

Segundo Informe del proyecto: **Investigación y evaluación del efecto de la contaminación por ruido en viviendas de México.**

**PDCPN 2013/213883.**

**01 RESUMEN**

El ruido (cualquier sonido indeseable) ambiental es un problema típico de los asentamientos humanos. Los impactos del ruido ambiental sobre la salud siguen siendo una preocupación cada vez mayor entre la población y los responsables del diseño de políticas de salud y convivencia. Expertos en salud pública coinciden en que los riesgos ambientales constituyen el 24% de las causas de enfermedades. Una amplia exposición al ruido ambiental del transporte por carretera, ferrocarril, aeropuertos y parques industriales contribuyen a esta situación. Por ejemplo, existe evidencia epidemiológica que indica que sujetos expuestos crónicamente a niveles altos de ruido ambiental incrementan su riesgo para contraer enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, la contaminación por ruido se considera no sólo una molestia medioambiental, sino también una amenaza para la salud pública.

La contaminación ambiental por ruido, a nivel mundial, está creciendo continuamente. Aun en los países más desarrollados, el nivel de ruido crece a razón entre 0.2 y 0.3 dB en malla de ponderación A por año. Este incremento se tiene a pesar que en estos países se han establecido estrictas medidas de regulación en la fabricación de autobuses, motocicletas y camiones logrando reducir, en promedio, 6, 9 y 12 dB en malla de ponderación A, respectivamente en 20 años. El nivel de ruido se ha incrementado, principalmente, por el aumento de vehículos circulando en una creciente red de calles y avenidas. Es decir, la contaminación ambiental por ruido crece pese a los esfuerzos tecnológicos por reducir el ruido en la fuente.

**Identificación del problema nacional a atender e hipótesis de trabajo**

La contaminación ambiental por ruido es, a menudo, mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación urbana y políticas de construcción de vivienda mal diseñadas.

En nuestro país, la estrategia contra la contaminación por ruido se ha enfocado en regular la emisión de ruido de una fuente fija (NOM-081-SEMARNAT-1994, pero se ha investigado muy poco sobre otros métodos de control ruido incluyendo el aislamiento acústico que deben ofrecer las viviendas. Por esta razón las medidas de regulación en la industria de la construcción son prácticamente inexistentes. Esto limita seriamente el margen de solución a la problemática de ruido que pueden ofrecer las instituciones gubernamentales y/o legislativas. La limitada investigación del aislamiento acústico de viviendas en México, y sus procedimientos de medición, contrasta fuertemente con las acciones que ha emprendido la comunidad internacional, donde existen normas y regulaciones estrictas de construcción, basadas en investigaciones formales.

El trabajo de investigación propuesto se orienta a estudiar el aislamiento acústico en viviendas (procedimientos de medición que incluyan frecuencias por debajo de 100 Hz y métodos de valoración del aislamiento acústico incluyendo bajas frecuencias), como una estrategia para reducir el efecto de la contaminación por ruido en la población. Este enfoque destaca que la protección contra el ruido, forma parte de los requisitos indispensables que toda vivienda moderna debe ofrecer. En acústica de edificaciones se utiliza el concepto de aislamiento acústico para definir la cantidad de protección contra el ruido que ofrece el recinto.

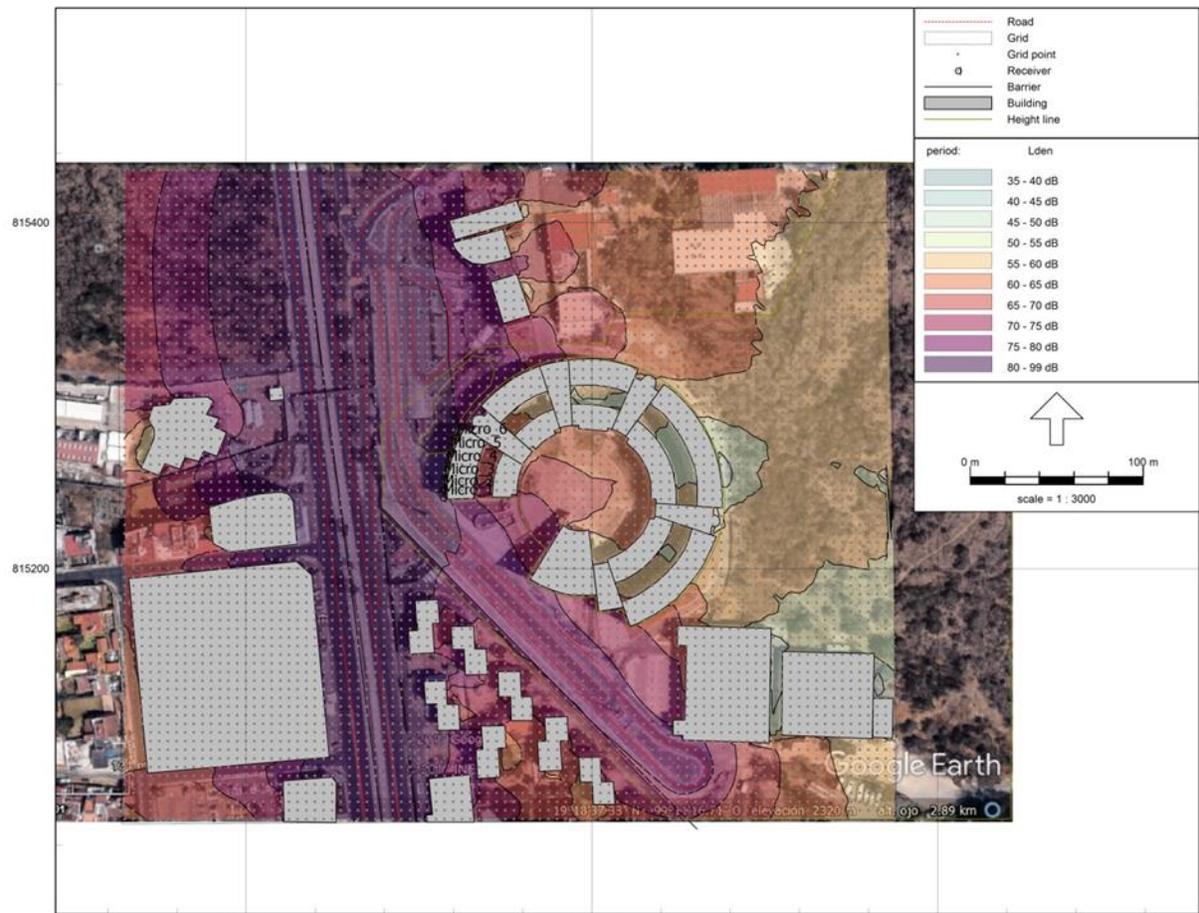
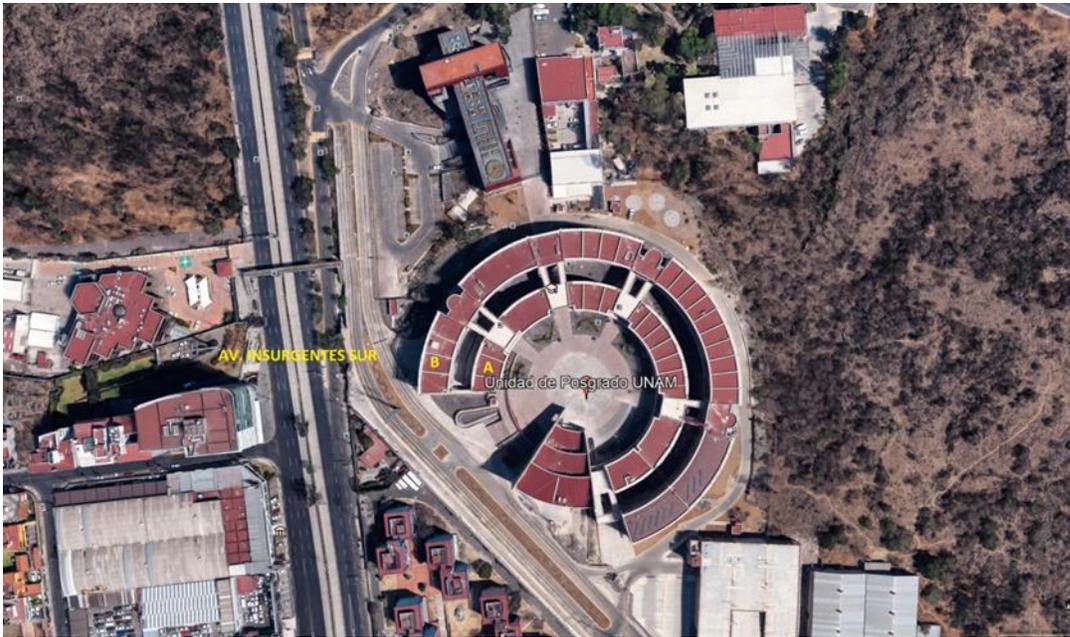
También se pretende emular otro de los resultados prácticos de las investigaciones realizados en la comunidad internacional; donde no solo se ha estimulado la creación de viviendas con mayor protección contra el ruido (mejorando la calidad de vida de grandes cantidades de población); sino que, adicionalmente, también se estimuló la investigación en nuevos materiales y métodos de manufactura de elementos de construcción. Instrumentar esta estrategia permitiría apoyar a

empresarios mexicanos que proyectan exportar sus productos a mercados internacionales, donde el aislamiento acústico es una propiedad que define la calidad del producto.

## **02 EVALUE EL GRADO DE CUMPLIMIENTO**

En el proyecto, hubo que replantear el tema de medición de ruido de tráfico debido que al realizar la medición en la ciudad de Querétaro, nos enfrentamos al problema de la inseguridad. Tuvimos que eliminar los horarios de monitoreo por la noche (a partir de que oscurecía); pero aun en los horarios diurnos teníamos que acudir en grupos de al menos 2 personas que tenían también la tarea de cuidar los equipos y vigilar quien se acercaba. Esto incremento la necesidad personal dedicado al monitoreo y el avance era muy lento. Esta situación empeoró en los ensayos que se hicieron en la ciudad de México y en Puebla.

La alternativa que encontramos fue abordar el problema con modelado computacional. Con esta herramienta se realizan mapas de ruido urbano en las grandes urbes. Esta estrategia ha sido instrumentada en varios países [1-3] y la Comunidad Europea la recomienda en sus guías de ruido urbano [4]. Esta alternativa de utilizar modelado, permite abordar problemas en 3 dimensiones (3D), facilitando el estudio del impacto del ruido urbano en edificaciones de varios pisos [5]. Para mostrar los resultados obtenidos con esta herramienta presentamos brevemente el caso el estudio del impacto, del ruido generado en la Av. Insurgentes sur, sobre los salones de clase del 3er nivel de la Unidad de Posgrado de la UNAM. Para más detalles ver el documento “Mapas de Ruido”.



U. de Posgrado -roads-  
24 nov 2017, 18:00

Universidad Nacional Autónoma de México

2794800 2795000 2795200  
Road traffic noise - ISO 9613.1/2 Road, [version of CDMX - U. de Posgrado -roads-], Predictor V11.20  
19°18'32.23" N - 99°13'16.74" O elevación 2320 m alt. ojo 2.89 km

Estudio de ruido urbano de la Unidad de Posgrado de la UNAM.

El avance logrado aun no cubre una ciudad completa, pero creemos estar en la ruta correcta. En estos momentos estamos validando el modelo y una vez realizado, planeamos aplicarlo a todo el campus de Ciudad Universitaria (UNAM), para luego hacerlo en Coyoacán, para ir incrementado el área a estudiar.

Con las mediciones de ruido que se realizaron en Querétaro, se obtuvieron datos de los niveles de ruido así como los espectros en el intervalo audible de frecuencias (20 Hz a 20 kHz). Durante 2016 se realizaron análisis de los resultados obtenidos los cuales se mostraron algunos en el artículo “Diseño de la medición de ruido en la ciudad de Querétaro” presentado en el Simposio de Metrología del 2016 realizado en Querétaro. En 2017 también se tuvo la colaboración del Dr. Hugo Gasca Aragón, especialista en estadística, quien realizó un análisis de las mediciones tomadas, los puntos considerados así como de los resultados obtenidos y nos compartió algunas de sus conclusiones en el Foro de Difusión presentado en CENAM en octubre de 2017.

Para mayores detalles de estos resultados consultar la siguiente página en internet

<http://www.cenam.mx/vya>

Para la parte de caracterización acústica de elementos de construcción para mejorar viviendas, seguimos trabajando con las siguientes Empresas Mexicanas dedicadas a la Construcción: Industrial Bloquera Mexicana S.A. de C.V. Panel Rey S. A.; Saint Gobain México; Metecno, México. Estas empresas ven conveniente realizar un catalogo de materiales con propiedades acústicas para la construcción y han aceptado que los datos de las caracterizaciones de sus materiales puedan publicarse. También han considerado participar en un esfuerzo para elaborar una norma de construcción que especifique características acústicas para los materiales. Se anexan varios documentos con los informes de caracterización para estas empresas (Bloquera [1].pdf, Bloquera [2].pdf, Bloquera [3].pdf, Informe Panel Rey M\_911A.pdf, Informe Panel Rey M\_86785.pdf, MEDICION DE ABSORCION SONORA.pdf ).

También se elaboró un manual sobre Aislamiento Sonoro (Manual Aislamiento.pdf), para fabricantes y usuarios. La empresa Industrial Bloquera Mexicana S.A. de C.V, ha aceptado financiar y divulgar el contenido en diferentes foros (Carta Apoyo Manual.pdf).

Para influir en la normatividad actual sobre contaminación por ruido, participamos activamente en el Comité Técnico Interno establecido por la SEMARNAT, para la modificación de la norma NOM-081 (SEMARNAT [1].pdf, SEMARNAT [2].pdf, SEMARNAT [3].pdf). También fuimos convocados por subcomité técnico de Protección Auditiva NMX-053-SCFI-2002, para participar en la elaboración de la nueva norma (NMX-053-SCFI.pdf). Los trabajos de medición se consignaron en un informe que se encuentra en etapa de revisión por parte del subcomité (Sub comité Protección Auditiva.pdf).

Se tuvo también la participación de varios estudiantes de licenciatura realizando sus estancias de prácticas profesionales, los cuales listamos brevemente:

- Omar Sánchez Tamayo, estudiante de Ingeniería mecatrónica del ITA, quien participó en el proyecto durante la fase de diseño de una “*tapping machine*”.
- Ma. Guadalupe Olvera Sierra, estudiante de Ingeniería en sistemas computacionales del ITQ, quien realizó el proyecto de página web para difusión del proyecto y sus resultados.

En otros entregables el proyecto de investigación cuyo título es: “Trabajo Experimental para la Medición de la Transmisión del Habla en un Recinto” que el estudiante de maestría Daniel Martínez Gutiérrez, presentó para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, en la modalidad de examen general de conocimientos (Daniel Martinez Gutierrez.pdf).

Los trabajos de Antonio Bautista Kuri, estudiante de doctorado del posgrado de Arquitectura de la UNAM, con el tema de doctorado: “Arquitectura para zonas de alto nivel de ruido urbano”.

- 48 Congreso Español de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica: TECNIACÚSTICA 2017, Coruña España, a presentar el trabajo: “Evaluación Acústica de Aulas de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México”. (Artículo enviado TecniAcustica.pdf).
- Revista: APPLIED ACOUSTICS  
 Título: Acoustical evaluation of university classrooms of the National Autonomous University of Mexico.(Acoustical evaluation.pdf)  
 Autores: Antonio J. Bautista-Kuri; Santiago J. Pérez-Ruiz; Felipe Orduña-Bustamante  
 Tipo de artículo: Research Paper  
 Estado: A enviarse

### **03 MODIFICACIONES AL CONVENIO DE ASIGNACION DE RECURSOS**

En la segunda etapa solo se manejó Gasto Corriente, ya que el Gasto de inversión se asignó y ejerció en la primera etapa. Las modificaciones en el Gasto Corriente esencialmente se dieron debido a los ajustes en la compra de software especializado, ya que se cotiza en divisas extranjeras (dólares o euros). Tanto los precios como el valor de las divisas fueron cambiantes. Otra necesidad de ajuste en el Gasto Corriente fue la debida a la compra de insumos que variaron mucho su precio (materiales, componentes).

Para mayor comodidad de lectura del presente documento, los detalles pormenorizados de los movimientos de Gasto Corriente se consignan en el informe financiero.

### **04 REPORTE**

a) **PRODUCTOS ACADEMICOS Y/O DE DIVULGACIÓN:**

Tres Informes para la empresa: Industrial Bloquera Mexicana S. A. de C.V. Este es un informe de las mediciones de Aislamiento Sonoro que se han venido haciendo para esta empresa, a fin de caracterizar sus materiales de construcción, con el objetivo final de ofrecer un producto que cumpla con ciertos requisitos de Aislamiento Sonoro y, posteriormente, establecer estos requisitos en una norma de construcción. Actualmente se está tramitando ante el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación A. C. (ONNCCE), una certificación para estos materiales.

Dos informes para la empresa: Panel\_Rey, sobre un proyecto tecnológico que consiste en -desarrollar unos paneles tipo plafón-. Con los resultados de las mediciones se ha ido ajustando la formulación para tener las características acústicas de absorción deseadas. No se incluyen mediciones de aislamiento sonoro de estos mismos paneles debido a que el procedimiento de medición aún no esta normalizado.

Tres documentos para la SEMARNAT que tienen el objetivo de aportar información bien fundamentada para realizar los cambios necesarios para la nueva versión de la norma NOM 081 SEMARNAT.

Un informe de medición sobre la medición de protectores auditivos, que es nuestra aportación para la nueva versión de la norma NMX-053-SCFI.

Una versión preliminar de un manual sobre Aislamiento Sonoro, que tiene la intención de difundir los aspectos técnicos de la evaluación acústica en torno al aislamiento sonoro. Este documento incluye una parte de guía en los procedimientos diseño y de construcción, para lograr una edificación con una característica de aislamiento sonoro adecuada.

Informe preliminar de mediciones de Ruido de Trafico en algunas zonas de la ciudad de Querétaro. Este informe detalla los avances de nuestro proyecto en este rubro.

Tres trabajos presentados en el Simposio de Metrología 2016, realizado en la ciudad de Querétaro en las instalaciones del Centro Nacional de Metrología (CENAM), en el mes de septiembre.

Realización del Foro de Difusión de Resultados sobre el Proyecto de Investigación y Evaluación de la contaminación por Ruido en Viviendas de México, realizado el 4 de octubre de 2017 en las instalaciones del CENAM, Querétaro. Se puede encontrar una breve reseña en la página del CENAM en la siguiente liga: <https://www.gob.mx/cenam/prensa/foro-de-difusion-de-resultados-sobre-proyecto-de-investigacion-y-evaluacion-de-la-contaminacion-por-ruido-en-viviendas-de-mexico>

Desarrollo de página web del proyecto "Investigación y evaluación del efecto de la contaminación por ruido en viviendas de México (CCADET-CONACyT)". Se anexa liga: [www.cenam.mx/vya](http://www.cenam.mx/vya).

- 48 Congreso Español de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica: TECNIACÚSTICA 2017, Coruña España, a presentar el trabajo: "Evaluación Acústica de Aulas de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México". (Artículo enviado TecniAcustica.pdf).
- Revista: APPLIED ACOUSTICS  
Título: Acoustical evaluation of university classrooms of the National Autonomous University of Mexico.  
Autores: Antonio Bautista-Kuri; Santiago J. Pérez-Ruiz; Felipe Orduña-Bustamante.  
Tipo de artículo: Research Paper  
Estado: A enviarse
- Revista: Measurement

Ref: MEAS-D-17-01641

Título: Experimental analysis of the sound field of a small enclosure, to measure the insulation sound and sound power of noise source, below its Schroeder frequency.

Autores: Adolfo Esquivel, M.D.; Santiago J Pérez-Ruiz, Ph. D.; Andrés E Pérez -Matsumoto, Ph.D.

Tipo de artículo: Research Paper

Estado: En revisión

## **b) FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS**

Tesis Daniel Martínez Gutiérrez, Posgrado en Ingeniería Eléctrica (instrumentación). Facultad de Ingeniería UNAM.

Informe de Residencia Profesional. Omar Sánchez Tamayo. Ingeniería Mecatrónica, ITA. Proyecto: Diseño del sistema electrónico y evaluación de una tapping machine (maquina generadora de impactos).

Informe de Residencia Profesional. Ma. Guadalupe Olvera Sierra. Ingeniería en Sistemas Computacionales, ITQ. Proyecto: Desarrollo de página web del proyecto "Investigación y evaluación del efecto de la contaminación por ruido en viviendas de México (CCADET-CONACYT)".

## **c) PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS Y FOROS ACADEMICOS**

Simposio de Metrología 2016, Querétaro, México

48 Congreso d Español de Acústica, Coruña, España

Foro de Difusión de Resultados sobre el Proyecto de Investigación y Evaluación de la contaminación por Ruido en Viviendas de México, realizado el 4 de octubre de 2017 en las instalaciones del CENAM, Querétaro.

## REFERENCIAS

- [1] H.C. Borst, H.M.E. Midema: Comparison of Noise Impact Indicators, Calculated on the Basis of Noise Maps of DENL, ACTA ACOUSTICA Vol. 91, p. 378 – 385, 2005
- [2] C. Asensio, M. Recuero, M. Ruiz. Editorial Noise mapping, Applied Acoustics 72, 477–478, 2011.
- [3] S.W. Lee, S-I Chang, Y.M. Park. Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown development area of Seoul, Korea. Applied Acoustics 69 704–714, 2008
- [4] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
- [5] M. V. Manfrin de Oliveira F., P. H. Trombetta Zannin, Methodology for assessing the sound insulation of the façade of a multiple floor building. Noise Control Engr. J. 63 (2), March-April 2015.