuentra fuera del rango permitido de -2 a 2 para un nivel de confianza de 95%, al realizar el análisis de distribución normal.

En las bandas de 250 y 500 Hz se observa que las diferencias normalizadas están normalmente distribuidas. Esto quiere decir que para esta banda de frecuencias se debe realizar una comparación de medias aritméticas. De esta comparación se concluye que no existe diferencia significativa entre las medias al aplicar los 5 métodos. Por otro lado para el resto de las bandas de frecuencia así como los valores ponderados A y C, las diferencias normalizadas no se ajustan a una distribución normal. Esto implica que en estos casos se debe aplicar un test no paramétrico para comparar medianas. De esta comparación de medianas se concluye que para el Leq ponderado A y las bandas de 4000, 8000 y 16000 Hz existe diferencia significativa entre las medianas y para el resto de los parámetros no existe. Los resultados no son concluyentes respecto de la ventaja de un método sobre otro.

A partir del análisis estadístico, considerando la comparación de medias aritméticas y de medianas, se puede concluir que para el caso del ruido aleatorio no se observa diferencia consistente entre los métodos. Ningún

método se caracteriza por entregar las menores diferencias entre el valor de referencia y el valor entregado por el método. Diferencias normalizadas menores para alguno de los métodos indicarían un mayor acercamiento entre el valor de referencia y el valor entregado por éste.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO CASO RUIDO FLUCTUANTE

RUIDO ALEATORIO

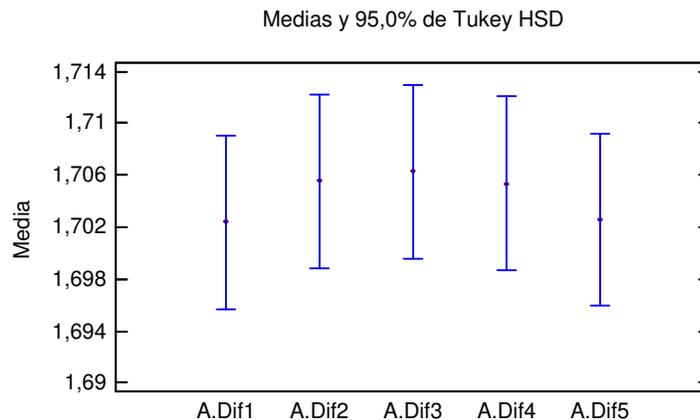
Comparación de Varias Muestras

Leg A

Muestra 1: A.DIF1
Muestra 2: A.DIF2
Muestra 3: A.DIF3
Muestra 4: A.DIF4
Muestra 5: A.DIF5

Muestra 1: 17 valores en el rango de 1,6848 a 1,7243
Muestra 2: 17 valores en el rango de 1,6911 a 1,738
Muestra 3: 17 valores en el rango de 1,6928 a 1,738
Muestra 4: 17 valores en el rango de 1,6893 a 1,7672
Muestra 5: 17 valores en el rango de 1,6902 a 1,7292

Este procedimiento compara los datos en 5 columnas del archivo de datos actual. Realiza varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras. **La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias.** Si las hay, las Prueba de Rango Múltiple dirá cuáles medias son significativamente diferentes de otras.



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Mediana | Desviación Estándar | Coefficiente de Variación | Error Estándar | Sbi |
|--------|----------|----------|---------|---------------------|---------------------------|----------------|------------|
| A.Dif1 | 17 | 1,70237 | 1,7016 | 0,0122232 | 0,718012% | 0,00296457 | 0,0122151 |
| A.Dif2 | 17 | 1,70554 | 1,699 | 0,0130171 | 0,763224% | 0,0031571 | 0,006904 |
| A.Dif3 | 17 | 1,70626 | 1,7007 | 0,0116438 | 0,682416% | 0,00282403 | 0,00699407 |
| A.Dif4 | 17 | 1,70535 | 1,6972 | 0,019006 | 1,11449% | 0,0046096 | 0,008962 |

| | | | | | | | |
|--------|----|---------|--------|-----------|-----------|----------------|---------------|
| | | | | | | 2 | 22 |
| A.Dif5 | 17 | 1,70258 | 1,6972 | 0,0123469 | 0,725188% | 0,0029945 6 | 0,010619 3 |
| Total | 85 | 1,70442 | 1,6998 | 0,0136766 | 0,802422% | 0,0014834 4 | 0,011159 2 |

| | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosiss Estandarizada</i> |
|--------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------------------------|
| A.Dif1 | 1,6848 | 1,7243 | 0,0395 | 0,935113 | -0,421563 |
| A.Dif2 | 1,6911 | 1,738 | 0,0469 | 2,10379 | 0,716952 |
| A.Dif3 | 1,6928 | 1,738 | 0,0452 | 2,661 | 1,90977 |
| A.Dif4 | 1,6893 | 1,7672 | 0,0779 | 4,10055 | 5,76803 |
| A.Dif5 | 1,6902 | 1,7292 | 0,039 | 1,97785 | 0,270375 |
| Total | 1,6848 | 1,7672 | 0,0824 | 6,54327 | 8,34127 |

Esta tabla muestra varios estadísticos para cada una de las 5 columnas de datos.

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 3 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Tabla ANOVA

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>de Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0,000222602 | 4 | 0,0000556504 | 0,29 | 0,8853 |
| Intra grupos | 0,0154896 | 80 | 0,00019362 | | |
| Total (Corr.) | 0,0157122 | 84 | | | |

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,287421, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Gráfico Caja y Bigotes

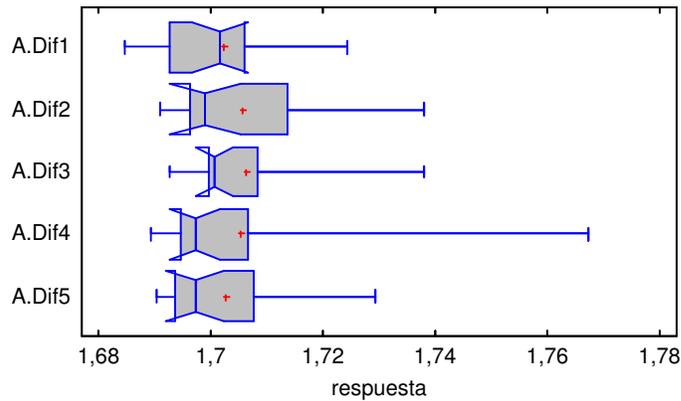
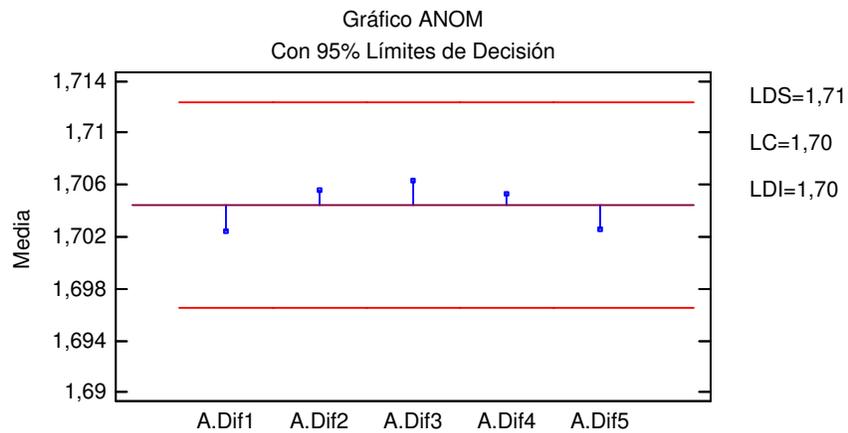


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|-------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Caso</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| | <i>s</i> | | | | |
| A.Dif1 | 17 | 1,70237 | 0,00337482 | 1,69571 | 1,70903 |
| A.Dif2 | 17 | 1,70554 | 0,00337482 | 1,69888 | 1,7122 |
| A.Dif3 | 17 | 1,70626 | 0,00337482 | 1,6996 | 1,71292 |
| A.Dif4 | 17 | 1,70535 | 0,00337482 | 1,69869 | 1,71201 |
| A.Dif5 | 17 | 1,70258 | 0,00337482 | 1,69592 | 1,70924 |
| Total | 85 | 1,70442 | | | |

Esta tabla muestra la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Están contruidos de tal forma que si todas las medias son iguales, todos los intervalos se traslaparán 95,0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas. En las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.



Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif1 | 17 | 1,70237 | X |
| A.Dif5 | 17 | 1,70258 | X |
| A.Dif4 | 17 | 1,70535 | X |
| A.Dif2 | 17 | 1,70554 | X |
| A.Dif3 | 17 | 1,70626 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig.</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | 0,00316471 | 0,00949803 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | 0,00388824 | 0,00949803 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | 0,00298235 | 0,00949803 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,00020582 | 0,00949803 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | 0,000723529 | 0,00949803 |

| | | | |
|--------|---|-----------|----------|
| A.Dif2 | - | 0,0001823 | 0,009498 |
| A.Dif4 | | 53 | 03 |
| A.Dif2 | - | 0,0029588 | 0,009498 |
| A.Dif5 | | 2 | 03 |
| A.Dif3 | - | 0,0009058 | 0,009498 |
| A.Dif4 | | 82 | 03 |
| A.Dif3 | - | 0,0036823 | 0,009498 |
| A.Dif5 | | 5 | 03 |
| A.Dif4 | - | 0,0027764 | 0,009498 |
| A.Dif5 | | 7 | 03 |

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. **No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza.** En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Verificación de Varianza

| | Prueba | Valor-P |
|--------|--------|---------|
| Levene | 0,1938 | 0,94093 |
| 's | 6 | 9 |

Los estadísticos mostrados en esta tabla evalúan la hipótesis nula de que las desviaciones estándar dentro de cada una de las 5 columnas son iguales. **De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.**

Prueba de Friedman

| | Tamaño de Muestra | Rango Promedio |
|--------|-------------------|----------------|
| A.Dif1 | 17 | 2,64706 |
| A.Dif2 | 17 | 3,44118 |
| A.Dif3 | 17 | 3,79412 |
| A.Dif4 | 17 | 2,76471 |
| A.Dif5 | 17 | 2,35294 |

Estadístico = 9,76855 Valor-P = 0,0445123

La prueba de Friedman evalúa la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de las 5 columnas es la misma. Los datos en cada fila ordenados de menor a mayor. Se calcula entonces el rango promedio para cada columna. **Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una**

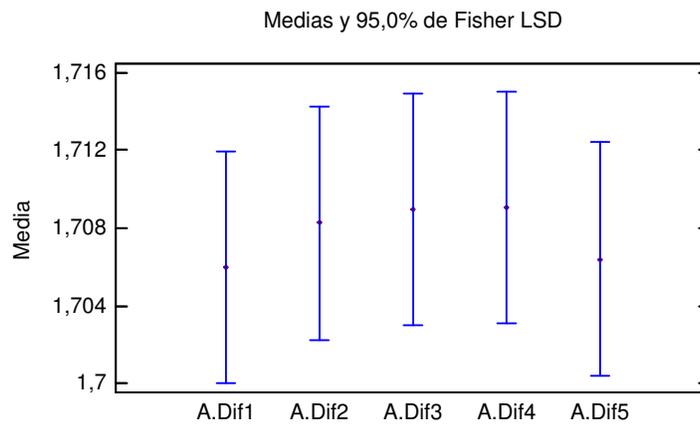
diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq C

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 19 valores en el rango de 1,6839 a 1,7412
 Muestra 2: 19 valores en el rango de 1,6821 a 1,7427
 Muestra 3: 19 valores en el rango de 1,6803 a 1,7427
 Muestra 4: 19 valores en el rango de 1,6821 a 1,7649
 Muestra 5: 19 valores en el rango de 1,6794 a 1,7419



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación | Mínimo | Máximo | Rango |
|--------|----------|----------|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| A.Dif1 | 19 | 1,70601 | 0,0176993 | 1,03747% | 1,6839 | 1,7412 | 0,0573 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70826 | 0,0176549 | 1,0335% | 1,6821 | 1,7427 | 0,0606 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70894 | 0,0173477 | 1,01512% | 1,6803 | 1,7427 | 0,0624 |
| A.Dif4 | 19 | 1,70903 | 0,0215916 | 1,26338% | 1,6821 | 1,7649 | 0,0828 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70639 | 0,0180773 | 1,05939% | 1,6794 | 1,7419 | 0,0625 |
| Total | 95 | 1,70773 | 0,018188 | 1,06504% | 1,6794 | 1,7649 | 0,0855 |

| | Sesgo Estandarizado | Curtosis Estandarizada |
|--|---------------------|------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|---------|------------|
| A.Dif1 | 1,5149 | -0,146229 |
| A.Dif2 | 1,65163 | -0,231353 |
| A.Dif3 | 1,57057 | -0,0713667 |
| A.Dif4 | 2,46943 | 1,09845 |
| A.Dif5 | 1,49826 | -0,144444 |
| Total | 3,92735 | 0,383537 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 1 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

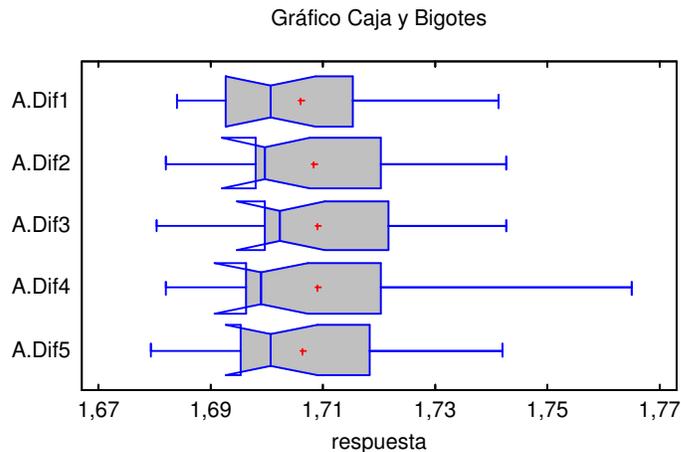


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000155549 | 4 | 0,0000388872 | 0,11 | 0,9776 |
| Intra grupos | 0,03094 | 90 | 0,000343778 | | |
| Total (Corr.) | 0,0310955 | 94 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,113117, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

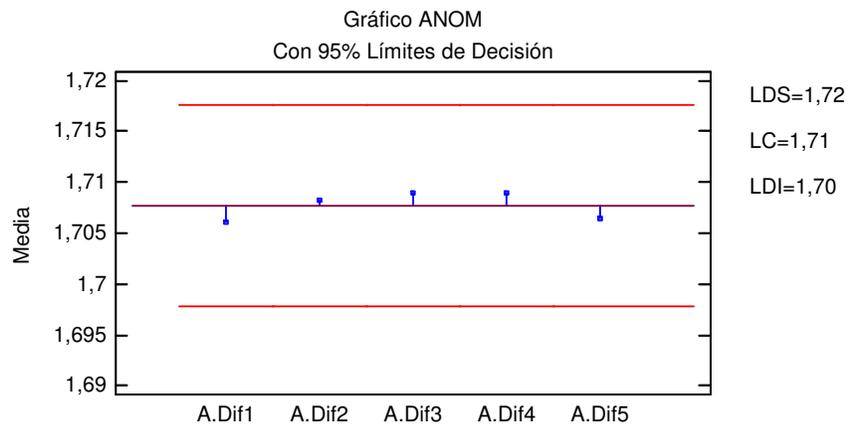


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 19 | 1,70601 | 0,00425365 | 1,70003 | 1,71198 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70826 | 0,00425365 | 1,70228 | 1,71423 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70894 | 0,00425365 | 1,70296 | 1,71491 |
| A.Dif4 | 19 | 1,70903 | 0,00425365 | 1,70306 | 1,71501 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70639 | 0,00425365 | 1,70042 | 1,71237 |
| Total | 95 | 1,70773 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif1 | 19 | 1,70601 | X |
| A.Dif5 | 19 | 1,70639 | X |
| A.Dif2 | 19 | 1,70826 | X |
| A.Dif3 | 19 | 1,70894 | X |
| A.Dif4 | 19 | 1,70903 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|-----------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | - 0,0022526 3 | 0,01195 1 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | - 0,0029315 8 | 0,01195 1 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | - 0,0030263 2 | 0,01195 1 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | - 0,0003894 74 | 0,01195 1 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | - 0,0006789 47 | 0,01195 1 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | - 0,0007736 84 | 0,01195 1 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0018631 6 | 0,01195 1 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | - 0,0000947 368 | 0,01195 1 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | 0,0025421 1 | 0,01195 1 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,0026368 4 | 0,01195 1 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|----------|---------------|----------------|
| Levene's | 0,06854 59 | 0,99126 3 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| A.Dif1 | 19 | 2,68421 |

| | | |
|--------|----|---------|
| A.Dif2 | 19 | 3,23684 |
| A.Dif3 | 19 | 3,5 |
| A.Dif4 | 19 | 3,0 |
| A.Dif5 | 19 | 2,57895 |

Estadístico = 4,62637 Valor-P = 0,327825

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 63 hz

Muestra 1: A.Dif1
Muestra 2: A.Dif2
Muestra 3: A.Dif3
Muestra 4: A.Dif4
Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 14 valores en el rango de 1,6884 a 1,7316
Muestra 2: 14 valores en el rango de 1,6955 a 1,7316
Muestra 3: 14 valores en el rango de 1,6964 a 1,7316
Muestra 4: 14 valores en el rango de 1,6946 a 1,73
Muestra 5: 14 valores en el rango de 1,692 a 1,7267

Resumen Estadístico

| | <i>Recuento</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Coefficiente de Variación</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> |
|--------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| A.Dif1 | 14 | 1,70439 | 0,0128134 | 0,751785% | 1,6884 | 1,7316 | 0,0432 |
| A.Dif2 | 14 | 1,706 | 0,0103809 | 0,608494% | 1,6955 | 1,7316 | 0,0361 |
| A.Dif3 | 14 | 1,7064 | 0,0112422 | 0,658827% | 1,6964 | 1,7316 | 0,0352 |
| A.Dif4 | 14 | 1,70444 | 0,00912509 | 0,535371% | 1,6946 | 1,73 | 0,0354 |
| A.Dif5 | 14 | 1,70308 | 0,00944825 | 0,554775% | 1,692 | 1,7267 | 0,0347 |
| Total | 70 | 1,70486 | 0,0104414 | 0,61245% | 1,6884 | 1,7316 | 0,0432 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--------|----------------------------|-------------------------------|
| A.Dif1 | 1,52641 | 0,135155 |
| A.Dif2 | 2,55612 | 1,79501 |
| A.Dif3 | 2,37734 | 1,20495 |
| A.Dif4 | 2,87689 | 3,23016 |
| A.Dif5 | 2,0913 | 1,45868 |
| Total | 4,45393 | 1,81454 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 4 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Gráfico Caja y Bigotes

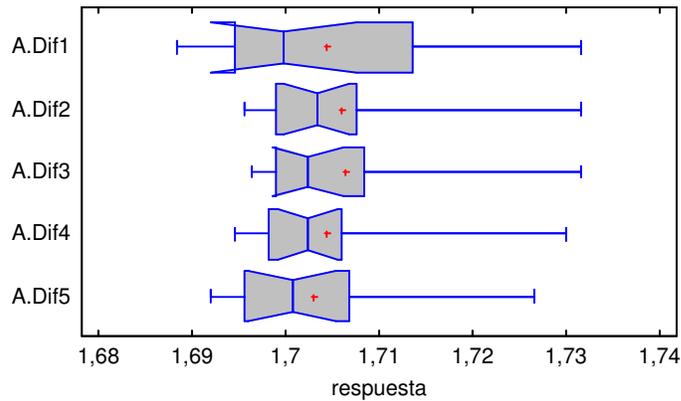
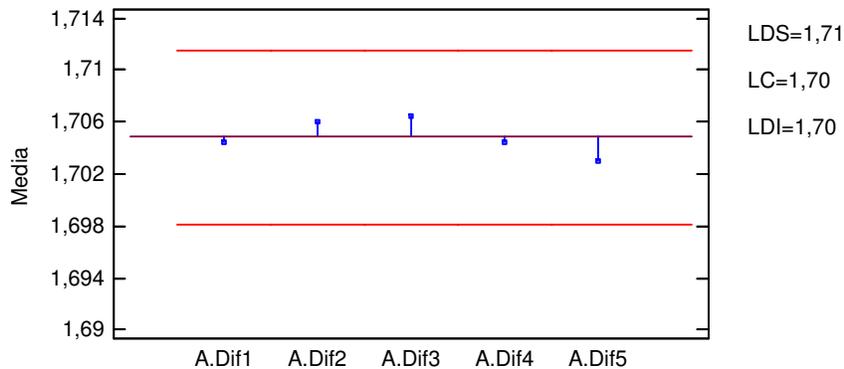


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000101316 | 4 | 0,0000253291 | 0,22 | 0,9253 |
| Intra grupos | 0,00742131 | 65 | 0,000114174 | | |
| Total (Corr.) | 0,00752262 | 69 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,221846, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

Gráfico ANOM
Con 95% Límites de Decisión



Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif5 | 14 | 1,70308 | X |
| A.Dif1 | 14 | 1,70439 | X |
| A.Dif4 | 14 | 1,70444 | X |
| A.Dif2 | 14 | 1,706 | X |
| A.Dif3 | 14 | 1,7064 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig.</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|-------------|---------------------|--------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | - 0,001607 14 | 0,008065 73 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | - 0,002007 14 | 0,008065 73 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | -0,00005 | 0,008065 73 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,001314 29 | 0,008065 73 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | -0,0004 | 0,008065 73 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | 0,001557 14 | 0,008065 73 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,002921 43 | 0,008065 73 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | 0,001957 14 | 0,008065 73 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | 0,003321 43 | 0,008065 73 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,001364 29 | 0,008065 73 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|----------|---------------|----------------|
| Levene's | 0,4291 2 | 0,78707 8 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| A.Dif1 | 14 | 2,25 |
| A.Dif2 | 14 | 3,35714 |
| A.Dif3 | 14 | 3,42857 |
| A.Dif4 | 14 | 3,0 |
| A.Dif5 | 14 | 2,96429 |

Estadístico = 5,15789 Valor-P = 0,271477

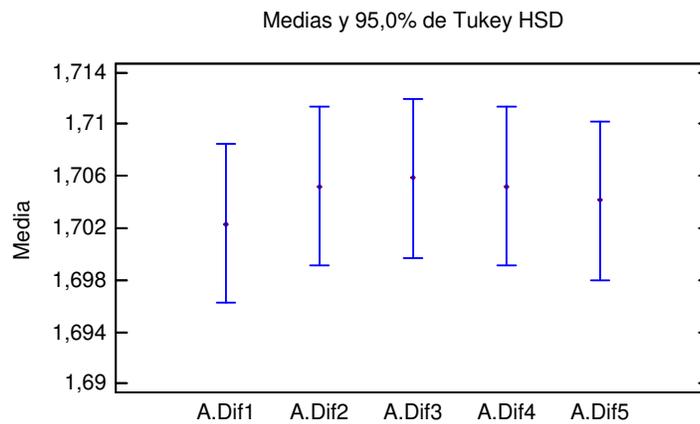
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 125 hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 18 valores en el rango de 1,6767 a 1,7292
 Muestra 2: 18 valores en el rango de 1,6937 a 1,7348
 Muestra 3: 18 valores en el rango de 1,6911 a 1,7348
 Muestra 4: 18 valores en el rango de 1,6928 a 1,7348
 Muestra 5: 18 valores en el rango de 1,6785 a 1,734



Resumen Estadístico

| | <i>Recuento</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Coficiente de Variación</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> |
|--------|-----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| A.Dif1 | 18 | 1,70231 | 0,0143983 | 0,845814% | 1,6767 | 1,7292 | 0,0525 |
| A.Dif2 | 18 | 1,70523 | 0,0122361 | 0,717564% | 1,6937 | 1,7348 | 0,0411 |
| A.Dif3 | 18 | 1,70587 | 0,0116807 | 0,684734% | 1,6911 | 1,7348 | 0,0437 |
| A.Dif4 | 18 | 1,70517 | 0,0126277 | 0,740552% | 1,6928 | 1,7348 | 0,042 |
| A.Dif5 | 18 | 1,70411 | 0,0146426 | 0,859256% | 1,6785 | 1,734 | 0,0555 |
| Total | 90 | 1,70454 | 0,0129326 | 0,758716% | 1,6767 | 1,7348 | 0,0581 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|---------|------------|
| A.Dif1 | 1,10354 | -0,0685797 |
| A.Dif2 | 2,74854 | 1,38228 |
| A.Dif3 | 2,67619 | 1,59197 |
| A.Dif4 | 2,4231 | 0,914955 |
| A.Dif5 | 1,5218 | 0,542006 |
| Total | 3,81533 | 0,982361 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 3 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

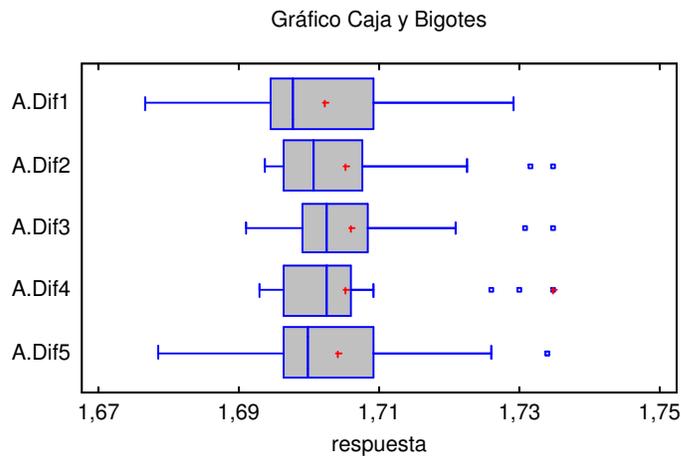


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000140655 | 4 | 0,0000351638 | 0,20 | 0,9362 |
| Intra grupos | 0,0147447 | 85 | 0,000173467 | | |
| Total (Corr.) | 0,0148854 | 89 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,202711, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

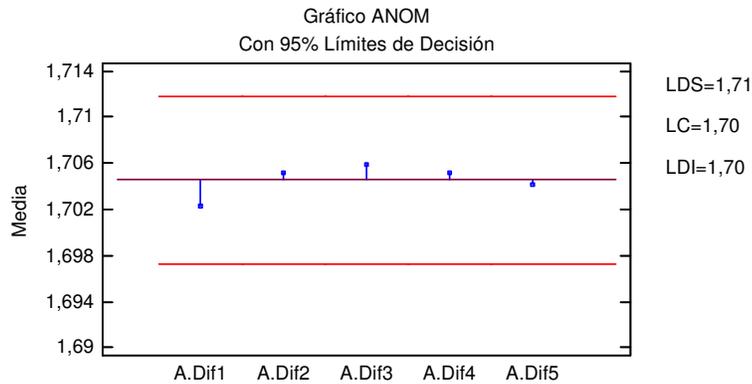


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 18 | 1,70231 | 0,00310436 | 1,69619 | 1,70842 |
| A.Dif2 | 18 | 1,70523 | 0,00310436 | 1,69911 | 1,71135 |
| A.Dif3 | 18 | 1,70587 | 0,00310436 | 1,69975 | 1,71198 |
| A.Dif4 | 18 | 1,70517 | 0,00310436 | 1,69905 | 1,71129 |
| A.Dif5 | 18 | 1,70411 | 0,00310436 | 1,69799 | 1,71022 |
| Total | 90 | 1,70454 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif1 | 18 | 1,70231 | X |
| A.Dif5 | 18 | 1,70411 | X |
| A.Dif4 | 18 | 1,70517 | X |
| A.Dif2 | 18 | 1,70523 | X |
| A.Dif3 | 18 | 1,70587 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig.</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| A.Dif1 | - | - | 0,008728 |
| A.Dif2 | | 0,0029222 | 98 |

| | | | |
|--------|---|-----------|----------|
| | | 2 | |
| A.Dif1 | - | - | 0,008728 |
| A.Dif3 | | 0,0035611 | 98 |
| | | 1 | |
| A.Dif1 | - | - | 0,008728 |
| A.Dif4 | | 0,0028666 | 98 |
| | | 7 | |
| A.Dif1 | - | -0,0018 | 0,008728 |
| A.Dif5 | | | 98 |
| A.Dif2 | - | - | 0,008728 |
| A.Dif3 | | 0,0006388 | 98 |
| | | 89 | |
| A.Dif2 | - | 0,0000555 | 0,008728 |
| A.Dif4 | | 556 | 98 |
| A.Dif2 | - | 0,0011222 | 0,008728 |
| A.Dif5 | | 2 | 98 |
| A.Dif3 | - | 0,0006944 | 0,008728 |
| A.Dif4 | | 44 | 98 |
| A.Dif3 | - | 0,0017611 | 0,008728 |
| A.Dif5 | | 1 | 98 |
| A.Dif4 | - | 0,0010666 | 0,008728 |
| A.Dif5 | | 7 | 98 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | Prueba | Valor-P |
|--------|--------|---------|
| Levene | 0,2919 | 0,88243 |
| 's | 82 | 7 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | Tamaño de Muestra | Rango Promedio |
|--------|-------------------|----------------|
| A.Dif1 | 18 | 2,55556 |
| A.Dif2 | 18 | 3,25 |
| A.Dif3 | 18 | 3,30556 |

| | | |
|--------|----|---------|
| A.Dif4 | 18 | 2,83333 |
| A.Dif5 | 18 | 3,05556 |

Estadístico = 2,93805 Valor-P = 0,568245

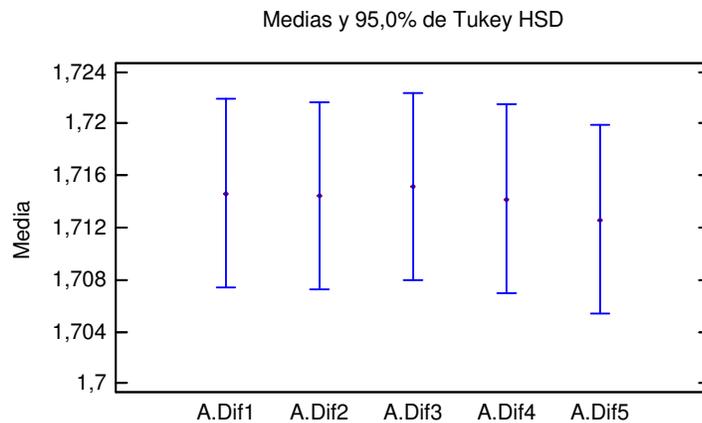
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 250 hz

Muestra 1: A.Dif1
Muestra 2: A.Dif2
Muestra 3: A.Dif3
Muestra 4: A.Dif4
Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 19 valores en el rango de 1,6946 a 1,749
Muestra 2: 19 valores en el rango de 1,6928 a 1,752
Muestra 3: 19 valores en el rango de 1,6981 a 1,7513
Muestra 4: 19 valores en el rango de 1,6902 a 1,749
Muestra 5: 19 valores en el rango de 1,6848 a 1,7497



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación | Mínimo | Máximo | Rango |
|--------|----------|----------|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| A.Dif1 | 19 | 1,71466 | 0,0149807 | 0,873687% | 1,6946 | 1,749 | 0,0544 |
| A.Dif2 | 19 | 1,71446 | 0,0166009 | 0,968286% | 1,6928 | 1,752 | 0,0592 |
| A.Dif3 | 19 | 1,71516 | 0,0156647 | 0,913306% | 1,6981 | 1,7513 | 0,0532 |

| | | | | | | | |
|--------|----|---------|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| A.Dif4 | 19 | 1,71423 | 0,0161771 | 0,943699% | 1,6902 | 1,749 | 0,0588 |
| A.Dif5 | 19 | 1,71261 | 0,0167827 | 0,97995% | 1,6848 | 1,7497 | 0,0649 |
| Total | 95 | 1,71422 | 0,0157333 | 0,917809% | 1,6848 | 1,752 | 0,0672 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--------|----------------------------|-------------------------------|
| A.Dif1 | 1,20878 | -0,129283 |
| A.Dif2 | 1,61323 | 0,381908 |
| A.Dif3 | 1,86096 | 0,504289 |
| A.Dif4 | 1,17103 | -0,189214 |
| A.Dif5 | 0,923646 | -0,116013 |
| Total | 2,76883 | -0,249518 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran dentro del rango de -2 a +2 para todas las columnas. Esto indica que los datos provienen de una distribución normal.

Gráfico Caja y Bigotes

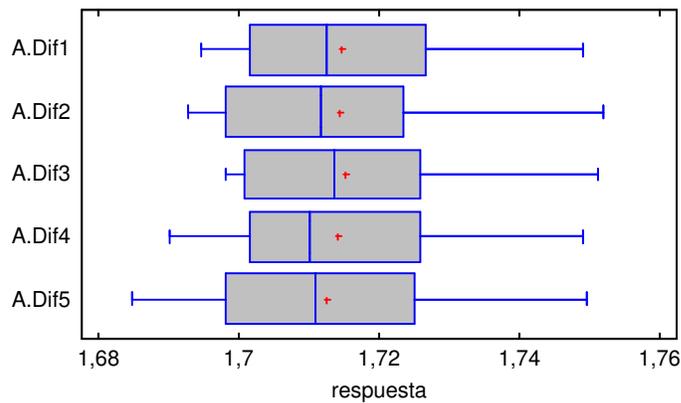


Tabla ANOVA

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0,0000708848 | 4 | 0,0000177212 | 0,07 | 0,9912 |
| Intra grupos | 0,0231976 | 90 | 0,000257751 | | |
| Total (Corr.) | 0,0232685 | 94 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0687532, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

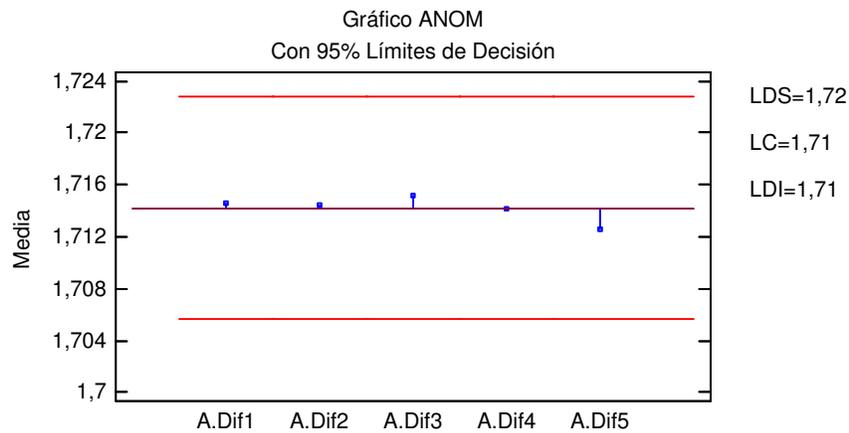


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 19 | 1,71466 | 0,00368318 | 1,70741 | 1,72191 |
| A.Dif2 | 19 | 1,71446 | 0,00368318 | 1,70721 | 1,72171 |
| A.Dif3 | 19 | 1,71516 | 0,00368318 | 1,70791 | 1,72241 |
| A.Dif4 | 19 | 1,71423 | 0,00368318 | 1,70698 | 1,72148 |
| A.Dif5 | 19 | 1,71261 | 0,00368318 | 1,70536 | 1,71986 |
| Total | 95 | 1,71422 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif5 | 19 | 1,71261 | X |
| A.Dif4 | 19 | 1,71423 | X |
| A.Dif2 | 19 | 1,71446 | X |
| A.Dif1 | 19 | 1,71466 | X |
| A.Dif3 | 19 | 1,71516 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|----------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | 0,0001947 37 | 0,01034 82 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | - 0,0005052 63 | 0,01034 82 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | 0,0004315 79 | 0,01034 82 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,0020473 7 | 0,01034 82 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | -0,0007 | 0,01034 82 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | 0,0002368 42 | 0,01034 82 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0018526 3 | 0,01034 82 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | 0,0009368 42 | 0,01034 82 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | 0,0025526 3 | 0,01034 82 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,0016157 9 | 0,01034 82 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,07079 67 | 0,99070 8 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|------------------------------|-----------------------|
| A.Dif1 | 19 | 2,89474 |
| A.Dif2 | 19 | 3,23684 |
| A.Dif3 | 19 | 3,18421 |
| A.Dif4 | 19 | 2,78947 |
| A.Dif5 | 19 | 2,89474 |

Estadístico = 1,25905 Valor-P = 0,868284

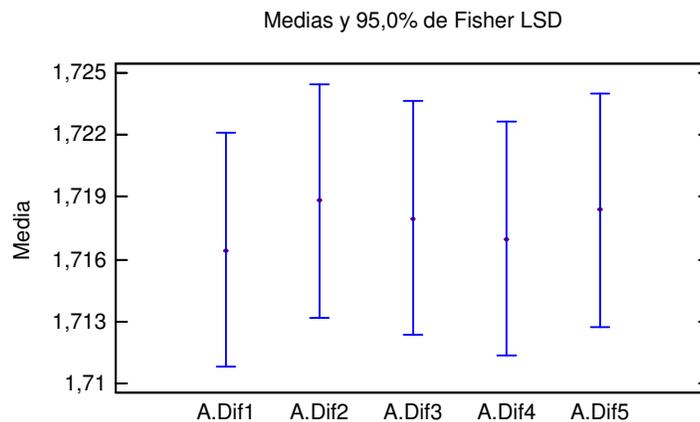
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 500hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 21 valores en el rango de 1,6839 a 1,7574
 Muestra 2: 21 valores en el rango de 1,6902 a 1,7513
 Muestra 3: 21 valores en el rango de 1,6902 a 1,7505
 Muestra 4: 21 valores en el rango de 1,6884 a 1,7505
 Muestra 5: 21 valores en el rango de 1,6884 a 1,7574



Resumen Estadístico

| | <i>Recuento</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Coficiente de Variación</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> |
|--------|-----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| A.Dif1 | 21 | 1,71643 | 0,0182068 | 1,06074% | 1,6839 | 1,7574 | 0,0735 |
| A.Dif2 | 21 | 1,71881 | 0,0184171 | 1,07151% | 1,6902 | 1,7513 | 0,0611 |
| A.Dif3 | 21 | 1,71796 | 0,0178438 | 1,03866% | 1,6902 | 1,7505 | 0,0603 |
| A.Dif4 | 21 | 1,71698 | 0,0185904 | 1,08274% | 1,6884 | 1,7505 | 0,0621 |
| A.Dif5 | 21 | 1,71839 | 0,0187444 | 1,09081% | 1,6884 | 1,7574 | 0,069 |
| Total | 105 | 1,71771 | 0,0180285 | 1,04957% | 1,6839 | 1,7574 | 0,0735 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--------|----------------------------|-------------------------------|
| A.Dif1 | 1,01526 | 0,0377393 |

| | | |
|--------|----------|-----------|
| A.Dif2 | 0,294607 | -0,95869 |
| A.Dif3 | 0,770488 | -0,834973 |
| A.Dif4 | 0,626916 | -0,868141 |
| A.Dif5 | 0,4821 | -0,524284 |
| Total | 1,32648 | -1,65473 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran dentro del rango de -2 a +2 para todas las columnas. Esto indica que los datos provienen de una distribución normal.

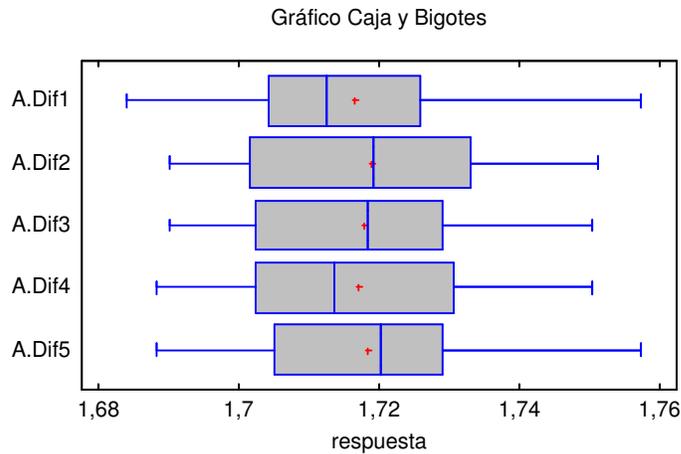


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,0000821853 | 4 | 0,0000205463 | 0,06 | 0,9930 |
| Intra grupos | 0,0337207 | 100 | 0,000337207 | | |
| Total (Corr.) | 0,0338029 | 104 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0609309, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

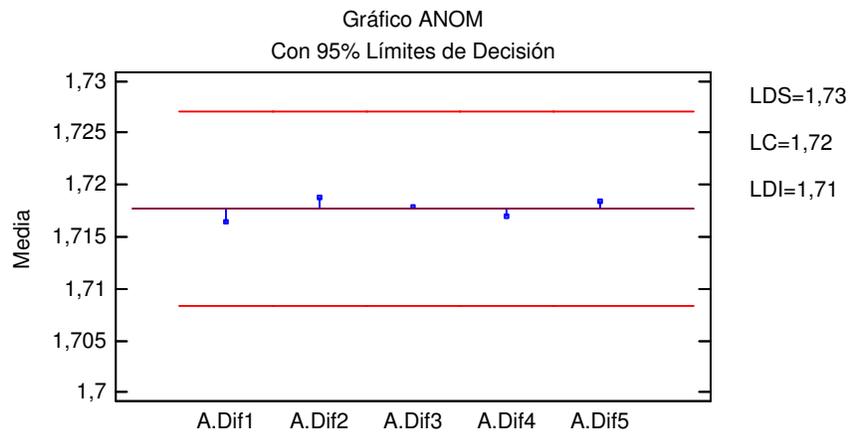


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 21 | 1,71643 | 0,00400718 | 1,71081 | 1,72205 |
| A.Dif2 | 21 | 1,71881 | 0,00400718 | 1,71319 | 1,72443 |
| A.Dif3 | 21 | 1,71796 | 0,00400718 | 1,71234 | 1,72358 |
| A.Dif4 | 21 | 1,71698 | 0,00400718 | 1,71135 | 1,7226 |
| A.Dif5 | 21 | 1,71839 | 0,00400718 | 1,71277 | 1,72401 |
| Total | 105 | 1,71771 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif1 | 21 | 1,71643 | X |
| A.Dif4 | 21 | 1,71698 | X |
| A.Dif3 | 21 | 1,71796 | X |
| A.Dif5 | 21 | 1,71839 | X |
| A.Dif2 | 21 | 1,71881 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|----------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | - 0,0023809 5 | 0,01124 32 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | - 0,0015285 7 | 0,01124 32 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | - 0,0005476 19 | 0,01124 32 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | - 0,0019619 | 0,01124 32 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | 0,0008523 81 | 0,01124 32 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | 0,0018333 3 | 0,01124 32 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0004190 48 | 0,01124 32 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | 0,0009809 52 | 0,01124 32 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | - 0,0004333 33 | 0,01124 32 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | - 0,0014142 9 | 0,01124 32 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,03301 22 | 0,99787 6 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|------------------------------|---------------------------|
| A.Dif1 | 21 | 2,42857 |
| A.Dif2 | 21 | 3,21429 |
| A.Dif3 | 21 | 3,38095 |

| | | |
|--------|----|---------|
| A.Dif4 | 21 | 2,85714 |
| A.Dif5 | 21 | 3,11905 |

Estadístico = 4,73966 Valor-P = 0,315068

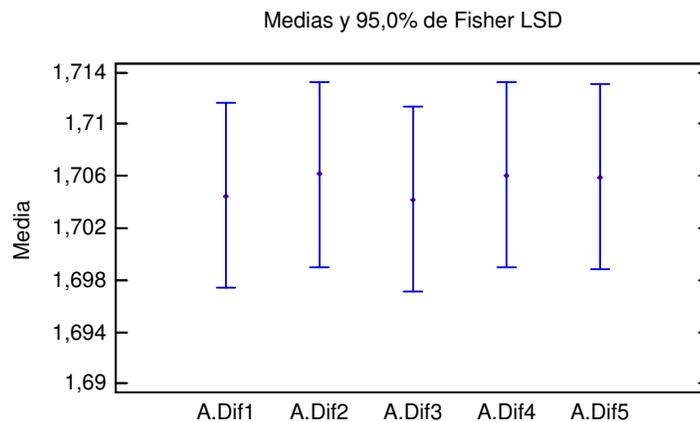
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 1000hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 19 valores en el rango de 1,6656 a 1,776
 Muestra 2: 19 valores en el rango de 1,6618 a 1,7589
 Muestra 3: 19 valores en el rango de 1,658 a 1,7528
 Muestra 4: 19 valores en el rango de 1,6599 a 1,7474
 Muestra 5: 19 valores en el rango de 1,6599 a 1,7723



Resumen Estadístico

| | <i>Recuento</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Coficiente de Variación</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> |
|--------|-----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| A.Dif1 | 19 | 1,70451 | 0,0246426 | 1,44573% | 1,6656 | 1,776 | 0,1104 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70611 | 0,0218232 | 1,27912% | 1,6618 | 1,7589 | 0,0971 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70422 | 0,0185822 | 1,09036% | 1,658 | 1,7528 | 0,0948 |
| A.Dif4 | 19 | 1,7061 | 0,0209287 | 1,2267% | 1,6599 | 1,7474 | 0,0875 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70593 | 0,0240381 | 1,40909% | 1,6599 | 1,7723 | 0,1124 |
| Total | 95 | 1,70537 | 0,0216523 | 1,26965% | 1,658 | 1,776 | 0,118 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|----------|----------|
| A.Dif1 | 2,39849 | 2,88695 |
| A.Dif2 | 1,44692 | 1,5234 |
| A.Dif3 | 0,782682 | 3,25445 |
| A.Dif4 | 0,427482 | 0,646855 |
| A.Dif5 | 1,93871 | 2,39787 |
| Total | 3,36158 | 3,7341 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 3 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

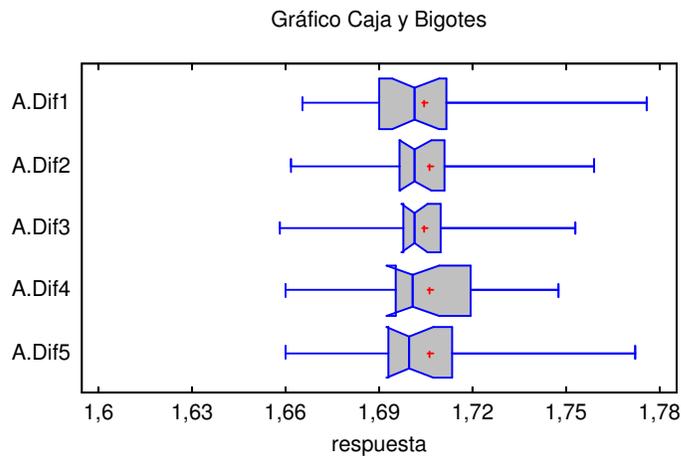


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,0000656509 | 4 | 0,0000164127 | 0,03 | 0,9978 |
| Intra grupos | 0,0440037 | 90 | 0,000488931 | | |
| Total (Corr.) | 0,0440694 | 94 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0335686, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

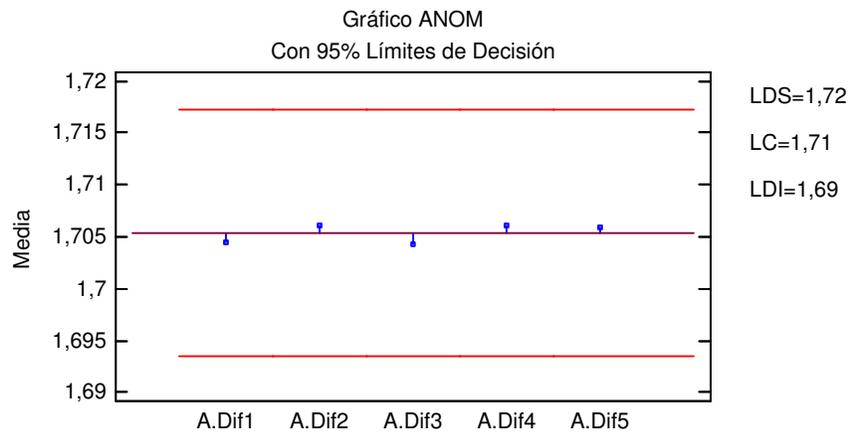


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 19 | 1,70451 | 0,00507279 | 1,69738 | 1,71164 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70611 | 0,00507279 | 1,69898 | 1,71324 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70422 | 0,00507279 | 1,69709 | 1,71135 |
| A.Dif4 | 19 | 1,7061 | 0,00507279 | 1,69897 | 1,71323 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70593 | 0,00507279 | 1,69881 | 1,71306 |
| Total | 95 | 1,70537 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif3 | 19 | 1,70422 | X |
| A.Dif1 | 19 | 1,70451 | X |
| A.Dif5 | 19 | 1,70593 | X |
| A.Dif4 | 19 | 1,7061 | X |
| A.Dif2 | 19 | 1,70611 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|---------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | -0,0016 | 0,01425 24 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | 0,0002894 74 | 0,01425 24 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | - 0,0015894 7 | 0,01425 24 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | - 0,0014210 5 | 0,01425 24 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | 0,0018894 7 | 0,01425 24 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | 0,0000105 263 | 0,01425 24 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0001789 47 | 0,01425 24 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | - 0,0018789 5 | 0,01425 24 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | - 0,0017105 3 | 0,01425 24 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,0001684 21 | 0,01425 24 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,2550 74 | 0,90586 6 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| A.Dif1 | 19 | 2,89474 |
| A.Dif2 | 19 | 2,81579 |
| A.Dif3 | 19 | 3,26316 |
| A.Dif4 | 19 | 2,86842 |
| A.Dif5 | 19 | 3,15789 |

Estadístico = 1,24862 Valor-P = 0,870031

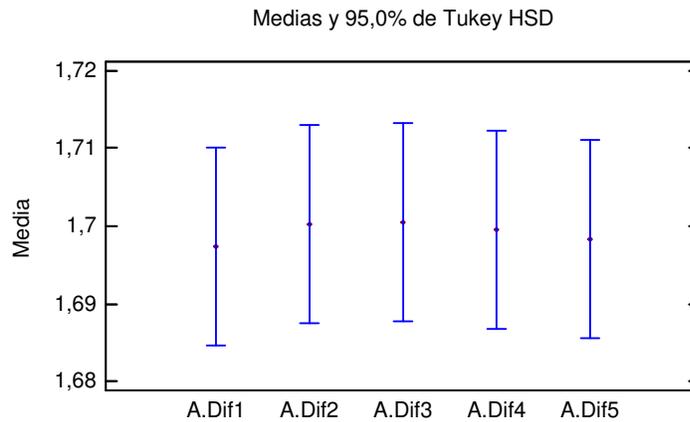
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 2000 hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 19 valores en el rango de 1,5966 a 1,7324
 Muestra 2: 19 valores en el rango de 1,5988 a 1,7566
 Muestra 3: 19 valores en el rango de 1,5999 a 1,7657
 Muestra 4: 19 valores en el rango de 1,5999 a 1,7566
 Muestra 5: 19 valores en el rango de 1,5933 a 1,7396



Resumen Estadístico

| | <i>Recuento</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Coficiente de Variación</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Rango</i> |
|--------|-----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| A.Dif1 | 19 | 1,69742 | 0,0272158 | 1,60336% | 1,5966 | 1,7324 | 0,1358 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70026 | 0,0283926 | 1,66989% | 1,5988 | 1,7566 | 0,1578 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70056 | 0,0288853 | 1,69858% | 1,5999 | 1,7657 | 0,1658 |
| A.Dif4 | 19 | 1,69946 | 0,0282357 | 1,66145% | 1,5999 | 1,7566 | 0,1567 |
| A.Dif5 | 19 | 1,6983 | 0,0279553 | 1,64607% | 1,5933 | 1,7396 | 0,1463 |
| Total | 95 | 1,6992 | 0,0275628 | 1,6221% | 1,5933 | 1,7657 | 0,1724 |

| | <i>Sesgo Estandarizado</i> | <i>Curtosis Estandarizada</i> |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|----------|---------|
| A.Dif1 | -5,17301 | 10,1462 |
| A.Dif2 | -4,13301 | 9,16753 |
| A.Dif3 | -3,38235 | 8,79774 |
| A.Dif4 | -3,87481 | 8,67134 |
| A.Dif5 | -5,40492 | 10,9328 |
| Total | -9,05817 | 16,4836 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 5 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

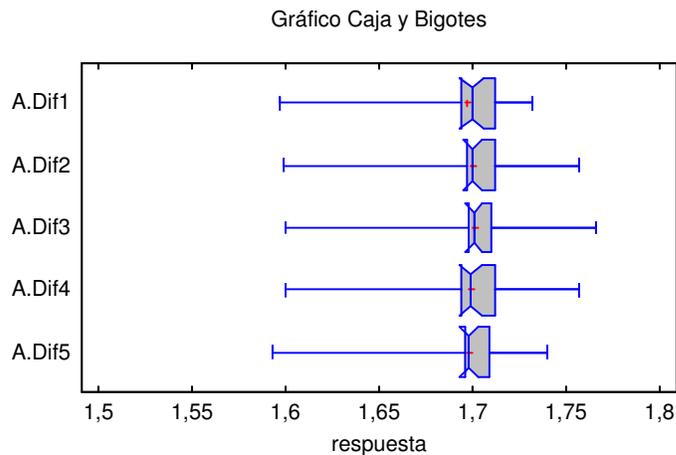


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000133292 | 4 | 0,0000333229 | 0,04 | 0,9966 |
| Intra grupos | 0,0712791 | 90 | 0,00079199 | | |
| Total (Corr.) | 0,0714124 | 94 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0420749, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

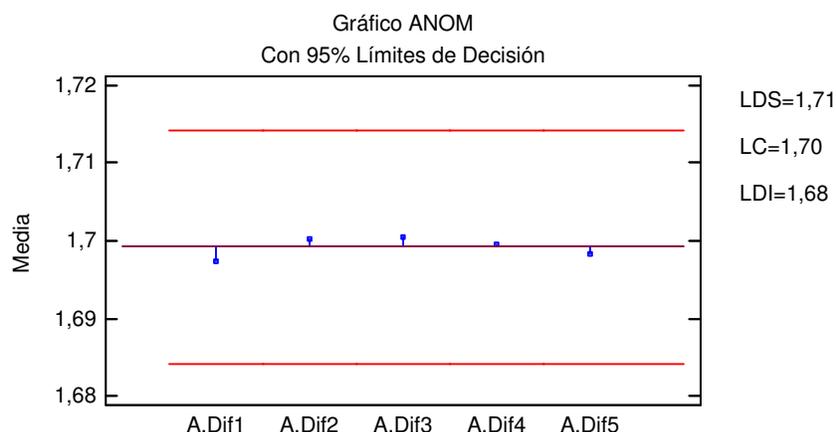


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 19 | 1,69742 | 0,00645629 | 1,68471 | 1,71013 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70026 | 0,00645629 | 1,68755 | 1,71297 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70056 | 0,00645629 | 1,68785 | 1,71327 |
| A.Dif4 | 19 | 1,69946 | 0,00645629 | 1,68675 | 1,71217 |
| A.Dif5 | 19 | 1,6983 | 0,00645629 | 1,68559 | 1,71101 |
| Total | 95 | 1,6992 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif1 | 19 | 1,69742 | X |
| A.Dif5 | 19 | 1,6983 | X |
| A.Dif4 | 19 | 1,69946 | X |
| A.Dif2 | 19 | 1,70026 | X |
| A.Dif3 | 19 | 1,70056 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/-</i> |
|------------------|------------|-------------------|------------|
|------------------|------------|-------------------|------------|

| | . | | Límites |
|--------|---|-----------|---------|
| A.Dif1 | - | - | 0,01813 |
| A.Dif2 | - | 0,0028421 | 95 |
| A.Dif1 | - | - | 0,01813 |
| A.Dif3 | - | 0,0031368 | 95 |
| A.Dif1 | - | - | 0,01813 |
| A.Dif4 | - | 0,0020368 | 95 |
| A.Dif1 | - | - | 0,01813 |
| A.Dif5 | - | 0,0008789 | 95 |
| A.Dif2 | - | - | 0,01813 |
| A.Dif3 | - | 0,0002947 | 95 |
| A.Dif2 | - | 0,0008052 | 0,01813 |
| A.Dif4 | - | 63 | 95 |
| A.Dif2 | - | 0,0019631 | 0,01813 |
| A.Dif5 | - | 6 | 95 |
| A.Dif3 | - | 0,0011 | 0,01813 |
| A.Dif4 | - | | 95 |
| A.Dif3 | - | 0,0022578 | 0,01813 |
| A.Dif5 | - | 9 | 95 |
| A.Dif4 | - | 0,0011578 | 0,01813 |
| A.Dif5 | - | 9 | 95 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | Prueba | Valor-P |
|----------|-----------|----------|
| Levene's | 0,0121808 | 0,999702 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | Tamaño de Muestra | Rango Promedio |
|--------|-------------------|----------------|
| A.Dif1 | 19 | 2,81579 |
| A.Dif2 | 19 | 3,18421 |
| A.Dif3 | 19 | 3,31579 |
| A.Dif4 | 19 | 2,89474 |
| A.Dif5 | 19 | 2,78947 |

Estadístico = 1,78393 Valor-P = 0,77542

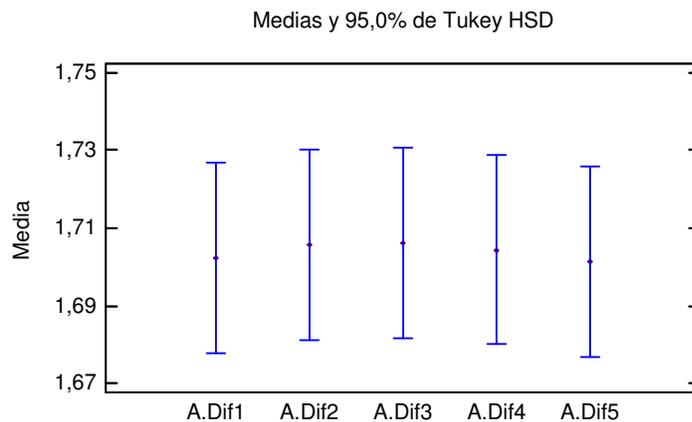
Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 4000hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 19 valores en el rango de 1,534 a 1,842
 Muestra 2: 19 valores en el rango de 1,5366 a 1,8382
 Muestra 3: 19 valores en el rango de 1,5391 a 1,8351
 Muestra 4: 19 valores en el rango de 1,5403 a 1,8357
 Muestra 5: 19 valores en el rango de 1,5289 a 1,8338



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación | Mínimo | Máximo | Rango |
|--------|----------|----------|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| A.Dif1 | 19 | 1,70228 | 0,0545266 | 3,20316% | 1,534 | 1,842 | 0,308 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70573 | 0,0543778 | 3,18796% | 1,5366 | 1,8382 | 0,3016 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70618 | 0,0535503 | 3,13861% | 1,5391 | 1,8351 | 0,296 |
| A.Dif4 | 19 | 1,70438 | 0,0534906 | 3,13841% | 1,5403 | 1,8357 | 0,2954 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70129 | 0,0539205 | 3,16938% | 1,5289 | 1,8338 | 0,3049 |
| Total | 95 | 1,70397 | 0,0528486 | 3,1015% | 1,5289 | 1,842 | 0,3131 |

| | Sesgo Estandarizado | Curtosis Estandarizada |
|--|---------------------|------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|----------|---------|
| A.Dif1 | -1,28623 | 6,12999 |
| A.Dif2 | -1,47406 | 5,92048 |
| A.Dif3 | -1,5093 | 5,95018 |
| A.Dif4 | -1,27761 | 5,67223 |
| A.Dif5 | -1,82824 | 6,6577 |
| Total | -3,07623 | 10,3046 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 5 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Gráfico Caja y Bigotes

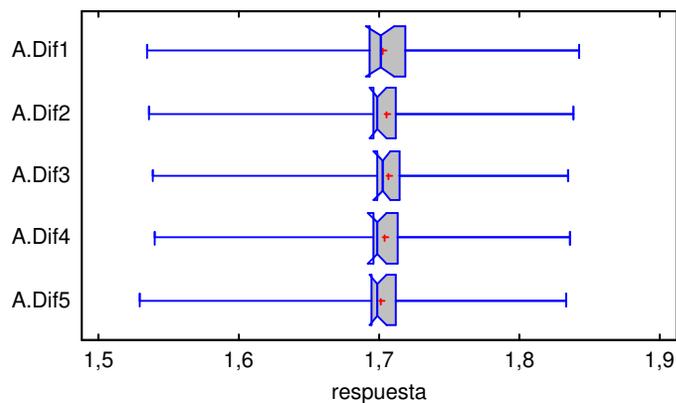


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000344894 | 4 | 0,0000862235 | 0,03 | 0,9983 |
| Intra grupos | 0,262195 | 90 | 0,00291328 | | |
| Total (Corr.) | 0,26254 | 94 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0295967, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

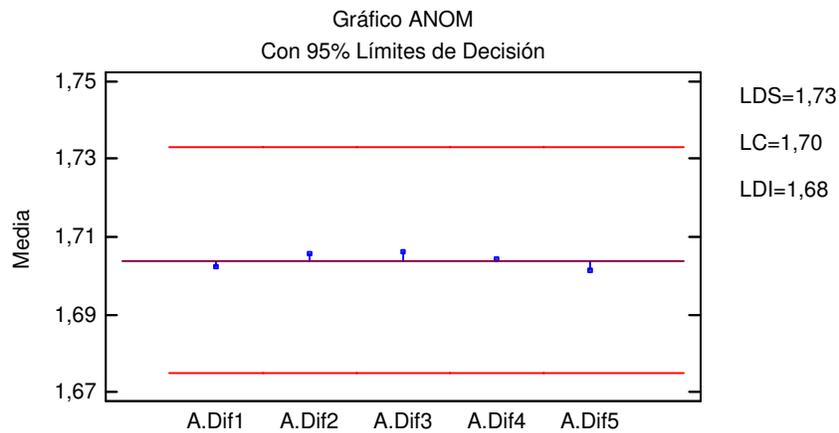


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 19 | 1,70228 | 0,0123827 | 1,6779 | 1,72665 |
| A.Dif2 | 19 | 1,70573 | 0,0123827 | 1,68135 | 1,7301 |
| A.Dif3 | 19 | 1,70618 | 0,0123827 | 1,6818 | 1,73055 |
| A.Dif4 | 19 | 1,70438 | 0,0123827 | 1,68001 | 1,72876 |
| A.Dif5 | 19 | 1,70129 | 0,0123827 | 1,67692 | 1,72567 |
| Total | 95 | 1,70397 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif5 | 19 | 1,70129 | X |
| A.Dif1 | 19 | 1,70228 | X |
| A.Dif4 | 19 | 1,70438 | X |
| A.Dif2 | 19 | 1,70573 | X |
| A.Dif3 | 19 | 1,70618 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|----------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | - 0,0034473 7 | 0,03479 02 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | -0,0039 | 0,03479 02 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | - 0,0021052 6 | 0,03479 02 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,0009842 11 | 0,03479 02 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | - 0,0004526 32 | 0,03479 02 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | 0,0013421 1 | 0,03479 02 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0044315 8 | 0,03479 02 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | 0,0017947 4 | 0,03479 02 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | 0,0048842 1 | 0,03479 02 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,0030894 7 | 0,03479 02 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,00506 24 | 0,99994 8 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|------------------------------|---------------------------|
| A.Dif1 | 19 | 2,65789 |
| A.Dif2 | 19 | 3,52632 |
| A.Dif3 | 19 | 3,63158 |
| A.Dif4 | 19 | 2,86842 |
| A.Dif5 | 19 | 2,31579 |

Estadístico = 9,97838 Valor-P = 0,0407935

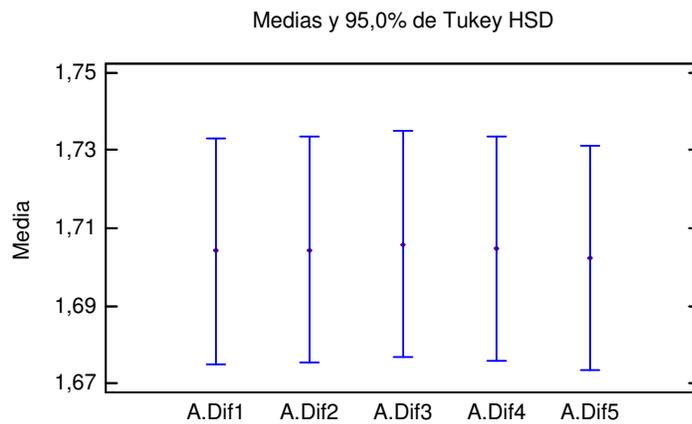
Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 8000hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 15 valores en el rango de 1,5353 a 1,7966
 Muestra 2: 15 valores en el rango de 1,5403 a 1,7966
 Muestra 3: 15 valores en el rango de 1,5416 a 1,7938
 Muestra 4: 15 valores en el rango de 1,5237 a 1,7959
 Muestra 5: 15 valores en el rango de 1,5276 a 1,7882



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación | Mínimo | Máximo | Rango |
|--------|----------|----------|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| A.Dif1 | 15 | 1,70411 | 0,0564347 | 3,31168% | 1,5353 | 1,7966 | 0,2613 |
| A.Dif2 | 15 | 1,70437 | 0,0555036 | 3,25655% | 1,5403 | 1,7966 | 0,2563 |
| A.Dif3 | 15 | 1,70583 | 0,0539856 | 3,16477% | 1,5416 | 1,7938 | 0,2522 |
| A.Dif4 | 15 | 1,70476 | 0,0603167 | 3,53814% | 1,5237 | 1,7959 | 0,2722 |
| A.Dif5 | 15 | 1,70227 | 0,056884 | 3,34166% | 1,5276 | 1,7882 | 0,2606 |
| Total | 75 | 1,70427 | 0,0551233 | 3,23443% | 1,5237 | 1,7966 | 0,2729 |

| | Sesgo Estandarizado | Curtosis Estandarizada |
|--|---------------------|------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|----------|---------|
| A.Dif1 | -2,5805 | 4,91833 |
| A.Dif2 | -2,36193 | 4,71006 |
| A.Dif3 | -2,80546 | 5,33277 |
| A.Dif4 | -2,73513 | 4,77916 |
| A.Dif5 | -3,00483 | 5,47591 |
| Total | -5,54138 | 7,89423 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 5 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Gráfico Caja y Bigotes

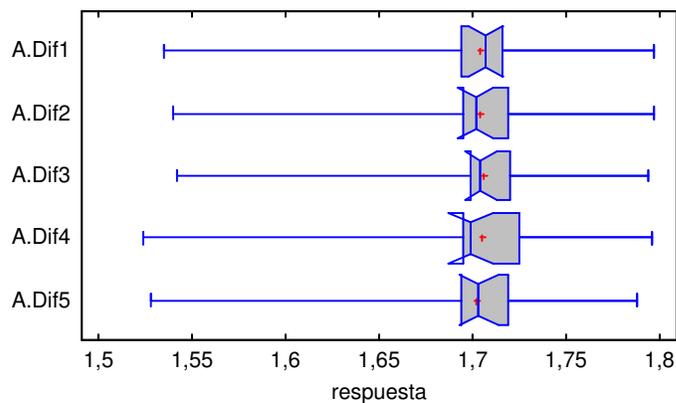


Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,000100657 | 4 | 0,0000251643 | 0,01 | 0,9999 |
| Intra grupos | 0,224754 | 70 | 0,00321077 | | |
| Total (Corr.) | 0,224855 | 74 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,00783747, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

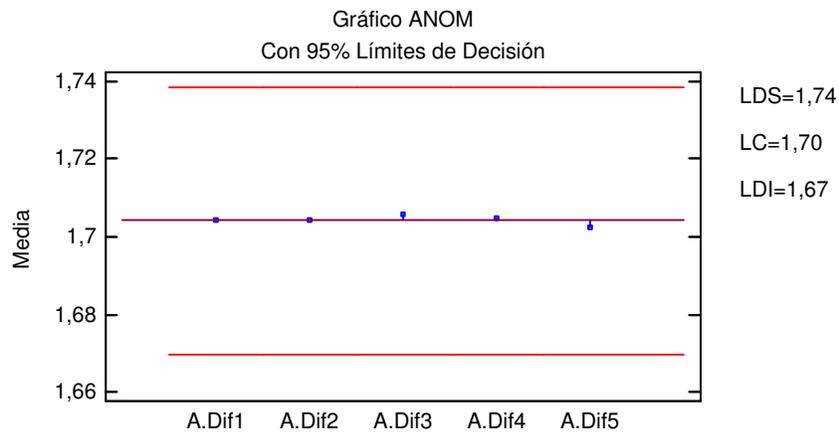


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 15 | 1,70411 | 0,0146305 | 1,67514 | 1,73308 |
| A.Dif2 | 15 | 1,70437 | 0,0146305 | 1,6754 | 1,73334 |
| A.Dif3 | 15 | 1,70583 | 0,0146305 | 1,67686 | 1,7348 |
| A.Dif4 | 15 | 1,70476 | 0,0146305 | 1,67579 | 1,73373 |
| A.Dif5 | 15 | 1,70227 | 0,0146305 | 1,6733 | 1,73124 |
| Total | 75 | 1,70427 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif5 | 15 | 1,70227 | X |
| A.Dif1 | 15 | 1,70411 | X |
| A.Dif2 | 15 | 1,70437 | X |
| A.Dif4 | 15 | 1,70476 | X |
| A.Dif3 | 15 | 1,70583 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|----------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | - 0,0002533 33 | 0,04126 63 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | - 0,0017133 3 | 0,04126 63 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | - 0,0006466 67 | 0,04126 63 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,0018466 7 | 0,04126 63 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | -0,00146 | 0,04126 63 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | - 0,0003933 33 | 0,04126 63 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,0021 | 0,04126 63 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | 0,0010666 7 | 0,04126 63 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | 0,00356 | 0,04126 63 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,0024933 3 | 0,04126 63 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,01881 27 | 0,99929 1 |

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|------------------------------|---------------------------|
| A.Dif1 | 15 | 2,96667 |
| A.Dif2 | 15 | 3,13333 |
| A.Dif3 | 15 | 3,96667 |
| A.Dif4 | 15 | 2,4 |

| | | |
|--------|----|---------|
| A.Dif5 | 15 | 2,53333 |
|--------|----|---------|

Estadístico = 9,53633 Valor-P = 0,049006

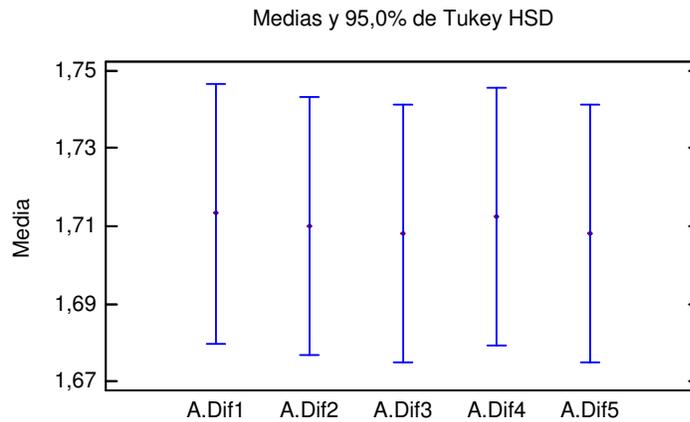
Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de Varias Muestras

Leq 16000hz

Muestra 1: A.Dif1
 Muestra 2: A.Dif2
 Muestra 3: A.Dif3
 Muestra 4: A.Dif4
 Muestra 5: A.Dif5

Muestra 1: 14 valores en el rango de 1,5276 a 1,7917
 Muestra 2: 14 valores en el rango de 1,5276 a 1,8
 Muestra 3: 14 valores en el rango de 1,534 a 1,7952
 Muestra 4: 14 valores en el rango de 1,5353 a 1,798
 Muestra 5: 14 valores en el rango de 1,5132 a 1,798



Resumen Estadístico

| | Recuento | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación | Mínimo | Máximo | Rango |
|--------|----------|----------|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| A.Dif1 | 14 | 1,71319 | 0,0626722 | 3,65821% | 1,5276 | 1,7917 | 0,2641 |
| A.Dif2 | 14 | 1,71001 | 0,0629875 | 3,68347% | 1,5276 | 1,8 | 0,2724 |
| A.Dif3 | 14 | 1,70801 | 0,0587322 | 3,43863% | 1,534 | 1,7952 | 0,2612 |
| A.Dif4 | 14 | 1,71247 | 0,0626916 | 3,66088% | 1,5353 | 1,798 | 0,2627 |
| A.Dif5 | 14 | 1,70816 | 0,0660862 | 3,86884% | 1,5132 | 1,798 | 0,2848 |
| Total | 70 | 1,71037 | 0,0608718 | 3,55899% | 1,5132 | 1,8 | 0,2868 |

| | Sesgo Estandarizado | Curtosis Estandarizada |
|--|---------------------|------------------------|
| | | |

| | | |
|--------|----------|---------|
| A.Dif1 | -3,04539 | 4,69559 |
| A.Dif2 | -2,63374 | 4,2538 |
| A.Dif3 | -2,90974 | 4,85205 |
| A.Dif4 | -2,2984 | 3,74289 |
| A.Dif5 | -2,87552 | 4,6952 |
| Total | -5,5915 | 6,70555 |

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran fuera del rango de -2 a +2 para 5 columnas. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Gráfico Caja y Bigotes

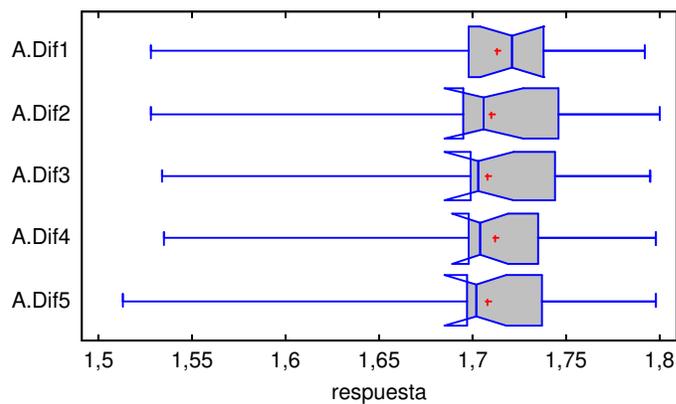


Tabla ANOVA

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0,000321031 | 4 | 0,0000802576 | 0,02 | 0,9992 |
| Intra grupos | 0,25535 | 65 | 0,00392847 | | |
| Total (Corr.) | 0,255671 | 69 | | | |

La razón-F, que en este caso es igual a 0,0204298, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. **Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95,0% de confianza.**

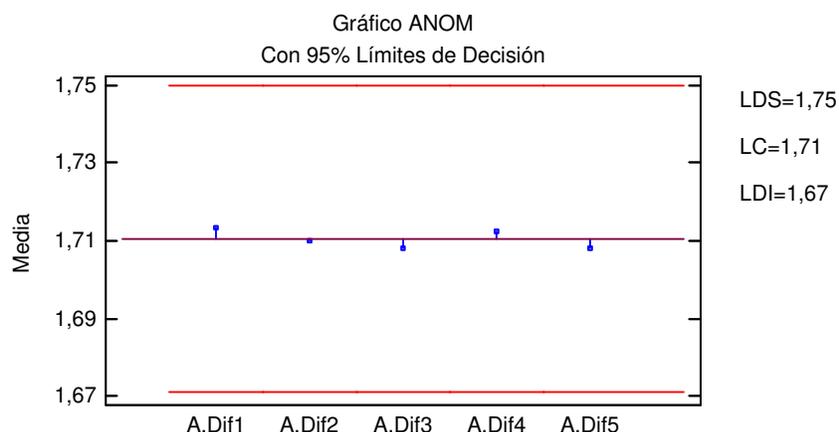


Tabla de Medias con intervalos de confianza del 95,0%

| | | | <i>Error Est.</i> | | |
|--------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>(s agrupada)</i> | <i>Límite Inferior</i> | <i>Límite Superior</i> |
| A.Dif1 | 14 | 1,71319 | 0,0167513 | 1,67996 | 1,74643 |
| A.Dif2 | 14 | 1,71001 | 0,0167513 | 1,67677 | 1,74324 |
| A.Dif3 | 14 | 1,70801 | 0,0167513 | 1,67478 | 1,74125 |
| A.Dif4 | 14 | 1,71247 | 0,0167513 | 1,67924 | 1,74571 |
| A.Dif5 | 14 | 1,70816 | 0,0167513 | 1,67493 | 1,7414 |
| Total | 70 | 1,71037 | | | |

Prueba de Rango Múltiple

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| A.Dif3 | 14 | 1,70801 | X |
| A.Dif5 | 14 | 1,70816 | X |
| A.Dif2 | 14 | 1,71001 | X |
| A.Dif4 | 14 | 1,71247 | X |
| A.Dif1 | 14 | 1,71319 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|------------|---------------------|------------------------|
| A.Dif1 A.Dif2 | - | 0,003185 71 | 0,04731 2 |
| A.Dif1 A.Dif3 | - | 0,005178 57 | 0,04731 2 |
| A.Dif1 A.Dif4 | - | 0,000721 429 | 0,04731 2 |
| A.Dif1 A.Dif5 | - | 0,005028 57 | 0,04731 2 |
| A.Dif2 A.Dif3 | - | 0,001992 86 | 0,04731 2 |
| A.Dif2 A.Dif4 | - | - 0,002464 29 | 0,04731 2 |
| A.Dif2 A.Dif5 | - | 0,001842 86 | 0,04731 2 |
| A.Dif3 A.Dif4 | - | - 0,004457 14 | 0,04731 2 |
| A.Dif3 A.Dif5 | - | -0,00015 | 0,04731 2 |
| A.Dif4 A.Dif5 | - | 0,004307 14 | 0,04731 2 |

* indica una diferencia significativa.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Verificación de Varianza

| | <i>Prueba</i> | <i>Valor-P</i> |
|--------------|---------------|----------------|
| Levene 's | 0,02153 56 | 0,99907 3 |

El StatAdvisor

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

Prueba de Friedman

| | <i>Tamaño de Muestra</i> | <i>Rango Promedio</i> |
|--------|------------------------------|---------------------------|
| A.Dif1 | 14 | 3,10714 |
| A.Dif2 | 14 | 3,28571 |
| A.Dif3 | 14 | 3,17857 |
| A.Dif4 | 14 | 3,03571 |

| | | |
|--------|----|---------|
| A.Dif5 | 14 | 2,39286 |
|--------|----|---------|

Estadístico = 2,85294 Valor-P = 0,582729

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

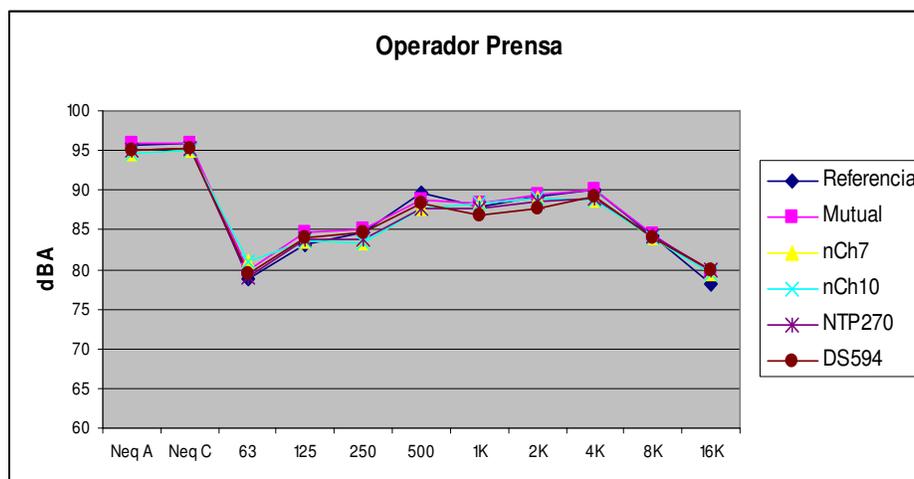
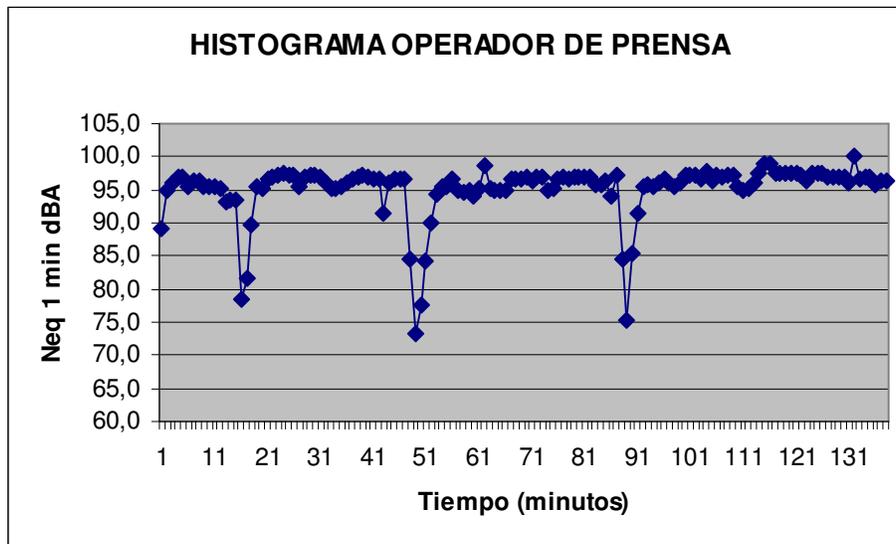
ANEXO 6

EJEMPLOS DE MEDICIONES DE RUIDO

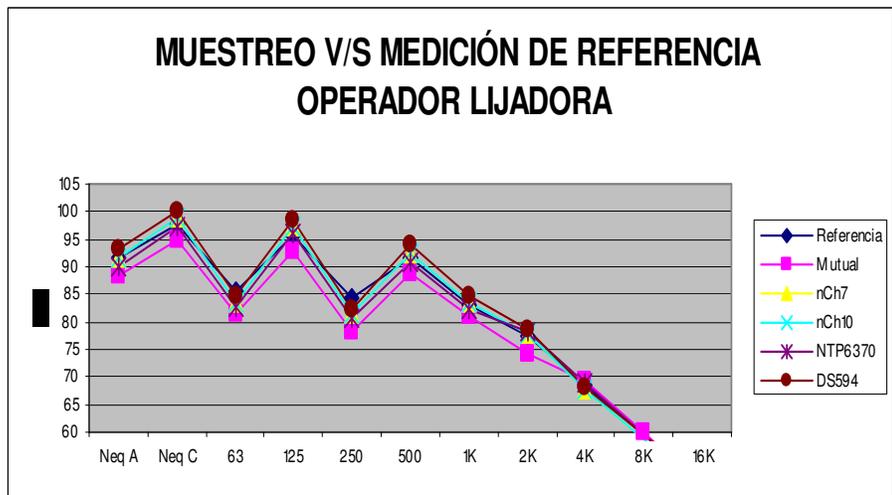
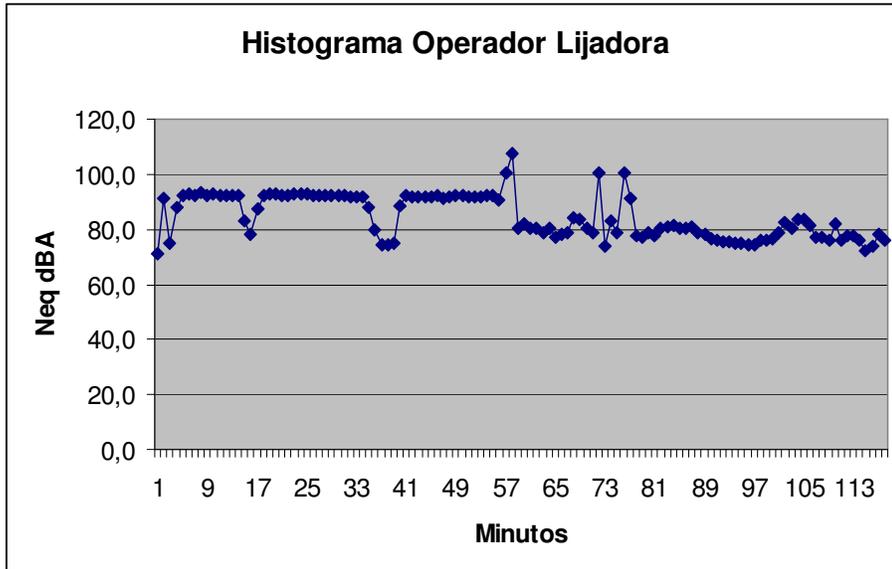
A continuación se muestran algunos gráficos donde se puede visualizar el resultado obtenido con cada metodología de medición, para distintos tipos de exposición. Los ejemplos son sólo casos puntuales, luego la mejor o peor precisión observados en estos ejemplos, entre los distintos métodos, no son genéricos.

5.1 Comparaciones Gráficas entre métodos ocupados por tipo de exposición

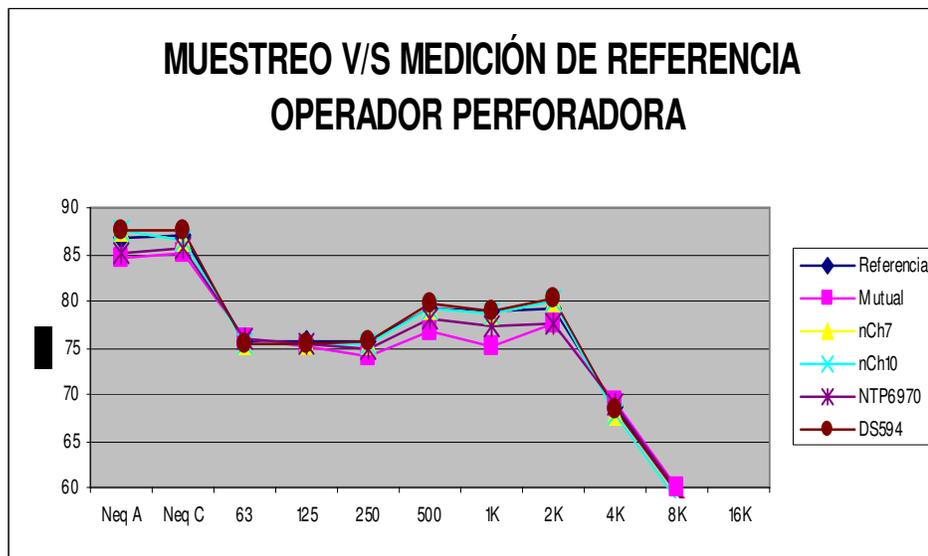
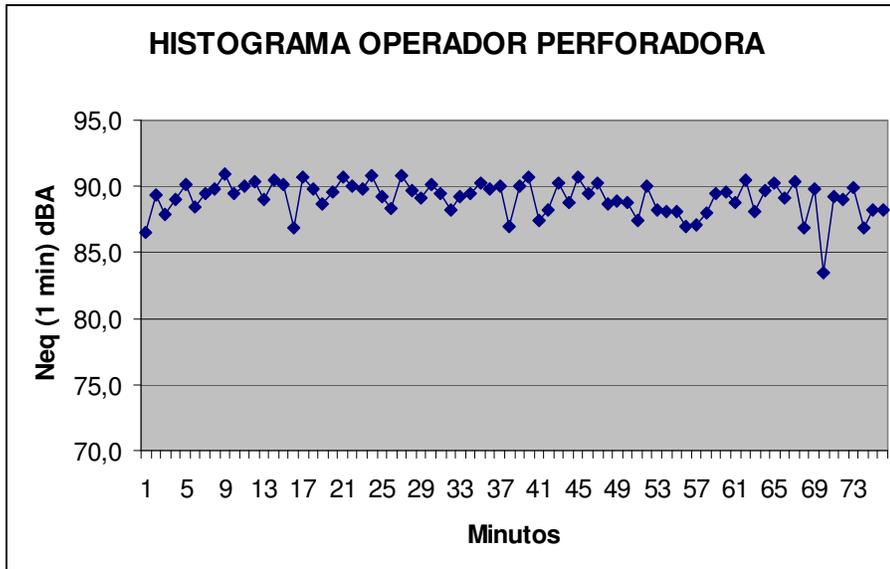
Ejemplo de Exposición a Ruido Estable



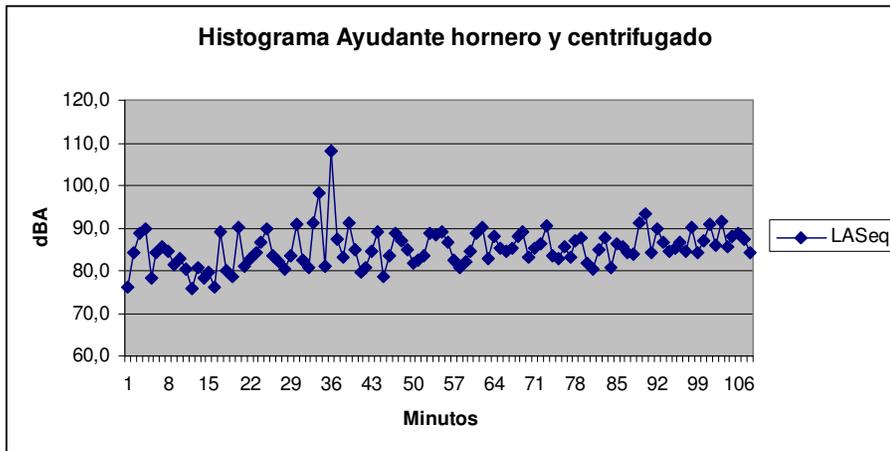
Ejemplo Exposiciones a Ruido Cíclico



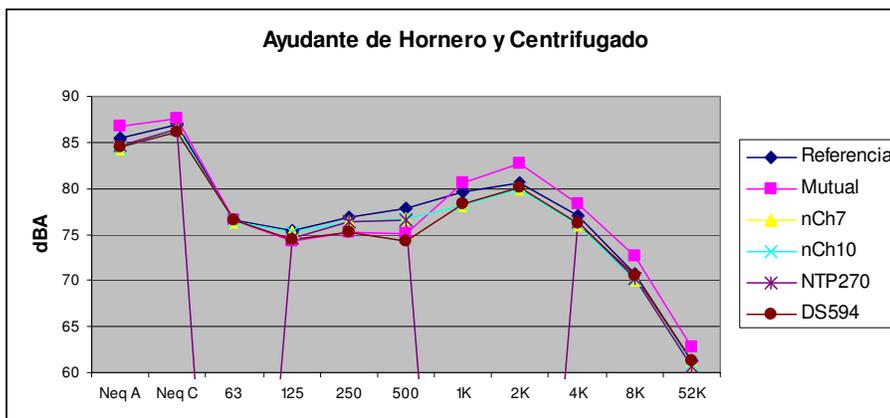
Ejemplo Exposiciones a Ruido Cíclico



Ejemplo de Exposiciones a Ruido Aleatorio



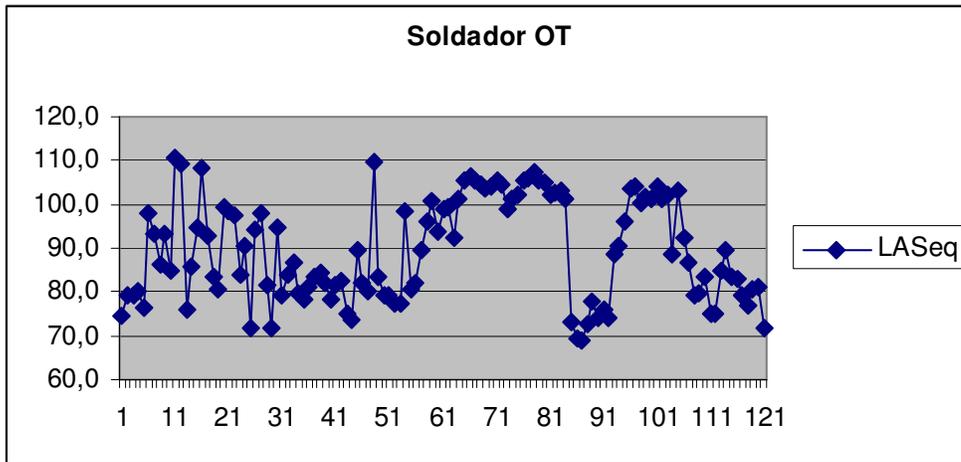
5.2 Comparación entre Medición de referencia y Aplicación de Metodologías



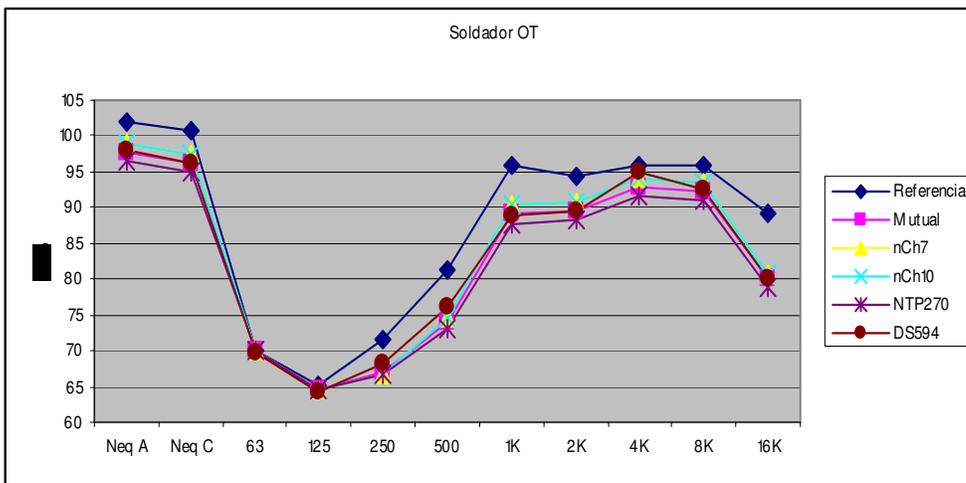
Nota: Norma NTP 270 sugiere efectuar dosimetrías, dado la variabilidad obtenida en algunas bandas de frecuencia (Esta condición produce esas líneas cuasi verticales en ciertas bandas, debido a los avisos que entrega el programa de cálculo en sistema excel).

Ejemplo de Exposición a Ruido Aleatorio

Histograma Soldador OT

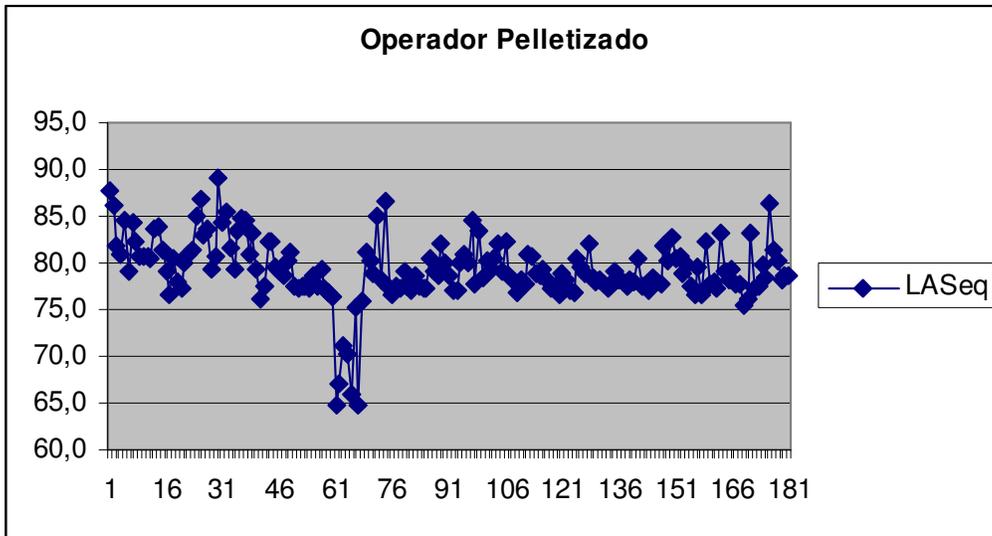


Comparación entre Medición de referencia y Aplicación de Metodologías

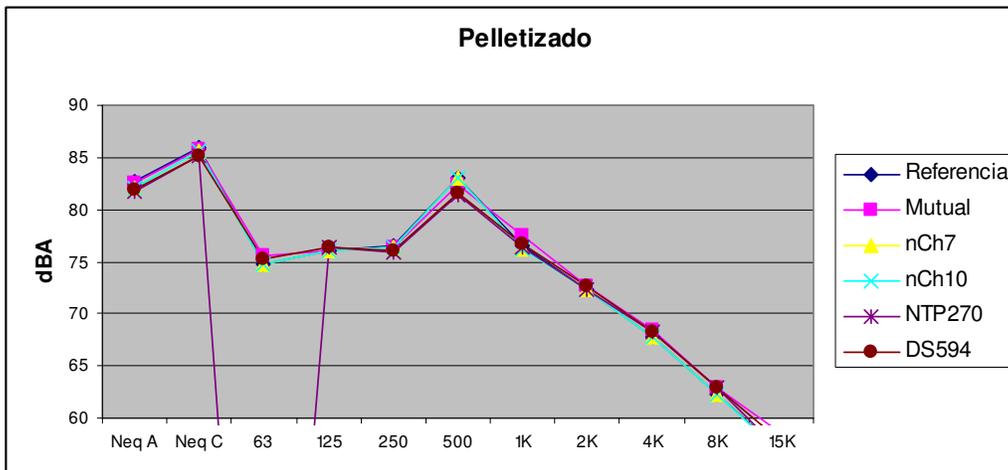


Ejemplo de Exposición a Ruido Aleatorio

Historia Operador de Pelletizado



Comparación entre Medición de referencia y Aplicación de Metodologías



Norma NTP 270 sugiere efectuar dosimetría

Ejemplo de Exposición a Ruido Aleatorio

Historia Zincador

