



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

VALORACIÓN DEL GRADO DE MOLESTIA EN OFICINAS

PACS: 43.50.Rq

Castiñeira-Ibáñez, Sergio; Tarrazó-Serrano, Daniel; Rubio, Constanza; Uris, Antonio

Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València, Spain EU,

E-Mail: sercasib@upvnet.upv.es, dtarrazo@fis.upv.es, crubiom@fis.upv.es, auris@fis.upv.es

Palabras Clave: Confort acústico, ruido

ABSTRACT

When the sound level perceived by a person is considered not annoying, it can be said that acoustic comfort exists. On the other hand, if this level is perceived as annoying, even if it is of short duration or even at short but repetitive periods, it can produce discomfort, irritability and rejection. In this work the acoustic comfort degree of office workers is analyzed. Surveys have been conducted to subjectively assess the situation and different acoustic indices have been measured to obtain an objective assessment of the noise level.

RESUMEN

Cuando el nivel sonoro percibido por una persona es considerado no molesto, se puede decir que existe confort acústico. Por el contrario, si este nivel es percibido como molesto, aunque sea de duración breve o incluso a períodos cortos pero repetitivos, puede llegar a producir malestar, irritabilidad y rechazo. En este trabajo se analiza el grado de confort acústico de los trabajadores de oficinas administrativas del sector privado en la ciudad de València. Se han realizado encuestas para valorar subjetivamente la situación y se han medido diferentes índices acústicos para obtener una valoración objetiva del nivel de ruido.

INTRODUCCION

Se define ruido como aquel sonido no deseado proveniente de cualquier fuente acústica que genera sensación de molestia. El ruido según su tipología se puede clasificar según sus características temporales en tres grupos: continuos, variables y de impacto. El ruido continuo es aquel que permanece constante a lo largo del tiempo. Los ruidos variables son aquellos que

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

fluctúan de forma continua en el tiempo, sin tener un patrón definido. Por último, los ruidos de impacto presentan altos niveles de presión de forma espúrea.

El ruido puede provocar diferentes efectos sobre la salud en función del tiempo de exposición y los parámetros que se han citado anteriormente. Las afecciones pueden darse de forma fisiológica, es decir, que tanto los órganos relacionados con la audición u otros del resto del cuerpo humano queden dañados, como puede ser el caso de la exposición a muy altos niveles de ruido donde se daría el caso de la fatiga auditiva en el caso más leve hasta las alteraciones auditivas permanentes como pueden ser la hipoacusia incluso la sordera. Otro tipo de afecciones que provoca el ruido están relacionadas con enfermedades psicológicas como el estrés, el insomnio, la falta de concentración, disminución del rendimiento incluso provocar depresión o aumento de la agresividad.

El estado de confort acústico, se produce cuando los niveles sonoros no llevan al individuo a sensaciones de molestia.

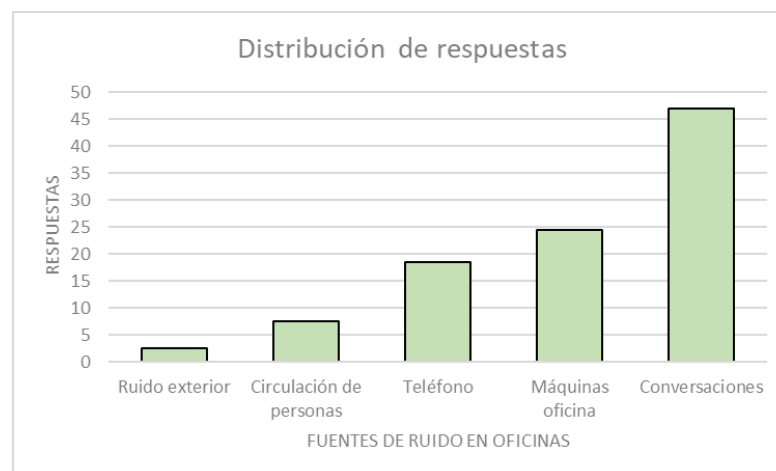


Figura1: Distribución de respuestas, según [1], a la pregunta sobre cuál es la fuente del ruido más molesto en trabajos de oficina.

Los ruidos en oficinas son generados principalmente por el teléfono, las máquinas utilizadas y las conversaciones. Según se puede observar en la Figura 1, las conversaciones constituyen la primera causa de disconfort y distracción, no tanto por el nivel sonoro generado sino por la percepción del contenido informativo [1]. Además, se suelen preferir espacios de trabajo de dimensiones más bien reducidas a grandes salas, ya que en estas últimas se produce falta de concentración además de pérdida de la intimidad [2].

En este trabajo se desarrolla un estudio objetivo y subjetivo del grado de confort acústico en oficinas, desde una perspectiva de prevención de riesgos laborales. Por ello, se ha utilizado como herramienta la Nota Técnica de Prevención 503 (NTP-503) [3].



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

METODOLOGÍA

Valoración Objetiva

La diferencia de sensibilidad existente entre el oído humano y los instrumentos de medida frente a las diversas frecuencias existentes se supera mediante el uso de filtros. La forma más sencilla de especificar un límite para el nivel de ruido de fondo es definir un nivel de presión sonora con ponderación tipo A como máximo aceptable. La ponderación A simula la respuesta del oído a niveles bajos y se correlaciona razonablemente bien con la respuesta subjetiva ante el ruido. Para sonidos intensos se suele utilizar la ponderación tipo C. Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en su Nota Técnica de Prevención 503 (NTP-503) [3] referida al confort acústico, no hay establecido un nivel de ruido para una oficina, aunque existe cierto consenso en considerar que cuando el nivel de ruido excede de 50 dBA se produce un incremento notable de las quejas. Por lo tanto, se puede considerar que este es el nivel de presión sonora ponderado A recomendado como máximo para las oficinas a partir del cual, se considera que puede provocar sensación de disconfort entre sus trabajadores.

El nivel sonoro continuo equivalente $L_{Aeq,T}$, es el nivel en dBA de un ruido de nivel constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía sonora que el ruido real considerado, durante un período de tiempo T . Cuando son conocidos los niveles de n medidas discretas, tomadas en un período T , el nivel continuo equivalente correspondiente a ese periodo se puede obtener por medio de la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \sum_{i=0}^n T_i 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (1)$$

donde L_i representa el nivel de presión sonora en dBA en el período i , T_i representa la duración del período i , siendo T el período de tiempo medido en las mismas unidades que T_i

Cuando el ruido es continuo y estable, es útil para valorar el nivel de confort en recintos el nivel de interferencia en la palabra (PSIL) y las curvas de valoración NR. La norma ISO 3352/74 define PSIL como el parámetro que valora la capacidad de enmascaramiento de la palabra por el ruido de fondo. Este índice no es más que la media aritmética de los niveles de presión acústica, medidos en las cuatro bandas de octava centradas en 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, que son las más importantes en la inteligibilidad de la palabra. Las curvas de valoración de ruido o Noise Rating (NR), establecen límites aceptables de confortabilidad en diferentes espacios en los que existen unos niveles de ruido de fondo estables. El método permite asignar al espectro de frecuencias de un ruido, medido en bandas de octava, un solo número NR (según método recogido en las normas ISO R-1996 y UNE 74-022), que corresponde a la curva que queda por encima de los puntos que representan los niveles obtenidos en cada banda del ruido medido [3].

Para la valoración objetiva se utiliza, pues, el nivel sonoro continuo equivalente (L_{Aeq}), el nivel máximo (L_{AFmax}) y el nivel de pico máximo (L_{CPKmax}). En este trabajo, estos niveles de ruido, se obtuvieron de forma automática a partir de mediciones programadas de 15 minutos mediante un sonómetro Brüel & Kjaer tipo 2238 Mediator. El sonómetro integrador se coloca a una altura de 1,5 m por encima del suelo y por lo menos a 1m de todas las superficies reflectantes. La humedad relativa y la temperatura en las diferentes posiciones variaron de 47% a 59% y de 21°C a 29°C, respectivamente, en el momento de las mediciones. Además se ha calculado el PSIL y el NR.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Valoración Subjetiva

El “cuestionario sobre confort auditivo” es una herramienta de gran utilidad para el técnico de prevención de riesgos laborales en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores [4]. El cuestionario valora especialmente la opinión del trabajador para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en la tarea que este desempeña. Este pues, constituye una herramienta de valoración subjetiva para la resolución del problema. En este trabajo se ha diseñado un cuestionario de 8 preguntas. Este cuestionario se puede ver en la Figura 2. Las respuestas 3, 5, 6, 7 y 8 admiten varias respuestas mientras que la 1, 2 y 4 sólo admiten una respuesta.

<p>1) ¿Le resulta molesto el ruido en su oficina?</p> <p>Si No</p>	<p>5) Indique cómo afecta al desempeño de sus funciones el ruido que percibe en su oficina.</p> <p>1. Empobrecimiento en el desempeño de funciones. 2. Falta de privacidad en el discurso. 3. Negativa de las percepciones / conversaciones inteligibles. 4. No influye</p>
<p>2) Indique el nivel de molestia del ruido en su oficina</p> <p>1. No molesta. 2. Poco molesta. 3. Moderadamente molesta. 4. Molesta 5. Muy molesta.</p>	<p>6) ¿Qué efectos psicológicos le produce el ruido en su oficina?</p> <p>1. Ninguno. 2. Distracción. 3. Irritabilidad/malhumor. 4. Desmotivación. 5. Estrés. 6. Otros:.....</p>
<p>3) Indique las diversas fuentes de ruido que percibe en su oficina</p> <p>1. Sistema de climatización. 2. Sistemas informáticos. 3. Fotocopadoras, teléfonos y faxes. 4. Conversaciones. 5. Ruido exterior. 6. Otros:.....</p>	<p>7) ¿Qué efectos fisiológicos le produce el ruido?</p> <p>1. Ninguno. 2. Fatiga. 3. Agotamiento mental. 4. Dolores de cabeza. 5. Pérdida de capacidad auditiva. 6. Otros:</p>
<p>4) ¿En qué franjas horarias percibe mayor ruido en su oficina?</p> <p>1. de 8 a 10 h 2. de 10 a 13,30 h 3. de 13,30 a 15 h 4. de 16 a 18 h</p>	<p>8) ¿Qué medidas específicas cree usted que serían las apropiadas para la disminución del nivel de ruido en su oficina?</p> <p>1. Materiales absorbentes en paredes, techos y suelos. 2. Sistemas de aire acondicionado, aparatos electrónicos, etc. más silenciosos. 3. Disminución del tono de voz en las conversaciones. 4. Uso de particiones en los puestos de trabajo. 5. Otros:</p>

Figura 2: Resumen del cuestionario utilizado para la valoración subjetiva del grado de confort acústico de oficinas administrativas de València. Las preguntas 3, 5, 6, 7 y 8 son de respuesta múltiple.

El criterio de selección de las oficinas administrativas ha sido por localización. Se ha seleccionado cada oficina según la exposición al ruido ambiental de cada zona. Para ello se ha utilizado el Mapa de Ruido de la ciudad de Valencia publicado en la página web del Ayuntamiento de esta ciudad [5]. Se han seleccionado 5 oficinas representativas de tres niveles distintos de exposición al ruido total día:

Oficina 1	Oficina 2	Oficina 3	Oficina 4	Oficina 5
65-70 dBA	65-70 dBA	60-65 dBA	70-75 dBA	65-70 dBA

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

La ficha técnica de cada oficina, ofrece la información habitual: la superficie en planta en m² y el número de trabajadores por sexo, la existencia o no de techo acústico, una breve descripción de la actividad y tipo de construcción. También, la localización visualizada en el mapa acústico de la ciudad dónde se describe el nivel sonoro en dBA.

RESULTADOS

Para cada una de las 5 oficinas se han tomado muestras en tres puntos diferentes dentro de la franja horaria de 8 a 18 h, es decir, horario diurno, según normativa vigente. El tiempo de adquisición fue de 15 minutos tal y como se había comentado anteriormente. Se han medido los niveles LAeq, LAFmax y LCPKmax, así como el espectro en frecuencias del nivel de presión sonora en dB, Lp en tercios de octava. En la Figura 3 se muestra un resumen de los datos experimentales obtenidos.

OFICINA	PUNTO MEDIDA	LAeq (dBA)	<LAeq> (dBA)	<LAFMAX> (dBA)	<LPICO> (dBC)	PSIL	NR
1	1	53,1	52,0	64,5	82,1	37,2	40
	2	52,5				37,9	45
	3	49,7				38,9	40
2	1	58,1	57,6	74,3	93,3	43,1	50
	2	57,2				50,2	55
	3	57,5				42,4	55
3	1	65,5	65,7	82,1	95,7	45,3	45
	2	65,6				42,2	55
	3	66,1				49,5	55
4	1	70,1	69,9	82,3	96,8	55,2	65
	2	69,8				53,5	60
	3	69,7				57,3	65
5	1	69,2	69,0	85,7	96,6	62,4	75
	2	69,3				59,9	65
	3	68,5				55,5	60

Figura 3: Resumen de los resultados experimentales obtenidos en las 5 oficinas administrativas seleccionadas de Valencia. Los colores indican el grado de ruido total día.

Respecto a los resultados obtenidos en LAeq se puede observar que las oficinas 3, 4 y 5 superan los valores recomendados por la norma NTP 242 que establece que para que exista confort acústico los valores deberían estar entre 55 y 65 dBA [6]. El nivel de pico máximo de cada una de las oficinas analizadas no supera al valor inferior de exposición que da lugar a una acción (Lpico = 135 dBC) tal y como establece el RD 286/2006 [7]. El NR de las oficinas analizadas, salvo la oficina 1, no está dentro de las recomendaciones (el valor recomendado para oficinas es NR 50-55).

Por otro lado, comparado el nivel de interferencia en la palabra (PSIL) obtenido para las diferentes oficinas con los valores indicativos del índice PSIL para ruidos estables y continuos mostrados en la norma NTP 503, se obtiene la distancia en metros para que una conversación se pueda considerar inteligible de forma satisfactoria. Ello permite conocer la relación entre la comprensión de sílabas, el nivel de la voz y el nivel de ruido de fondo. En este caso, se obtiene:

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Oficina 1	Oficina 2	Oficina 3	Oficina 4	Oficina 5
7,5 - 4,2	4,2 - 1,3	2,3 - 0,75	0,75 - 0,42	0,75 - 0,25

donde la tabla indica la máxima distancia en metros para que la conversación sea inteligible. Como se observa las oficinas 3, 4 y 5 no cumplen con la norma.

Por otro lado, se recogieron 90 encuestas correspondientes a 35 hombres y 55 mujeres de edades comprendidas entre los 20 y los 62 años. En la Figura 4 se muestran, para el conjunto de las 5 oficinas, los resultados correspondientes a cada una de las preguntas del cuestionario.

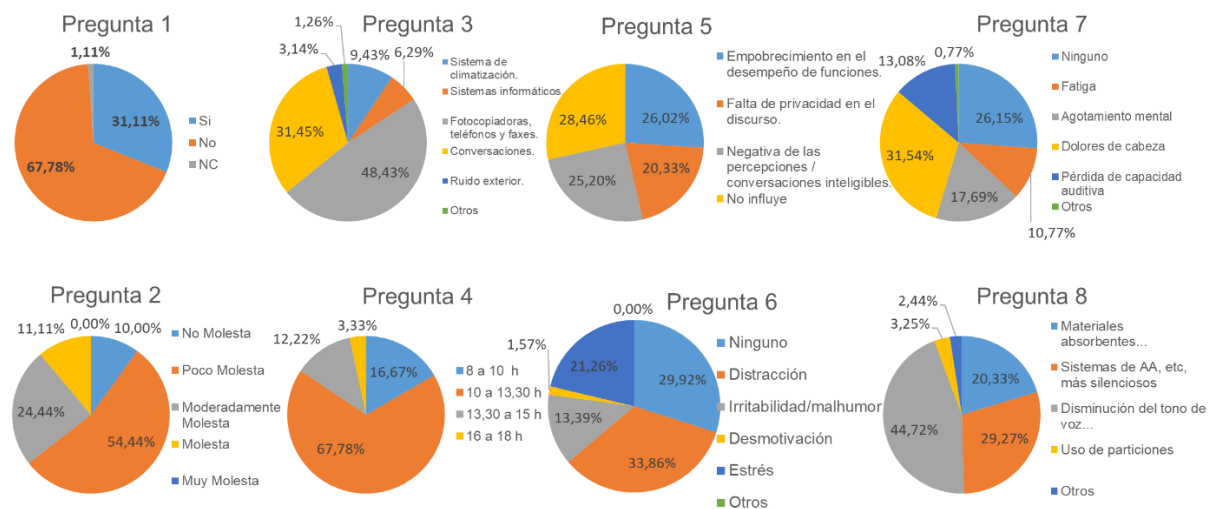


Figura 4: Resumen de las repuestas del cuestionario utilizado para la valoración subjetiva del grado de confort acústico de oficinas administrativas de Valencia.

Para poder comparar datos subjetivos obtenidos a partir de las encuestas realizadas con los experimentales, se procede a una transformación de la valoración subjetiva al formato de cada uno de los índices de evaluación. Utilizando la tabla de valoración subjetiva de niveles de presión sonora ponderados A y curvas de referencia de ruido de fondo (NR), se establece una clasificación de sensaciones acústicas para diferentes valores del nivel sonoro continuo equivalente y curvas NR. En base a esta tabla se clasifican las respuestas de los usuarios en las pregunta 2 del cuestionario, dentro de los mismos rangos de valoración, Figura 5.

Valoración Subjetiva	NR		dBA		USUARIOS	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx
No molesta	25	35	35	45	1	20
Poco molesta	35	45	45	55	21	40
Moderadamente molesta	45	55	55	65	31	60
Molesta	55	65	65	75	41	80
Muy molesta	65	75	75	85	51	100

Figura 5: Tabla para obtener la correlación entre: usuarios y NR, usuarios y dBA.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18- 24 al 26 de octubre

En la Figura 6 se presentan los valores de NR subjetivo y del Nivel Sonoro Continuo Equivalente subjetivo para cada uno de los puntos de medición. Una vez se tiene la valoración sobre la escala puente se obtiene su equivalencia al índice deseado (NR o Nivel sonoro continuo equivalente), analizando previamente la correlación obtenida a partir de la Figura 5 y que se muestra en la Figura 6 como una ecuación lineal.

	No Molesta	Poco Molesta	Moderadamente Molesta	Molesta	Muy Molesta	Usuarios	Usuarios/Escala	NR Subjetivo	dBA Subjetivo
Ptos Preg. 2	1 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100			$y=0,5*x+24,75$	$y=0,5*x+34,75$
Escala puente	10,5	30,5	50,5	70,5	90,5				
OF 1	2	15	3	2	0	22	35,0	42,3	52,3
OF 2	3	24	7	1	0	35	33,9	41,7	51,7
OF 3	1	7	3	1	0	12	37,2	43,3	53,3
OF 4	1	2	5	2	0	10	46,5	48,0	58,0
OF 5	2	1	4	4	0	11	48,7	49,1	59,1
	9	49	22	10	0	90			

Figura 6: Cálculo de valor NR subjetivo y del valor Nivel Sonoro Continuo Equivalente subjetivo a partir de la pregunta 2 del cuestionario para cada oficina.

Los valores por encima de los cuales se considera que hay discomfort acústico por ruido son NR > 55 y/o Nivel Sonoro Continuo Equivalente > 55 - 65 dBA.

	NR Subjetivo	NR Medido	dBA Subjetivo	dBA Medido
OF 1	42,3	45,0	52,3	51,9
OF 2	41,7	55,0	51,7	57,6
OF 3	43,3	55,0	53,3	65,7
OF 4	48,0	65,0	58,0	69,9
OF 5	49,1	75,0	59,1	69,0

Figura 7: Resumen de resultados medidos y subjetivos del NR y LAeq para las 5 oficinas estudiadas.

Comparando los resultados entre los índices experimentales y la sensación expresada por los usuarios, se puede considerar que estos índices pueden ser útiles para conocer el grado de confort de los usuarios en las condiciones ambientales al realizar el estudio, existiendo mayor acorde de resultados en el caso del LAeq.

Las oficinas 4 y 5 presentan niveles sonoros no aceptables pudiendo considerar que no existe confort acústico. El resto de oficinas, desde un punto de vista subjetivo disfrutaban de confort acústico. Aproximadamente el 55% de los trabajadores dijeron que la situación en la oficina era poco molesta. Respecto a las acciones que proponen, un 45% recomienda disminuir el tono de voz en las conversaciones.



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CONCLUSIONES

Según los índices de evaluación utilizados para la valoración de ruidos de fondo (L_{Aeq} , L_{pico} e índices NR y PSIL), las oficinas estudiadas presentan unos valores elevados. Sin embargo, los usuarios de las oficinas valoran el ambiente acústico como poco molesto. Los momentos de la jornada laboral en los cuales los trabajadores expresan que el ruido es más molesto es por las mañanas. Esto es debido a que corresponde a los momentos donde más llamadas telefónicas existen, por regla general. Existe también un porcentaje representativo de trabajadores que tienen efectos fisiológicos debidos a la exposición al ruido, como dolores de cabeza y en menor nivel, agotamiento mental. En general, sobre el 45% de los trabajadores creen que la mejor forma de reducir los niveles de ruido sería la de bajar el tono y nivel de las conversaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Grandjean, E., Précis d'ergonomie. Les Editions d'Organizations, París (1983).
- [2] Sundstrom, E., Herbert, R. K. & Brown, D. W. "Privacy and communication in an open plan offices: A cause study". Environment and Behavior, 14(3), 379 – 392, (1982)
- [3] Ministerio de trabajo e inmigración. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas, (1998)
- [4] Ministerio de trabajo e inmigración. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Ruido: evaluación y acondicionamiento ergonómico, ISBN 978-84-7425728-1 (2007)
- [5] <https://geoportal.valencia.es/MapaRuido>
- [6] Ministerio de trabajo e inmigración. instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.
- [7] REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006