

**Revisión bibliográfica de la simulación de ondas  
sonoras en espacios cerrados y su incidencia en la  
salud ocupacional**

**Bibliographic review of wave simulation noise levels  
in closed spaces and their impact on occupational  
health**

**Fabián Eduardo Bastidas-Alarcón**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
fbastidas@esPOCH.edu.ec

**Carlos Ramiro Cepeda-Godoy**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
ccepda@esPOCH.edu.ec

**Geoconda Marisela Velasco-Castelo**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
geoconda.velasco@esPOCH.edu.ec

**Rodrigo Velásquez-Carvajal**

Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros - Ecuador  
ing.rvelasquez.c@gmail.com

[doi.org/10.33386/593dp.2021.4.-1.714](https://doi.org/10.33386/593dp.2021.4.-1.714)

## RESUMEN

El ruido es omnipresente en la vida cotidiana y puede causar efectos en la salud tanto auditivos como no auditivos. La pérdida de la audición inducida por el ruido sigue siendo muy frecuente en entornos ocupacionales y es causada cada vez más por la frecuente exposición sobre los límites permisibles de ondas sonoras. Este artículo presenta una revisión del alcance de la literatura sobre la simulación de ondas sonoras en espacios cerrados y los efectos en la salud ocupacional. La metodología esta basada en cuatro pasos, que plantean preguntas de investigación, búsqueda de documentos, papers seleccionados y obtención de datos. De un total de 316 artículos de bases de datos revisados, como Springer Link, Google Academic, Redalyc, Scopus y Scielo, 40 fueron finalmente elegidos. Se analizo que los efectos auditivos y no auditivos por la presencia de ruido en lugares cerrados es creciente, demostrando que la exposición, provoca molestias y perturba el sueño, causando somnolencia diurna, lo que afecta en el desempeño de las personas, además aumenta la ocurrencia de hipertensión, enfermedades cardiovasculares y podría deteriorar el rendimiento cognitivo en los niños.

**Palabras clave:** ondas sonoras; salud; ruido; simulación

Cómo citar este artículo:

APA:

Bastidas-Alarcón, F., & Cepeda-Godoy, C., & Velasco-Castelo, G., & Velásquez-Carvajal, R., (2021). Revisión bibliográfica de la simulación de ondas sonoras en espacios cerrados y su incidencia en la salud ocupacional. 593 Digital Publisher CEIT, 6(4), 166-185. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.4-1.714>

Descargar para Mendeley y Zotero

## ABSTRACT

Noise is ubiquitous in everyday life and can cause both hearing and non-hearing health effects. Loss of noise induced hearing is still very prevalent in environments occupational diseases and is increasingly caused by frequent exposure over the permissible limits of sound waves. This article introduces a review of the scope of the literature on wave simulation noise levels in closed spaces and the effects on occupational health. The methodology is based on four steps, which pose research questions, search for documents, selected papers and obtaining data. Out of a total of 316 database articles reviewed, such as Springer Link, Google Academic, Redalyc, Scopus and Scielo, 40 were finally elected. It was analyzed that the auditory and non-auditory effects by the presence of noise in closed places is increasing, showing that exposure causes discomfort and disturbs sleep, causing daytime sleepiness, which affects people's performance, as well as increases the occurrence of hypertension, cardiovascular diseases and it could impair cognitive performance in children.

**Keywords:** sound waves; health; noise; simulation

## Introducción

Los efectos nocivos sobre la salud, de los altos niveles de ruido que se presentan en las grandes ciudades y concentraciones humanas, no han tenido un estudio relevante que permita mitigar de alguna forma su incidencia en el desarrollo de sociedades libres de este tipo de contaminación. Por tanto, la investigación sobre la contaminación acústica se ha convertido en una variable muy importante en nuestra sociedad, (Aliabadi et al., 2014). No solo se prueban los efectos nocivos del ruido en el lugar de trabajo sino que también se demuestra en el entorno donde la vida diaria, que a partir de un cierto nivel de contaminación acústica, genera efectos nocivos para la salud, (Seddigh et al., 2015).

Las personas pasan casi el 90% de su vida en interiores (casas, escuelas, entornos de trabajo, etc.) y no se pueden ignorar los efectos de las condiciones interiores en la salud humana, (van Kempen et al., 2002). El interés por los lugares cerrados que garantizan altos niveles de salud de los ocupantes está aumentando tanto en la investigación como en la práctica profesional. Por esta razón, es muy importante evaluar los efectos de la acústica en interiores cerrados, (Virkkunen et al., 2005).

El ruido, que es esencialmente cualquier sonido no deseado o indeseable, no es un peligro nuevo; de hecho, se han observado efectos en la salud ocupacional durante siglos. Antes de la revolución industrial, comparativamente pocas personas estaban expuestas a altos niveles de ruido en el lugar de trabajo (Tarasov, 1996), (Lochner y Burger, 1964). Se debe considerar que la generación de energía a partir de la máquina de vapor y el mejoramiento de los procesos industriales conlleva a la generación de ruido y con ello considerarlo como un riesgo ocupacional, (Su et al., 2018).

Los factores que afectan directamente la calidad acústica en los espacios cerrados son la estructura, la decoración, la ventilación, el aire acondicionado, el ambiente interior, los equipos, los sistemas de emisión de sonido, etc. (Ahmed et al., 2001)

La exposición al ruido se ha considerado comúnmente como el principal peligro de la pérdida auditiva ocupacional, lo que determina que la exposición durante 8 horas al día a un ruido superior a 85-90 dB es extremadamente peligrosa. Al principio, el oído se recupera después de unas horas alejado de estos sonidos de alto nivel, pero después de un tiempo (6-12 meses), la recuperación no se completa y la afectación es permanente (Aliabadi et al., 2014).

Por tanto, esta investigación se basa en la necesidad de conocer los niveles de contaminación acústica en espacios cerrados y la incidencia de la importancia de esta en la salud ocupacional, ya que el riesgo que estas emisiones sonoras representan sobre la salud de las personas son factores de análisis de la comunidad científica, (Tarasov, 1996), (Lochner y Burger, 1964).

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: introducción donde se establecen parámetros necesarios para considerarlos en la revisión bibliográfica, la metodología utilizada para seleccionar ítems para la simulación de ondas sonoras en espacios cerrados y su impacto en la salud ocupacional, en el sección de resultados se detalla la revisión de la literatura y finalmente, en la última sección se detallan las conclusiones.

## Método

Previo a una revisión bibliográfica, se siguieron las pautas del método PRISMA, (Tricco et al., 2018), (Figura. 1), el mismo que sustenta su metodología en la revisión de bases de datos como las siguientes: Springer Link, Google Scholar, Scopus, Redalyc y Scielo, luego se establecen parámetros como: preguntas de investigación, búsqueda de documentos, artículos seleccionados y obtención de datos, que permiten a los investigadores obtener la información más relevante y actualizada para generar un documento científico de alta calidad

## Preguntas de investigación

El número de preguntas generadas para la presente investigación se estableció de acuerdo con un análisis del tema en estudio, en este caso el estudio de las ondas de ruido en espacios cerrados y su impacto en la salud ocupacional. Para la ejecución de este punto de la investigación, la bibliografía recomienda considerar algunos puntos de vista como la simulación de ondas sonoras en comunidades universitarias, escuelas y domicilios, simulación de ondas sonoras en hospitales, centros de recepción, cines y teatros, simulación de ondas sonoras en la industria y minería, en función de estos parámetros surgen las siguientes preguntas, que se observan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

### Preguntas de investigación

Número	Preguntas de Investigación n	Motivación
PI1	¿Cuál es el límite de ruido diario permitido?	Identificar el valor máximo de ruido permitido.
PI2	¿Cuáles son los principales efectos auditivos?	Identificar efectos auditivos
PI3	¿Cuáles son los principales efectos no auditivos?	Identificar efectos no auditivos

## Busqueda de documentos

Se realizó una búsqueda bibliográfica sin restricción en los años, ya que, en la recopilación realizada se trató de buscar toda la información que haya sido anteriormente verificada y plasmada en muchos años de estudio, (Ibarra-Zarate y Padilla-Ortiz, 2020). Considerando los puntos

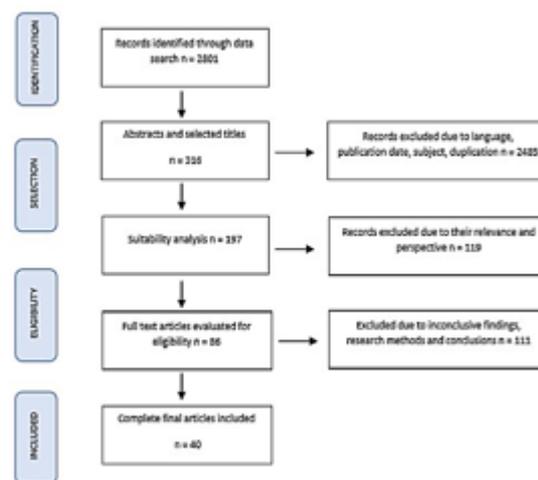
de vista descritos en la sección anterior, para el primer punto se formula la siguiente instrucción, ((“Sound” AND “wave” AND “simulation”) AND (“health” AND “effects”) AND (“hearing” AND “damage”)), para el segundo punto de vista, ((“sound” AND “wave” AND “simulation”) AND (“health” AND “effects”) AND (“non-hearing” AND “damage”)). En base a los títulos y resúmenes, los documentos fueron revisados en detalle.

## Selección de papers

En la Tabla 2 se muestra el procedimiento utilizado para la selección y descarte de información obtenida de los artículos revisados, para lo cual se establecieron los siguientes parámetros basados en la metodología Prisma, (Figura. 1).

**Figura 1**

### Diagrama de flujo de la metodología Prisma.



En la primera etapa se incluyen o excluyen los documentos en función del idioma, fecha de publicación, tema, tipo de documento. A continuación, se consideran los parámetros a tomar en cuenta como: relevancia, perspectiva, título, resumen, palabras clave.

En la tercera etapa, se realiza una validación de la información mostrada en los papers y si responden o no a las preguntas de investigación.

Al final las referencias son verificadas, las cuales deben corresponder a la información utilizada en la elaboración del documento de revisión.

**Tabla 2**

*Criterios de inclusión y exclusión.*

**Extracción de datos**

Number	Inclusion	Exclusion
C1	Artículos relacionados con la simulación de ondas sonoras	Tesis
C2	Artículos publicados en los últimos cinco años	Duplicados de diferente base de datos.
C3	Artículos escritos en Inglés	Artículos no relacionados con ondas sonoras y efectos en la salud ocupacional.
C4	Artículos relacionados con los efectos sobre la salud (audición)	Revisar artículos
C5	Artículos relacionados con los efectos sobre la salud (no auditivos)	Revisar artículos

Finalmente, luego de la discretización de las publicaciones analizadas, los autores han considerado diversos aspectos como: el campo de desarrollo de la simulación, entorno físico estructural, clase de ruido expuesto, efectos en la salud ocupacional y lugar de análisis, entre otros aspectos, para concluir con una selección de 40 artículos que se los detalla en la Tabla. 3 (ver anexo), en orden cronológico de publicación cuya información extraída concuerda con las preguntas de investigación, indicadas en la Tabla.1.

**Resultados**

A continuación, se presenta un resumen de los trabajos seleccionados, que han sido considerados de manera integral, a partir de los puntos de vista mencionados en el apartado Preguntas de investigación.

**Simulación de ondas sonoras en universidades, escuelas y hogares.**

El estudio de ondas sonoras dentro de universidades, escuelas y viviendas ha venido intensificándose debido a falta de interés en el tema y lo preocupante que puede llegar a convertirse con el pasar del tiempo. Los enfoques más destacados dentro del punto de vista VP1 se describen a continuación:

(Ibarra-Zarate y Padilla-Ortiz, 2020), propone el estudio de la arquitectura interna de edificios, denotando que la calidad acústica es un factor fundamental en su calificación como un lugar grande y funcional, o mal diseñado. Sin embargo, la acústica a menudo se pasa por alto durante la etapa de diseño de un edificio debido a la complejidad y al alto costo de las mediciones involucradas.

Por esta razón, es importante explorar formas más accesibles de implementar evaluaciones acústicas. El objetivo de este trabajo es comparar los métodos de medición experimentales típicos y el uso de dispositivos móviles para evaluar la calidad acústica de una habitación. Estas medidas se contrastan con la simulación por software del mismo espacio acústico. Los resultados muestran que el sistema móvil se puede utilizar para mediciones profesionales con bajas restricciones en el rango de frecuencia de interés de este estudio (90 Hz a 4000 Hz).

(Fantozzi y Rocca, 2020), mencionan que los efectos del entorno interior sobre la salud y el confort de los ocupantes representan un tema muy importante y requiere un enfoque holístico en el que los cuatro factores ambientales principales (confort térmico, calidad del aire, acústica e iluminación) deben evaluarse simultáneamente.

En este artículo de revisión, se aclara la diferencia entre los indicadores para la evaluación del riesgo para la salud humana y para la evaluación del confort.

Para cada factor ambiental se proponen los indicadores de riesgo para la salud humana con los umbrales relativos, y los indicadores de confort humano se agrupan en categorías según el número de parámetros incluidos, o el campo específico de aplicación para el que se proponen. Además, se destacan las diferencias entre la salud humana y los indicadores de comodidad.

(Basner et al., 2014), determinan que el ruido es omnipresente en la vida cotidiana y puede causar efectos en la salud tanto auditivos como no auditivos.

Por lo que han concluido que los efectos no auditivos de la exposición al ruido ambiental en la salud pública son cada vez mayores. Los estudios observacionales y experimentales han demostrado que la exposición al ruido provoca molestias, perturba el sueño y provoca somnolencia diurna, afecta los resultados de los pacientes y el rendimiento del personal en los hospitales, aumenta la aparición de hipertensión y enfermedades cardiovasculares y deteriora el rendimiento cognitivo en los escolares. En esta revisión, destacamos la importancia de estrategias adecuadas de prevención y mitigación del ruido para la salud pública.

(Sadhra et al., 2002), mencionan que la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha sobre niveles sonoros en establecimientos de entretenimiento se han concentrado en los niveles de exposición para el público, en lugar de los empleados que pueden estar en mayor riesgo de pérdida auditiva. Los empleados jóvenes son motivo de especial preocupación.

(Seddigh et al., 2015), determinaron repetidamente que el ruido es una de las razones más recurrentes de quejas en entornos de oficina. El objetivo del presente estudio fue investigar si la absorción del sonido mejorada o empeorada en oficinas diáfanas se refleja en las calificaciones de los empleados en cuanto a alteraciones, estrés

cognitivo y eficacia profesional.

Los efectos acústicos de estas manipulaciones se evaluaron de acuerdo con la nueva norma ISO (ISO-3382-3, 2012) para la acústica de salas diáfanas. Además, los empleados respondieron a los cuestionarios después de cada cambio. Estos análisis mostraron que, dentro de cada piso, las condiciones acústicas mejoradas se asociaron con perturbaciones percibidas más bajas y estrés cognitivo.

No hubo efectos sobre la eficiencia profesional. Además, los resultados sugieren que incluso un pequeño deterioro en las propiedades acústicas de la sala medida de acuerdo con la nueva norma ISO para la acústica de oficinas de planta abierta tiene un impacto negativo en la salud y las perturbaciones autoevaluadas.

### **Simulación de ondas sonoras en hospitales, centros de recepción, cines y teatros.**

El estudio del ambiente dentro de un hospital es primordial tanto para la salud de los médicos tratantes al igual que el paciente en su evolución. Hoy en día, como un papel importante en la cultura y la vida, la industria del espectáculo está creciendo con rapidez, especialmente las artes de concierto, ópera y teatro. Es por esta razón que se ha tomado en cuenta el punto de vista que une a todos estos lugares para su análisis (VP2), y se describen a continuación:

(Phillips, 2014), establece que la pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es una de las principales causas de pérdida auditiva prevenible en los Estados Unidos (Colvin y Luxon, 2007). NIHL es un proceso de daño metabólico permanente a las estructuras receptoras finas del oído interno causado por la exposición a niveles peligrosos de sonido (Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional).

Las regulaciones de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y NIOSH dictan que los trabajadores no deben estar expuestos a más de 85 a 90 dB de ruido en un turno de 8 horas. Sin embargo, el ruido puede

afectar la audición a niveles de decibelios mucho más bajos.

El NIHL se ha estudiado típicamente en la construcción y otros entornos industriales. Sin embargo, los entornos de entretenimiento comunes, como teatros y clubes nocturnos, también pueden exponer a los empleados y clientes a ruidos peligrosos de forma regular.

(Su et al., 2018), se propone proteger el entorno acústico del auditorio en el lugar de actuación, en el documento se centra en el método de medición del ruido de emisión de la maquinaria escénica. Para los equipos de alto ruido y de uso frecuente durante la ejecución, se estudian y discuten el equipo de medición, el entorno y la condición, la posición de detección, el parámetro de evaluación, el objeto probado y el requisito de funcionamiento.

En particular, el punto de prueba adecuado y la demanda de carga se analizan mediante la simulación del software EASE y la medición de ruido en un entorno de laboratorio. La investigación tiene como objetivo proporcionar el trabajo básico para desarrollar el proyecto de norma para el ruido de la maquinaria escénica, que tiene cierto valor de aplicación para mejorar los efectos audiovisuales y controlar la contaminación acústica para el teatro moderno.

(Morales y Reyes, 2017), plantea determinar los niveles de ruido mediante técnicas de sonometría, que resultan propicios para la contaminación acústica en el ambiente quirúrgico de los servicios de Sala de Operaciones de Adultos, Sala de Operaciones de la Emergencia de Adultos, Sala de Operaciones de Pediatría, Sala de Operaciones de Ginecología y Sala de Labor y Partos del Hospital Roosevelt, durante los meses de abril y mayo de 2017.

Existe una media energética del sonido en los quirófanos de entre 69,8 y 95,4 decibelios. El departamento quirúrgico con más ruido es Labor y Partos con 95.4 decibelios, el procedimiento con mayor emisión de contaminación acústica es la cirugía abdominal. El 53.85% de médicos presenta resultado anormal en pruebas

cognitivas, 61.54% posee dificultad media para dormir. No existen trastornos conductuales en el grupo estudiado.

(Golmohammadi et al., 2017), mencionan que las tareas que requieren una concentración intensa son más vulnerables al ruido que las tareas rutinarias. Debido a la alta carga de trabajo mental de los empleados del banco, este estudio tuvo como objetivo evaluar el confort acústico en los bancos de espacios abiertos con base en métricas de inteligibilidad del habla y molestias por ruido.

(Huth et al., 2014), indican que la pérdida auditiva neurosensorial por sobreexposición al sonido a una prevalencia considerable se puede analizar con la identificación de los peligros sonoros, un peligro de sonido potencial subjetivamente fuerte, aunque poco estudiado, son las salas de cine, en ese sentido la prevención es indispensable, debido a la falta de terapias definitivas.

Este estudio utiliza teléfonos inteligentes para evaluar su aplicabilidad como un medidor de nivel de presión sonora (SPL) validado y ampliamente disponible. Por lo tanto, este estudio mide los niveles de sonido en las salas de cine para determinar si los niveles de sonido exceden los límites seguros de exposición al ruido ocupacional y si los niveles de sonido en las salas de cine difieren en función de la película, el cine, el tiempo de presentación y la ubicación de los asientos dentro del teatro.

### **Simulación de ondas sonoras en industrias y minería**

La exposición al ruido se ha considerado comúnmente como el principal riesgo de pérdida auditiva ocupacional. Es por eso por lo que es necesario recopilar información sobre cómo las ondas sonoras afectan a los empleados dentro de su sitio de trabajo y así protegerlos de la pérdida auditiva resultante de la exposición parcial al ruido en las ocupaciones. A continuación, describimos algunos trabajos de investigación sobre salud ocupacional por exposición al ruido en industrias y minas.

(Ahmed et al., 2001), proponen determinar la prevalencia de la pérdida auditiva asociada a la exposición al ruido ocupacional y otros factores de riesgo. Estudio en el que participaron 269 sujetos expuestos y 99 no expuestos (sujetos no expuestos al ruido industrial) seleccionados al azar. La exposición actual al ruido se estimó utilizando un medidor de nivel de sonido y un dosímetro de ruido.

El 38% de los sujetos expuestos tenían discapacidad auditiva, que era una tasa 8 veces más alta que la encontrada para los sujetos no expuestos. El análisis multivariado indicó que la exposición al ruido fue el factor principal y la edad el factor secundario de predicción de la pérdida auditiva.

(Aliabadi et al., 2014), indican que es muy importante analizar las propiedades acústicas de las salas de trabajo para identificar las mejores medidas de control del ruido desde el punto de vista de los límites de exposición al ruido. Debido al hecho de que la presión acústica depende de los entornos, no puede ser un parámetro adecuado para determinar la participación de las características acústicas del lugar de trabajo en la producción de contaminación acústica.

Este artículo tiene como objetivo analizar empíricamente las características de la fuente de ruido y las propiedades acústicas de los talleres de bordado ruidosos en función de parámetros especiales. En este sentido, el tiempo de reverberación como parámetro acústico especial, en 30 salas de trabajo se midió según la norma ISO 3382-2. Sonido.

(Arezes et al., 2012), este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto resultante de la adopción de diferentes estrategias para evaluar la exposición de los trabajadores al ruido ocupacional. Con este propósito, se seleccionaron varios lugares de trabajo industriales, en función de la variabilidad del tiempo de exposición y la duración de las tareas.

La evaluación de la exposición al ruido se realizó utilizando las tres estrategias propuestas en ISO 9612: 2009 y calculando el

nivel de exposición diaria correspondiente y la incertidumbre asociada.

Los resultados obtenidos mostraron que las estrategias recomendadas por dicha norma para cada caso específico representaron las que consumieron menos tiempo, tanto considerando los tiempos de preparación como de medición y, con pocas excepciones, también llevaron a valores más bajos para la incertidumbre expandida asociada.

En definitiva, el presente trabajo es una contribución a la mejora del procedimiento de medición para la evaluación de la exposición laboral diaria al ruido.

(Gidikova et al., 2007), se llevaron a cabo exámenes de audiometría de tonos puros y exámenes de oído entre 138 hombres que trabajaban como operadores de máquinas y equipos expuestos ocupacionalmente a ruido intermitente de 85 a 105 dBA. Se encontró pérdida de audición de hasta 30 dB (audición socialmente adecuada preservada) en 25 trabajadores.

La discapacidad auditiva fue confirmada por los productos de distorsión de las mediciones de emisiones otoacústicas. Se puede encontrar un fuerte aumento en la frecuencia de casos entre los trabajadores con antigüedad superior a 10 años. Mientras que la frecuencia de los casos entre los trabajadores con antigüedad inferior a 10 años es del 5,45 %, es del 26,5 % entre los sujetos con antigüedad superior a 10 años, con un incremento paulatino como consecuencia del aumento de la duración de la exposición.

Se encontró una correlación positiva ( $p < 0.05$ ) entre la frecuencia de discapacidad auditiva entre los trabajadores y los años de exposición a niveles excesivos de ruido. Se sugirieron algunas medidas para prevenir la pérdida de audición inducida por ruido ocupacional.

(Nelson et al., 2005), en su trabajo menciona que el ruido excesivo es un peligro para la salud ocupacional mundial con considerables impactos sociales y fisiológicos, incluida la

pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL). Este artículo describe la morbilidad mundial de los NIHL ocupacionales en el año 2000.

En todo el mundo, el 16% de la pérdida auditiva discapacitante en adultos (más de 4 millones de AVAD) se atribuye al ruido ocupacional, que oscila entre el 7% y el 21% en las distintas subregiones. Los efectos de la exposición al ruido ocupacional son mayores para los hombres que para las mujeres en todas las subregiones y mayores en las regiones en desarrollo.

El ruido laboral es una causa importante de hipoacusia de inicio en la edad adulta. La mayor parte de esta carga de NIHL se puede minimizar mediante el uso de controles de ingeniería para reducir la generación de ruido en su origen.

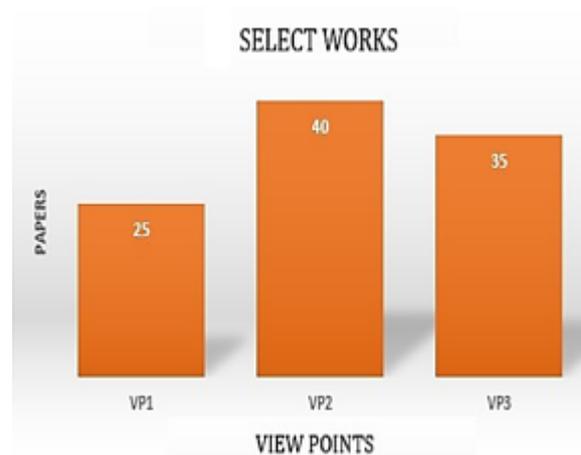
### Selección de artículos

En locales cerrados, toda la energía de las ondas sonoras se refleja sucesivamente en las paredes, suelo y techo del local. Cuando escuchamos percibimos además del sonido directo de la fuente, aquel sonido que ha sido reflejado una o varias veces en alguna de las superficies.

Cuando una fuente sonora emite una señal de una gran duración, el sonido directo y las numerosas reflexiones de las ondas sonoras llegan simultáneamente a cada oyente, habiendo recorrido diferentes trayectorias y teniendo diferentes amplitudes. depende del tamaño de la sala, de los materiales interiores y de la frecuencia.

**Figure 2**

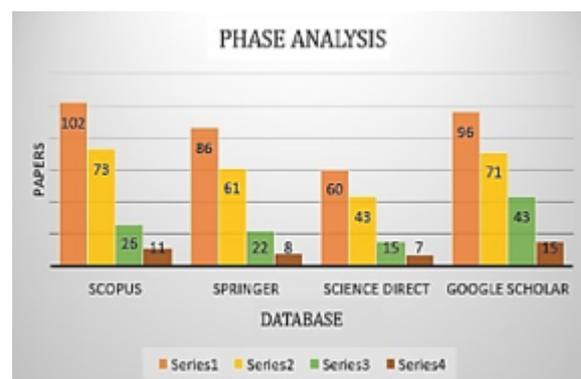
*Selección de trabajos*



En la figura 2, se puede observar que, de los 40 artículos seleccionados, el 25 % correspondió al punto de vista 1 (simulación de ondas sonoras en universidades, escuelas y viviendas), 40 % centrado en el punto de vista 2 (simulación de ondas sonoras en hospitales, centros de acogida, cines y teatros) y finalmente, el 35 % se concentró en el punto de vista 3 (simulación de ondas sonoras en industrias y minería).

**Figura 3**

*Fases de selección de papers*



La Figura. 3, representa un análisis porcentual de cada fase de selección en relación con las bases de datos exploradas. Para Scopus, de la fase 1 a la fase final, hubo una reducción de artículos del 89.22 %. En Springer, hubo una reducción del 90.69 %, para Science Direct, hubo una diferencia del 88.33 % entre la fase de

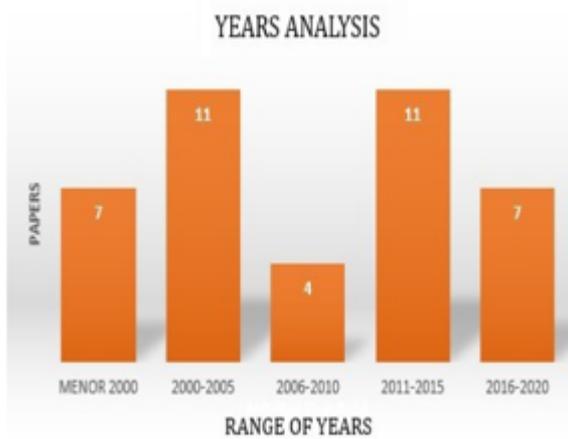
selección y los artículos incluidos.

Y finalmente para Google Scholar, hubo una reducción del 84.38 %. Además, como se puede apreciar, las bases de datos que contienen la información más relevante entre los explorados son Google Scholar, SpringerLink y Scopus.

En la Figura. 4. Se observar que la mayor cantidad de literatura revisada están entre el año 2011 al 2020, que representa un 45 % de trabajos seleccionados para la realización de esta revisión.

#### Figura 4

*Análisis de años de publicación*



#### Discusión

##### Preguntas de investigación

Los 40 artículos contienen la información necesaria para comprender el tema de la simulación de ondas sonoras y los efectos que producen en la salud ocupacional. La mayoría de los autores analizan sus estudios en función de los niveles de ruido admisibles (85 dB). A continuación se muestran las respuestas a las PI (Preguntas de investigación), que se indican en la Tabla 1.

PI1: ¿Cuál es el límite de ruido diario permitido?

Este documento de revisión reevalúa y reafirma el límite de exposición recomendado (REL) por sus siglas en inglés, para la exposición al ruido ocupacional establecido por el Instituto

Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) en 1972. El REL es de 85 dBA, con un tiempo de 8 horas promedio ponderado (85 dBA como TWA de 8 horas). Las exposiciones a este nivel o por encima de él son peligrosas, (Gidikova et al., 2007), (Nelson et al., 2005).

A medida que se supera el límite permisible, las condiciones se agudizan, es producto de la exposición permanente al ruido, comenzando por sensaciones incómodas y nerviosismo, posteriormente, el riesgo de padecer sordera y, finalmente, niveles máximos que el oído humano puede soportar hasta la posibilidad de causar la muerte.

PI2: ¿Cuáles son los principales efectos auditivos?

La pérdida de audición inducida por ruido es causada por la exposición a niveles de sonido o exposiciones que dañan las células ciliadas del oído. Inicialmente, la exposición al ruido puede provocar un cambio temporal en el umbral, es decir, una disminución de la sensibilidad auditiva que normalmente vuelve a su nivel normal en unos pocos minutos o en pocas horas. Las exposiciones repetidas conducen a un cambio de sensibilidad permanente, que es una pérdida auditiva neurosensorial irreversible, (Kujawa y Liberman, 2009), (Tomei et al., 2000).

Estos efectos están estrechamente relacionados con la disminución del rendimiento laboral, aumentando la posibilidad de accidentes y padecer algún tipo de enfermedad laboral, teniendo trastornos de la comunicación, del sistema nervioso central y autónomo, del sistema endocrino, además de trastornos neuropsiquiátricos, cardiovasculares, hormonas del estrés e incluso digestivos.

PI3: ¿Cuáles son los principales efectos no auditivos?

Cierta pérdida auditiva neurosensorial ocurre naturalmente debido al envejecimiento; esta pérdida se llama presbiacusia, pérdida auditiva conductiva, (Bradley et al., 2014) a diferencia de la pérdida auditiva neurosensorial,

generalmente se debe a enfermedades del oído externo y medio. Se sabe por experiencia que el ruido es desagradable y afecta la calidad de vida. Interrumpe e interfiere con las actividades de las personas, incluida la concentración, la comunicación, la relajación y el sueño, (Madsen-Rihlert et al., 2012).

Además de los efectos psicosociales del ruido comunitario (molestia, calidad de vida), también existe preocupación por el impacto del ruido del transporte en la salud pública, incluido el desarrollo cognitivo (de los niños), los trastornos del sueño, el desequilibrio endocrino y los trastornos cardiovasculares, (Chang et al., 2009).

El ruido actúa como un estresante ambiental que puede tener un gran impacto temporal e incluso permanente en las funciones fisiológicas del ser humano.

Los cambios temporales repetidos en las respuestas biológicas pueden resultar en cambios metabólicos permanentes en el cuerpo que implican un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, incluida la hipertensión arterial y el infarto de miocardio en sujetos expuestos crónicamente al ruido, (Metternich y Brusis, 1999), (Tomei et al., 2000).

Las respuestas autónomas instantáneas inducidas por ruido ocurren no solo en las horas de vigilia sino también en las horas de sueño, el despertar repetido del sueño se asocia con un aumento sostenido de la presión arterial durante el día.

La percepción cortical del sonido, así como los reflejos subcorticales debido a las interacciones nerviosas directas del nervio acústico con las estructuras hipotalámicas estimulan el sistema nervioso autónomo.

A partir de esto, surgió la hipótesis de que la exposición prolongada al ruido afecta negativamente a la homeostasis del organismo humano, incluida la función del sistema metabólico y cardiovascular.

Los cambios persistentes en los factores de riesgo endógenos debidos a la desregulación inducida por el ruido promueven el desarrollo de trastornos crónicos como la aterosclerosis, la hipertensión y las enfermedades isquémicas del corazón (CI) y otras enfermedades a largo plazo.

Aunque los efectos tienden a desvanecerse en los estudios ocupacionales debido al “efecto trabajador sano”, los estudios epidemiológicos llevados a cabo en el entorno ocupacional han demostrado que los empleados que trabajan en entornos ruidosos tienen un mayor riesgo de hipertensión arterial y de infarto de miocardio.

### Análisis de selección de papers

La mayoría de los documentos proporcionan la base científica para el estudio de la simulación de ondas sonoras y su incidencia en la salud auditiva en el trabajo o en el hogar. Estos documentos generalmente contienen una revisión crítica de la información científica y técnica disponible sobre la prevalencia de altos niveles de ruido, la existencia de riesgos para la seguridad, la salud y los métodos de control.

Por otro lado, la aplicación de la metodología PRISMA en varias etapas para poder seleccionar los artículos analizados minuciosamente en esta revisión bibliográfica permite mantener un método claro y transparente para la recolección de documentos esenciales que han sido investigados y han permitido comprender un gran porcentaje de los efectos de las ondas sonoras sobre la salud ocupacional.

La validez del estudio radica principalmente en un análisis serio y metodológicamente correcto para discretizar el gran número de publicaciones referentes al tema y enfocar el estudio en su parte medular al impacto en la salud de las personas expuestas a este tipo de riesgo físico.

Teniendo en cuenta las variables de estudio tales como: las fuentes que generan ruido, el nivel de transmisión del sonido, la exposición humana, tiempos y límites permisibles según el lugar donde se encuentren o trabajen, analizando

datos importantes como son las enfermedades laborales prevalentes derivadas de la exposición a este tipo de riesgos, los accidentes laborales en lugares que presentan gran contaminación auditiva y las repercusiones económicas y sociales que deben afrontar la fuerza laboral y productiva de un país.

## Conclusiones

En la investigación de la incidencia del ruido y sus efectos, se hace una distinción entre efectos auditivos y no auditivos, donde la discapacidad auditiva es el efecto sobre la salud más específico del ruido.

Según la normativa de seguridad y salud ocupacional, la exposición prolongada a niveles de ruido ocupacional superiores a 80-85 dB, son considerados nocivos para el sistema auditivo, de igual forma la exposición prolongada al ruido provoca efectos adversos no auditivos.

En la mayoría de las investigaciones la incidencia del ruido sobre problemas cardiovasculares es muy grande, estadísticamente se menciona que una gran cantidad de población puede sufrir este tipo de problemas de salud.

Según el estudio Global Burden of Disease (GBD), realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2000, los problemas cardiacos son la principal causa de muerte en los países desarrollados y en vías de desarrollo (22,8% y 9,4% de todas las muertes, respectivamente).

Además de otros problemas a la salud que se pudieron identificar en esta publicación, el objetivo es lograr conciencia en la población y en la comunidad científica sobre el cuidado y estudio que se debe realizar en los espacios físicos donde exista presencia de ruido, antes de ser utilizados con fines comerciales o laborales.

## Referencias bibliográficas

Ahmed, H. O., Dennis, J. H., Badran, O., Ismail, M., Ballal, S. G., Ashoor, A., & Jerwood, D. (2001). Occupational noise exposure and hearing loss of workers

in two plants in eastern Saudi Arabia. *Annals of Occupational Hygiene*, 45(5), 371–380. [https://doi.org/10.1016/S0003-4878\(00\)00051-X](https://doi.org/10.1016/S0003-4878(00)00051-X)

Aliabadi, M., Golmohammadi, R., & Mansoorizadeh, M. (2014). Objective approach for analysis of noise source characteristics and acoustic conditions in noisy computerized embroidery workrooms. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(3), 1855–1864. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3499-2>

Arezes, P. M., Bernardo, C. A., & Mateus, O. A. (2012). Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(1), 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.10.005>

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)

Bradley, J. S., Reich, R. D., & Norcross, S. G. (2014). *t*, 0.05 0. 106(4), 1820–1828.

Chang, T. Y., Wang, V. S., Hwang, B. F., Yen, H. Y., Lai, J. S., Liu, C. S., & Lin, S. Y. (2009). Effects of Co-exposure to noise and mixture of organic solvents on blood pressure. *Journal of Occupational Health*, 51(4), 332–339. <https://doi.org/10.1539/joh.L8121>

Fantozzi, F., & Rocca, M. (2020). An extensive collection of evaluation indicators to assess occupants' health and comfort in indoor environment. *Atmosphere*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/atmos11010090>

Gidikova, P., Prakova, G., Rudev, P., & Sandeva, G. (2007). Hearing impairment among workers occupationally exposed to



the information in books and make it universally accessible . *Biologia Centrali-Americana*, 2, v-413.

Tomei, F., Fantini, S., Tomao, E., Baccolo, T. P., & Rosati, M. V. (2000). Hypertension and chronic exposure to noise. *Archives of Environmental Health*, 55(5), 319–325. <https://doi.org/10.1080/00039890009604023>

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

van Kempen, E. E. M. M., Kruize, H., Boshuizen, H. C., Ameling, C. B., Statsen, B. A. M., & de Hollander, A. E. M. (2002). The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: A meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 110(3), 307–317. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110307>

Virkkunen, H., Kauppinen, T., & Tenkanen, L. (2005). Long-term effect of occupational noise on the risk of coronary heart disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 31(4), 291–299. <http://www.jstor.org/stable/40967505>

**Tabla 3**

*Publicaciones seleccionadas*

Código	Título	Base de Datos	Año Publicación	Punto de vista	Autor (s)	Objetivo
P1	An extensive Collection of evaluation indicators to assess occupants' health and comfort in indoor environment	Atmosphere	2020	VP1	Fantozzi, F.; & Rocca, M.	Recopilar los indicadores para la evaluación de la salud y el confort de los ocupantes en evaluaciones de calidad ambiental interior.
P2	Interaction between sound and thermal influences on Patient comfort in the hospitals of China's Northern heating region	Applied Sciences	2019	VP2	Wu, Y.; Meng, Q.; Li, L.; & Mu, J.	Describe una serie de mediciones de campo y evaluaciones subjetivas que investigan el confort térmico y el desempeño acústico de dieciocho hospitales en China.
P3	Acoustics and Vibration of Mechanical Structures	Springer	2019	VP1	Herisanu, N. & Marinca V.	Informe de la dinámica de la bifurcación utilizando diagramas de bifurcación, secciones de Poincaré y el mayor exponente de Lyapunov.
P4	Acoustic Characterization of a Room: Study Case Between simulation and a portable Method	Scopus	2019	VP1	Ibarra, D.; & Padilla, A.	Comparar los métodos de medición experimentales típicos y el uso de dispositivos móviles para evaluar la calidad acústica de los métodos de medición de una habitación.
P5	Research on emission noise measurement of stage machinery in performing place	AIP Conference Proceedings	2018	VP2	Zhibin Su, Bing Liu, Jingyu Liu, Hui Ren, and Fakong Wei	Desarrollar el borrador de la norma para el ruido de la maquinaria de escenario, que tiene cierto valor de aplicación para mejorar los efectos audiovisuales y controlar la contaminación acústica para el teatro moderno.
P6	Levels of noise pollution and its effects on anesthesiology residents	Scopus	2017	VP2	Morales, D.	Determinar los niveles de ruido mediante técnicas de sonometría, que son propicias para la contaminación acústica en el entorno quirúrgico del Hospital Roosevelt, durante los meses de abril y mayo de 2017

P7	An experimental study of acoustic confort in open space Banks base don speech intelligibility and noise annoyance measures	Scopus	2017	VP2	Golmohammadi, R.; Aliabadi, M.; & Nezami, T.	Evaluar el confort acústico en bancos de espacios abiertos basándose en métricas de inteligibilidad del habla y molestias por ruido.
P8	Acute Effects of Noise on Blood Pressure and Heart Rate	Scopus	2015	VP3	Lusk, S.; Gillespie, B.; Hargerty, B.; & Ziemba, R.	Evaluó los efectos agudos de la exposición al ruido sobre la presión arterial sistólica y diastólica, y la frecuencia cardíaca, entre 46 trabajadores en una planta de ensamblaje de automóviles del medio oeste.
P9	Effect of variation in noise absorption in open-plan office: A field study with a cross-over design	Science Direct	2015	VP1	Seddigh, A.; Berntson, E.; Jónsson, F.; Bodin, C.; & Westerlund, H.	Investigar si la absorción de sonido mejorada o empeorada en oficinas de planta abierta se refleja en las calificaciones de los empleados en cuanto a perturbaciones, estrés cognitivo y eficacia profesional.
P10	Comprehensive Measures of Sound Exposures in Cinemas Using Smart Phones	EAR & HEARING	2014	VP2	Huth, M.; Popelka, G.; & Blevins, N.	Mide los niveles de sonido en las salas de cine para determinar si los niveles de sonido exceden los límites seguros de exposición al ruido ocupacional.
P11	Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications	Scopus	2014	VP2	Phillips, E.	Investigación del ruido en entornos de teatro.
P12	Auditory and non-auditory effects of noise on health	Scopus	2013	VP1	Basner, M.; Babisch, W.; Davis, A.; Brinck, M.; Clark, C.; Janssen, S.; & Stansfeld, S.	El daño a las células ciliadas y a los nervios provocado por el ruido ha aumentado sustancialmente.
P13	Objective approach for analysis of noise source characteristics and acoustic conditions in noisy computerized embroidery workrooms	Springer	2013	VP3	Aliabadi, M.; & Mansoorizzadeh, M.	Analizar empíricamente las características de la fuente de ruido y las propiedades acústicas de las salas de trabajo de bordado ruidosas en función de parámetros especiales.
P14	Meanings of Being Critically Ill in a Sound- Intensive ICU Patient Room - A Phenomenological Hermeneutical Study	Scopus	2012	VP2	sson, L.; Bergbom, I.; & Lindahl, B.	Estudiar la incidencia del sonido intenso en una UCI con la presencia de pacientes graves, como se discute a través de las narrativas de los pacientes.

P15	Determination of noise induced hearing loss in mining: an application of hierarchical loglinear modelling	Springer	2011	VP3	Onder, M.; Onder, S.; & Mutlu, A.	Determinación de la pérdida auditiva de los trabajadores a lo largo de los años.
P16	Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments	Science Direct	2011	VP3	Arezes, P.; Bernardo, C.; & Mateus, O.	Analizar el impacto resultante de la adopción de diferentes estrategias para evaluar la exposición de los trabajadores al ruido ocupacional.
P17	Cardiovascular effects of noise	Scopus	2011	VP1	Babisch, W.	Valoración cardiovascular por motivos de poder estadístico (alta prevalencia en la población general) y su enorme impacto en la salud pública.
P18	Visualizing Gas Molecules Interacting with Supported Nanoparticulate Catalysts at Reaction Conditions	Science Direct	2011	VP1	Hideto Yoshida, Yasufumi Kuwauchi, Joerg R. Jinschek, Keju Sun, Shingo Tanaka, Masanori Kohyama, Satoshi Shimada, Masatake Haruta, Seiji Takeda	Análisis mediante microscopio electrónico de la transmisión ambiental de las moléculas de monóxido de carbono (CO) adsorbidas causaron que las 100 facetas de una nanopartícula de oro se reconstruyeran durante la oxidación del CO a temperatura ambiente.
P19	Hypertension and Chronic Exposure to Noise	Science Direct	2010	VP1	Tomei, F.; Fantini, S.; Tomao, E.; Baccolo, T.; & Rosati, V.	Analizar la incidencia del ruido como un factor de riesgo cardiovascular y que los efectos cardiovasculares son relativos a la tensión y tipo de exposición.
P20	Effects of co-exposure to noise and mixture of organic solvents on blood pressure	Journal of Occupational Health	2009	VP3	Chang, T.; Wnag, V.; Hwang, B.; Yen, H.; Lai, J.; Liu, Ch.; & Lin S.	Investigar los efectos del ruido, una mezcla de disolventes orgánicos (N, N-dimetilformamida (DMF) y tolueno) y su interacción sobre la hipertensión.
P21	Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after "Temporary" Noise- Induced Hearing Loss	Google scholar	2009	VP1	Kujawa, S. & Liberman, C.	Sobreexposiciones acústicas que causan una elevación del umbral moderada, pero completamente reversible, dejan las células sensoriales cocleares intactas, pero causan una pérdida aguda de terminales nerviosos posteriores y degeneración retardada del nervio coclear.

P22	Hearing impairment among workers occupationally exposed to excessive levels of noise	Versita	2007	VP3	Gidikova, P.; Prakova, G.; Ruev, P.; & Sandeva, G.	Se llevaron a cabo exámenes de audiometría de tono puro y exámenes de oído entre 138 hombres que trabajaban como operadores de máquinas y equipos expuestos ocupacionalmente a ruido intermitente de 85 a 105 dBA.
P23	The Global Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss	Science Direct	2005	VP3	Nelson, D.; Nelson, R.; Concha, M.; & Fingerhut, M.	Describe la morbilidad mundial de los NIHL ocupacionales en el año 2000.
P24	Long-term effect of occupational noise on the risk of coronary heart disease	Scandinavian Journal of Work	2005	VP3	Virkkunen, H.; Kauppinen, T.; & Tenkanen, L.	El objetivo del estudio fue investigar los efectos a corto y largo plazo de la exposición ocupacional al ruido continuo e impulsivo sobre el riesgo de cardiopatía coronaria.
P25	Noise levels in Johns Hopkins Hospital	Scopus	2005	VP2	Busch, I.; West, J.; Barnhill, C.; Hunter, T.; Orellana, D.; & Chivukula R.	Se centra en los niveles de presión sonora existentes en un hospital importante de EE. UU. Y los sitúa en el contexto de los niveles de presión sonora informados en los hospitales en las últimas décadas.
P26	Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction	Scopus	2005	VP3	Hugh, W.; Teschke, K.; Kennedy, S.; Hodgson, M.; Hertzman, C; & Demers, P.	La exposición al ruido es muy prevalente en el lugar de trabajo y se ha hipotetizado una asociación etiológica con enfermedades cardiovasculares.
P27	Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs	Google scholar	2004	VP2	Adam, M.; Szymanski, M.; Mills, R.; & Phil, M.	El nivel de exposición al ruido en los lugares donde trabajan también se ha estudiado utilizando dosímetros de audio Ametek Mk3.
P28	The Association between Noise Exposure and Blood Pressure and Ischemic Heart Disease: A Meta-analysis	Scopus	2002	VP2	Kempen, E.; Kruise, H.; Boshuizen, H.; Ameling, C.; Staatsen, B.; & Hollander, A.	Estudiamos una amplia gama de efectos, desde cambios en la presión arterial hasta un infarto de miocardio.
P29	Noise pollution in textile, printing and publishing industries in Saudi Arabia	Scielo	2002	VP3	Noweir, M. & Jamil, T.	Se ha descubierto que las industrias textiles, editorial y de productos de papel son las más ruidosas.

P30	Noise exposure and hearing loss among student employees working in university entertainment venues	Springer	2002	VP1	Sadhra, S.; Jackson, C.; Ryder, T; & Brown, M.	El objetivo es estimar los niveles de sonido típicos en diferentes áreas donde se reproducía música amplificada y estimar la dependencia de los cambios de umbral de audición en los niveles de ruido medidos.
P31	Hospital at home versus in-patient hospital care (Review)	Scielo	2001	VP2	Shepperd, S. & Illiffe, S.	Evaluar los efectos del hospital domiciliario en comparación con la atención hospitalaria.
P32	Occupational Noise Exposure and Hearing Loss of Workers in Two Plants in Eastern Saudi Arabia	The Annals of Occupational Hygiene	2001	VP3	H. O. Ahmed, J. H. Dennis, O. Badran, M. Ismail, S. G. Ballal, A. Ashoor, D. Jerwood	Determinar la prevalencia de la pérdida auditiva asociada con la exposición al ruido ocupacional y otros factores de riesgo.
P33	Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solven	Scandinavian Journal of Work	2001	VP3	Mariola Sliwinska-Kowalska, Ewa Zamyslowska-Szymtke, Wieslaw Szymczak, Piotr Kotylo, Marta Fiszer, Adam Dudarewicz, Wiktor Wesolowski, Malgorzata Pwlaczyk-Luszczynska, Robert Stolarek.	Se sabe que algunos disolventes orgánicos industriales son ototóxicos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos auditivos de una mezcla de disolventes orgánicos solos o en combinación con el ruido en los empleados de empresas de pinturas y lacas. La concentración de solventes estuvo por debajo de los límites de exposición ocupacional (OEL) para la mayoría de los sujetos
P34	Acute Hearing Loss and Tinnitus Related to	Science Direct Strongly Amplified Music.	1999	VP2	Metternich, F. & Brusis T.	La exposición a corto plazo a niveles de sonido muy altos, por ejemplo en conciertos, también puede causar pérdida de audición y tinnitus.
P35	On the combined effects of signal to noise ratio and room acoustics on speech intelligibility	Scopus	1999	VP2	Bradley, J.; Reich, R.; & Norcross, S.	Varias medidas, como la relación de sonido útil a perjudicial y el índice de transmisión de voz, predicen los efectos combinados de ambos tipos de factores.
P36	Occupational Noise Exposure	Scopus	1998	VP3	NIOSH	Programa de prevención de la pérdida auditiva (HLPP) que incluye evaluación de exposición, controles administrativos y de ingeniería.

P37	Risks of Developing Noise-Induced Hearing Loss in Employees of Urban Music Clubs	American Journal of Industrial Medicine	1997	VP2	Gunderson, E.; Moline, J.; & Catalano, P.	Determine si existe un riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido para los empleados de clubes de música que no sean los propios músicos.
P38	Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) – High-definition audiometric survey on 1364 subjects	Scielo	1996	VP2	Meyer, C.	Permitir comparar resultados promedios que probablemente den un perfil del impacto de los diferentes riesgos en el aparato auditivo.
P39	Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction	Google scholar	1995	VP3	Nelson, D. & Schwela, D.	Proporciona una visión general de la evaluación, prevención y control de la exposición al ruido en el lugar de trabajo, con miras a prevenir la pérdida auditiva inducida por el ruido.
P40	The influence of reflections on auditorium acoustics	Google Scholar	1964	VP2	Lochner, J. & Burger, J.	Análisis del sistema auditivo y aquellas cualidades acústicas normalmente atribuidas a los auditorios.