

20 de septiembre de 2018

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

En cumplimiento al mandato que nos ha conferido el H. Consejo Divisional a la *Comisión encargada del análisis de las solicitudes de periodos o años sabáticos y de la evaluación de los informes de actividades desarrolladas en éstos, así como del análisis y evaluación de las solicitudes e informes de la beca para estudios de posgrado*, se procedió a revisar el documento presentado como informe de sabático del **Dr. Fausto Eduardo Rodríguez Manzo**, adscrito al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, en consecuencia se presenta el siguiente:


**Dictamen**

De acuerdo con la evaluación efectuada por esta Comisión, se encontró que se cumplió con el programa planteado para el disfrute del sabático, relativo a la realización del desarrollo de las dos etapas finales del Proyecto de Ciencia Básica de CONACYT "El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México. Problemas y modelos de solución", así como el desarrollo de herramientas de investigación y docencia para el Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico LADAc.

Cabe hacer mención que el informe se presentó en tiempo y forma.

Todos los miembros de la Comisión se manifestaron a favor del dictamen: Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón y Mtra. Silvia Gabriela García Martínez.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**



**Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas**  
Coordinador de la Comisión

PT/JEFATURA/CYAD/018/2018.

Coro Div. Cu AD  
JUL 27 PM 03:40 Lupita

27 de julio del 2018

**Dr. Marco V. Ferruzca Navarro**  
Presidente H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
P r e s e n t e.

Por este medio me permito enviar a usted el reporte de actividades realizadas durante el periodo sabático del que disfruté el **Dr. Fausto Eduardo Rodríguez Manzo** del 18 de enero del 2016 al 17 de noviembre del 2017, para que sea presentado ante el H. Consejo Divisional.

Anexo envío dos carpetas con la documentación correspondiente.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente,  
**Casa abierta al tiempo**

**Dr. Edwing A. Almeida Calderón**  
Encargado del Departamento de Procesos y  
Técnicas de Realización

26 de julio de 2018

**Dr. Edwing Almeida Calderón**  
Encargado de la Jefatura  
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

Presente

Me permito hacerle entrega del Informe de las actividades realizadas durante el periodo sabático que tomé del 18 de enero de 2016 al 17 de noviembre de 2017.

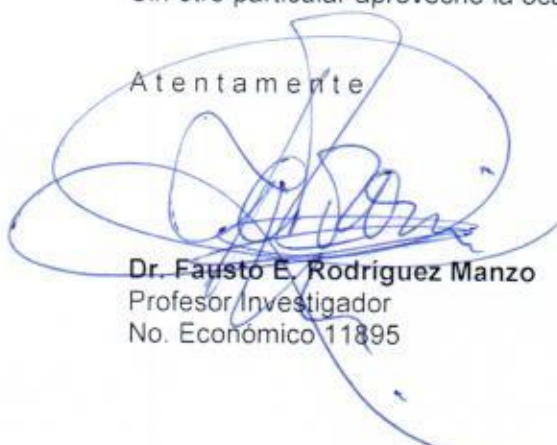
Se anexan dos carpetas con el informe y toda la producción desarrollada durante este periodo y que corresponden a las siguientes actividades centrales, conforme se planeó en su momento:

- Desarrollo de las dos etapas finales del Proyecto de Ciencia Básica de CONACyT "El ruido ambiental en el espacio urbano de la ciudad de México. Problemas y modelos de solución"
- Desarrollo de herramientas de investigación y docencia para el Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico LADAc.

Cabe señalar que este informe se ha podido realizar hasta ahora, avanzando muy pausadamente, para cumplir a cabalidad en la recuperación de la información de los productos desarrollados, debido a los problemas de salud y movilidad que se presentaron en mi persona, con molestias importantes desde finales de diciembre del año pasado y que redundaron posteriormente en una cirugía de columna, y después en un proceso largo de recuperación. Por lo mismo he anexado comprobantes médicos de dicho problema.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente



**Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo**  
Profesor Investigador  
No. Económico 11895



**Informe de actividades desarrolladas durante el periodo sabático  
del 18 de enero de 2016 al 17 de noviembre de 2017  
Prof. Fausto Eduardo Rodríguez Manzo  
No. Económico 11895**

**Objetivo del Periodo Sabático**

Llevar a cabo la ejecución de las dos etapas finales del proyecto aprobado por el Fondo Sectorial para la Educación de CONACYT, derivado de la Convocatoria de Investigación Científica Básica 2013, denominado: RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN y desarrollar además el mayor potencial posible de herramientas de investigación y docencia del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la UAM-Azcapotzalco.

**Consideraciones generales**

El periodo sabático tiene la finalidad de lograr la superación académica, considero que en este sentido se cumplió con dicha finalidad.

En cuanto al programa de trabajo se desarrollaron actividades y productos académicos dentro de las dos acciones propuestas que fueron:

- Desarrollo de las dos etapas finales del Proyecto de Ciencia Básica de CONACyT "El ruido ambiental en el espacio urbano de la ciudad de México. Problemas y modelos de solución"
- Desarrollo de herramientas de investigación y docencia para el Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico LADAc.

## **1. Desarrollo de las dos etapas finales del Proyecto de Ciencia Básica de CONACyT “El ruido ambiental en el espacio urbano de la ciudad de México. Problemas y modelos de solución”**

Se coordinaron y llevaron a cabo alcanzando muchos de los productos pretendidos. Sin embargo, no se alcanzó la totalidad de productos debido por una parte a su complejidad, y por otra la presencia de interrupciones y complicaciones en los procesos administrativos.

Cabe señalar que al tratarse de actividades colectivas a ellas contribuyeron las integrantes del Grupo y ahora Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico.

Los principales productos académicos durante este periodo sabático con respecto al avance de las dos etapas finales del proyecto fueron:

### **LIBRO CIENTÍFICO**

- Ruido y ciudad. El problema de contaminación que afecta severamente la calidad de vida de nuestras ciudades. ISBN: 978-607-28-1009-9. 2017/02/27. EDITORIAL: UAM - Azcapotzalco. 1ª. Edición. 186 pp. MÉXICO. 200 ejemplares.

### **LIBRO COLECTIVO**

- La Ciudad de México. Visiones críticas desde la Arquitectura. 2016/03/04. EDITORIAL: UAM-AZCAPOTZALCO. 1ª Edición. ISBN: 978-607-28-0695-5. 204 páginas. México. 240 ejemplares. Coordinadores: Fausto E. Rodríguez Manzo, Gerardo G. Sánchez Ruiz, Elisa Garay Vargas

### **CAPÍTULOS DE LIBRO**

- Los mapas de ruido como herramientas de evaluación del espacio urbano. ISBN 978-607-28- 0831-7. Libro Las Facetas de la Evaluación. UAM-

Cuajimalpa. Ciudad de México. Capítulo 2: Lo Usable. 2016/09/30. pp 112 - 120. Fausto E. Rodríguez Manzo, Elisa Garay Vargas

- Evaluación del patrimonio arquitectónico con valor histórico, artístico y cultural a partir de las cualidades acústicas del espacio. ISBN 978-607-28-0831-7. Libro Las Facetas de la Evaluación. UAM-Cuajimalpa. Ciudad de México. Capítulo 3: Lo Preferible 2016/09/30. pp. 181 - 193.  
Fausto E. Rodríguez Manzo, Laura Angélica Lancón Rivera, Silvia Gabriela García Martínez, Reyna Iñiguez Auristela.
- Planificación de vialidades y ruido ambiental en la ciudad de México ISBN 978-607-28-0695-5. LIBRO La Ciudad de México: Visiones críticas desde la Arquitectura, el Urbanismo y el Diseño. CIUDAD: CDMX. SECCIÓN 1: URBANISMO Y PLANIFICACIÓN, CAPÍTULO 3. 2016/03/04. Pp. 45 – 69.  
México. UAM-Azcapotzalco. Fausto E. Rodríguez Manzo, Elisa Garay Vargas, Gerardo G. Sánchez Ruiz

#### **ARTICULOS DE INVESTIGACION**

- Un análisis urbano - acústico de la Ciudad de México. El caso de los distritos centrales. TECNIACÚSTICA 2017, La Coruña, España. ISBN 978-84-87985-29-4, ISSN 2340-7441 2017/10/03. 48. P. 87 - 94. Fausto E. Rodríguez Manzo, Silvia García Martínez, Laura Lancón Rivera, Dulce Ponce Patrón, Elisa Garay Vargas.
- Evaluación de políticas públicas y su impacto en los niveles de ruido ambiental. El caso de las colonias Hipódromo y Condesa en la CDMX. TECNIACÚSTICA 2017. La Coruña, España. ISBN 978-84-87985-29-4, ISSN 2340-7441, 2017/10/03. 48. P. 105 - 112. Fausto E. Rodríguez Manzo, Silvia García Martínez, Laura Lancón Rivera, Dulce Ponce Patrón, Elisa Garay Vargas.
- Trazas de belleza en los paisajes sonoros de Barcelona y Ciudad de México. Aportación al estudio del paisaje sonoro. TECNIACÚSTICA 2017.

La Coruña, España. ISBN 978-84-87985-29-4, ISSN 2340-7441, 2017/10/03. 48. P. 485 - 492 Francesc Daumal i Domenech, Fausto E. Rodríguez Manzo, Josep Cerdá i Ferré, Silvia García Martínez, Laura Lancón Rivera, Dulce Ponce Patrón, Elisa Garay Vargas.

- El ruido y la sustentabilidad. Sistemas de evaluación. SUSTENTABILICYAD. UAM-A Ciudad de México. ISBN 978-607-28-1100-3, 2017/12/15. pp. 66 - 74. Fausto E. Rodríguez Manzo, Silvia García Martínez.
- A study of the acoustics of the urban space in Mexico City through physical scale models: A first approach. ISBN 978-987-24713-6-1. PROCEEDINGS OF THE 22ND INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS. Buenos Aires, Argentina 2016/09/05. pp 1 - 10. Fausto E. Rodríguez Manzo, Laura Lancón-Rivera, Elisa Garay-Vargas, Ernesto Vázquez-Cerón, Jorge Chávez-Gómez, Silvia García-Martínez, , Rafael Villeda-Ayala, , Dulce Ponce-Patrón.
- La contaminación acústica y su impacto en el espacio urbano de la Ciudad de México. ISSN 2448-4970. CUADERNOS UNIVERSITARIOS DE SUSTENTABILIDAD. UAM-Cuajimalpa, Ciudad de México. 2016/10/15. pp 30 - 42. Fausto E. Rodríguez Manzo.
- Towards an acoustic categorization of urban areas in Mexico City. ISBN 978-3-939296-11-9. Proceedings INTER-NOISE 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Hamburgo, Alemania. 2016/08/01. pp. 5164 - 5175. Fausto E. Rodríguez Manzo, Elisa Garay-Vargas, Silvia García-Martínez, Laura Lancón-Rivera, Dulce Ponce-Patrón
- A proposal for a mobile phones application alerting and warning about noise pollution. ISSN 2415-1599. PROCEEDINGS of the 22nd International Congress on Acoustics. BUENOS AIRES, Argentina. 2016/09/01. pp 1 - 10. Fausto E. Rodríguez Manzo, Verónica Arroyo-Pedroza, Roberto A. García-Madrid, Iván Diaz de-León, Héctor Reyes Aguilar.

## PRODUCTOS AISLADOS (ENCUESTAS Y CARTOGRAFÍA)

- Coordinación para la elaboración y aplicación de 800 encuestas en 12 puntos de la Ciudad de México. Generación del Reporte análisis de encuestas en agosto.
- Elaboración de cartografía urbana con base en los datos, análisis y estudios realizados a 12 puntos específicos en la Ciudad de México. La cartografía consiste en 32 mapas del corredor Reforma de La Villa a Santa Fe, como sigue:

01 Traza\_General.pdf

02, Nivel\_Socioeconomico.pdf

03 Vialidades.pdf

04 Transporte.pdf

05 USO\_DE\_SUELO\_1985.pdf

06 USO\_DE\_SUELO\_1995.pdf

07 USO\_DE\_SUELO\_2005.pdf

08 USO\_DE\_SUELO\_2015.pdf

09 Mancha\_Urbana\_1985\_1995\_2005\_2015.pdf

11 Cambios\_MU\_2005\_A\_2015.pdf

12 Equipamiento.pdf

13 Mapa\_de\_ruido.pdf

14 Densidad\_de\_poblacion.pdf

15 Seleccion\_de\_12\_Zonas.pdf

17 Equipamiento.pdf

18 Espacios\_Urbanos.pdf

19 Vialidades.pdf



20 Usos\_de\_suelo.pdf  
21 1-4\_Completas.pdf  
22 5-7\_Completas.pdf  
23 8-12\_sin\_mapa\_de\_ruido\_y\_densidad\_de\_poblacion.pdf  
25 Mancha\_urbana.pdf  
26 Traza.pdf  
27 Socioeconomico.pdf  
28 Densidad\_de\_poblacion.pdf  
29 Vialidades.pdf  
30 Usos\_de\_suelo.pdf  
32 Areas\_acusticas\_sensibles.pdf

## **2. Desarrollo de herramientas de investigación y docencia para el Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico LADAc**

En lo que corresponde a las herramientas de investigación y docencia. Se desarrollaron y coordinaron actividades para la operación de equipos, software y simulación de modelos a escala, mismos que se generaron al mismo tiempo para el proyecto de CONACyT.

En el caso de la investigación se desarrolló un sistema para la generación de señales mediante el método de ruido interrumpido en modelos a escala, con objeto de poder realizar mediciones a escala del fenómeno sonoro en espacios urbanos.

Así mismo se desarrolló material didáctico a nivel de Notas de curso y Diaporamas.

## PREPARACION DE MATERIALES DIDACTICOS

Participación en la fase final para la elaboración de programas de estudio de UEA optativas para la Licenciatura en Arquitectura de la UAM-A

Se hicieron las propuestas y se desarrollaron, en conjunto con Elisa Garay Vargas, Laura Lancón Rivera, Silvia García Martínez, los programas de estudio para las UEA optativas que fueron presentadas a Colegio Académico el 14 de octubre de 2016.

- UEA Acústica y Control de Ruidos en los Edificios CLAVE 1401032.
- UEA Espacio, Sonido y Arquitectura CLAVE 1401033.
- UEA Diálogos con la Música CLAVE 1401051.
- UEA Ruido y Ciudad CLAVE 1401065.

### Material didáctico para las UEA optativas

Audiovisuales-diaporamas

- **Fundamentos del sonido** – 35 diapositivas – Fausto E. Rodríguez Manzo y Elisa Garay Vargas Material de apoyo a las UEA Acústica y control de ruido en los edificios; Espacio, sonido y arquitectura; Ruido y ciudad.
- **El fenómeno acústico en el espacio arquitectónico** – 56 diapositivas - Fausto E. Rodríguez Manzo y Elisa Garay Vargas. Material de apoyo a la UEA Acústica y control de ruido en los edificios.
- **Control de ruido en los edificios** – 43 diapositivas - Fausto E. Rodríguez Manzo y Elisa Garay Vargas. Material de apoyo a la UEA Acústica y control de ruido en los edificios.
- **El carácter sonoro del espacio arquitectónico** – 50 diapositivas – Fausto E. Rodríguez Manzo. Elisa Garay Vargas, Laura Lancón Rivera. Material de apoyo a la UEA Espacio, sonido y arquitectura.

- **Paisaje sonoro – Soundscape** – 50 diapositivas - Fausto E. Rodríguez Manzo. Elisa Garay Vargas, Laura Lancón Rivera, Dulce Ponce Patrón. Material de apoyo a las UEA Espacio, sonido y arquitectura; Ruido y ciudad.
- **Acústica y urbanismo. Ruido, espacio y ciudad** – 37 diapositivas – Fausto E. Rodríguez Manzo, Dulce Ponce Patrón. Material de apoyo a la UEA Ruido y ciudad.
- **Cartografía y ruido ambiental en la CDMX** – 31 diapositivas – Fausto E. Rodríguez Manzo. Material de apoyo a la UEA Ruido y ciudad.
- **El ambiente sonoro de la ciudad. Ruido y sonido en la ciudad** – 40 diapositivas - Fausto E. Rodríguez Manzo. Material de apoyo a la UEA Ruido y ciudad.

#### **NOTAS DE CURSO**

- **Fundamentos técnicos del sonido y el espacio** – 91 páginas - Fausto E. Rodríguez Manzo. Material de apoyo a las UEA Acústica y control de ruido en los edificios; Espacio, sonido y arquitectura; Ruido y ciudad.

#### **Actividades académicas realizadas durante el periodo fuera del programa de trabajo (Mención solamente)**

- Proceso de conversión del Grupo de Investigación en Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico, obtenida en Consejo Académico el 21 de noviembre de 2017, proceso que implicó más de un año de trabajo conjunto.
- Coordinación del evento Ruido y salud
- Obtención del nivel 2 de SNI
- DIRECCION PARA CONCLUSIÓN DE TESIS

- TESIS DE MAESTRÍA DE ERÉNDIRA ANAÍS CARRILLO SALAS. Diseño y Arquitectura Bioclimática
- TESIS DE MAESTRÍA DE DULCE ROSARIO PONCE PATRÓN. Diseño y Arquitectura Bioclimática
- TESIS DE MAESTRÍA DE IVÁN PUJOL MARTÍNEZ. Diseño y Estudios Urbanos
- CODIRECCIÓN DE TESIS "PUESTA EN OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL DE LA UAM. ESIME IPN Zacatenco
- PARTICIPACION EN COMISIONES ACADEMICAS
  - MIEMBRO DE LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TÉCNICAS DE REALIZACIÓN. DE 2017/01/01 A 2017/12/31
  - MIEMBRO DE LA COMISIÓN DEL PROGRAMA UNIVERSITARIO DE PRODUCCIÓN RADIOFÓNICA, UAM-RADIO 94.1 FM. DE 2017/01/01 A 2017/12/31.
  - RESPONSABLE DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO. DE 2017/01/01 A 2017/12/04.
  - ASESORIA DE SERVICIO SOCIAL  
 NOMBRE DEL PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE DIVERSAS FUENTES SONORAS MEDIANTE EL SISTEMA SEMI-AUTOMATIZADO PARA LA MEDICIÓN INSTITUCION: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - AZCAPOTZALCO. FECHA DE TERMINO: 2017/01/26. NO. DE ALUMNOS ATENDIDOS: 1.

### **Los problemas principales que se presentaron fueron:**

Las diferencias temporales con respecto a la planeación original de las actividades técnicas de investigación, análisis y generación de productos, así como retrasos causados por problemas técnicos de operación de instrumentación y los causados por los procesos administrativos.

Se presentaron problemas técnicos en la toma de mediciones y grabaciones, que han presentado errores en la aplicación de la instrumentación, que al ser nueva, adquirida para este proyecto, y por la falta en su momento del dominio en su operación, han generado un retraso u obligado a realizarse nuevamente, una vez que ya se han corregido y entendido los procedimientos. Por otro lado, estos aspectos deben realizarse en época de secas porque la lluvia es perjudicial y al ser en campo es ahora en invierno-primavera la época ideal para rehacerlos. Estos procesos tienen necesariamente un impacto en los productos.

Existe retraso en la elaboración y conclusión de los productos finales, por diferencias en la extensión de los tiempos de realización y debido también a retrasos en los procesos administrativos en los tiempos de UAM que se han visto interrumpidos para la adquisición de bienes y servicios, así como para la adjudicación de contratos debido a:

- Paros estudiantiles que cerraron las instalaciones durante el mes de julio del año de 2016, donde la inactividad administrativa se prolongó al periodo vacacional de agosto del mismo año.
- Las autoridades administrativas de la UAM implementaron a partir de diciembre de 2016 un Nuevo Sistema Administrativo total para homologarlo con el del Gobierno Federal, situación que ha llevado a una interrupción de los procesos administrativos de toda índole generando retrasos en adquisiciones, pagos de servicios, contrataciones que se prolongan mucho. Es importante indicar que aún ahora se vienen sufriendo consecuencias por este nuevo sistema que ha obligado a re-catalogar partidas presupuestales y desagregarlas de tal forma que se realizan constantemente ajustes por

imprecisión en la selección de partidas y subpartidas. Esto supone un retraso acumulado de casi 9 meses.

- La inactividad como producto del sismo del pasado 19 de septiembre generó también retrasos en lo técnico y en lo administrativo, al haber parado las actividades y sufrido en parte daños en las instalaciones de Rectoría General durante aproximadamente un mes.
- Finalmente, este año hemos iniciado con demoras en la operación del sistema de fondos que están retrasando los procesos de manejo de los mismos, debido a los ajustes de las nuevas disposiciones fiscales y el funcionamiento del sistema administrativo.

Por lo anterior se solicitó a CONACyT una prórroga de un año más para la finalización de las dos etapas misma que fue concedida hasta el 29 de marzo de 2019, dadas las complicaciones presentadas.

Por asuntos de salud personal, la demora en la elaboración de este reporte de actividades se debió a que presentaron complicaciones de salud desde finales del mes de diciembre de 2017 relacionadas con una lesión en las vértebras lumbares que concluyeron en una intervención quirúrgica y un proceso de recuperación hasta los primeros días de mayo de 2018, y posteriormente el proceso de recuperación. Se anexan los comprobantes médicos correspondientes.

Atentamente

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo

Profesor Investigador  
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
No. Económico 11895

*Fausto E. Rodríguez Manzo*

# *Ruido y Ciudad*

*El problema de contaminación  
que afecta severamente  
la calidad de vida de nuestras ciudades*



---

*Ruido  
y  
Ciudad*

---



## **Universidad Autónoma Metropolitana**

*Dr. Salvador Vega y León*  
Rector General

*M. en C. Q. Norberto Manjarrez Álvarez*  
Secretario General

## **Unidad Azcapotzalco**

*Dr. Romualdo López Zárate*  
Rector de la Unidad

*M. en C. Abelardo González Aragón*  
Secretario de la Unidad

*Dr. Aníbal Figueroa Castrejón*  
Director de Ciencias y Artes para el Diseño

*Mtro. Héctor Valerdi Madrigal*  
Secretario Académico

*Mtro. Ernesto Noriega Estrada*  
Jefe del Departamento de Procesos y  
Técnicas de Realización

## **Ruido y ciudad**

*El problema de contaminación que afecta severamente la calidad de vida de nuestras ciudades*

es una publicación del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, División de Ciencias y Artes para el Diseño.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, 02200, Ciudad de México

Tel. 5318-9000 (ext. 9181)

Primera edición, febrero de 2017

Impreso en México

ISBN: 978-607-28-1009-9

Las opiniones expresadas por el autor no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibido la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

---

# *Ruido y Ciudad*

---

El problema de contaminación  
que afecta severamente  
la calidad de vida de nuestras ciudades

Fausto E.  
Rodríguez Manzo

**Consejo Editorial División de Ciencias y Artes para el Diseño  
2016-2018**

Dr. Francisco Gerardo Toledo Ramírez  
Mtra. Gloria María Castorena Espinosa  
Dr. Eduardo Langagne Ortega  
Mtra. Irma López Arredondo  
Dr. Gabriel Salazar Contreras

**Comité Editorial de la División de Ciencias y Artes para el Diseño**

Dr. Gabriel Salazar Contreras  
Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes  
Mtro. Luis Yoshiak Ando Ashijara  
Mtra. Gloria María Castorena Espinosa  
Mtra. Irma López Arredondo  
D.I. Eduardo Ramos Watanave  
Mtro. Luis Franco Arias Ibarro

**Autor**

Fausto E. Rodríguez Manzo

**Cuidado de la edición**

Fausto E. Rodríguez Manzo

**Diseño y formación**

LADAc - UAM-Azc

**Diseño de portada**

LADAc - UAM-Azc

**Ilustración de portada**



The enraged musician, 1741 Autor: William Hogarth (1697-1764)  
Fuente: <http://www.gutenberg.org/files/22500/22500-h/22500-h.htm>  
Ilustración de dominio público

Este libro es un producto de la investigación denominada:

*El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:  
Problemas y modelos de solución*

Proyecto apoyado por el  
Fondo Sectorial de Investigación para la Educación  
del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT),  
en la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco

# Contenido

|  |    |
|--|----|
| <i>Introducción</i>  | 11 |
| <i>Capítulo 1.</i>   | 19 |
| <i>El origen del ruido: el sonido</i>                            |    |
| 1.1 El sonido y la acústica                                      |    |
| 1.2 El fenómeno físico del sonido                                |    |
| 1.3 La detección del sonido                                      |    |
| 1.4 Sensibilidad auditiva y<br>medición del sonido               |    |
| 1.5 El fenómeno sonoro en el espacio                             |    |
| <i>Capítulo 2.</i>   | 43 |
| <i>El ambiente sonoro de la ciudad</i>                           |    |
| 2.1 El sonido y la naturaleza                                    |    |
| 2.2 El sonido y la ciudad  |    |
| 2.3 El sonido y el espacio público                               |    |
| 2.4 Las fuentes sonoras del espacio<br>público: Las urbanofonías |    |
| <i>Capítulo 3.</i>   | 83 |
| <i>El ruido ambiental y la ciudad</i>                            |    |
| 3.1 ¿Qué es el ruido?  |    |
| 3.2 La contaminación acústica                                    |    |
| 3.3 Afectaciones del<br>ruido ambiental a la salud               |    |

Capítulo 4. 109

***Las fuentes de ruido ambiental  
en la ciudad***

- 4.1 ¿Qué causa el ruido en la ciudad?
- 4.2 El Ruido de transporte
- 4.3 Ruido por tráfico vehicular rodado
- 4.4 Ruido por tráfico aéreo
- 4.5 Ruido por tráfico ferroviario

Capítulo 5. 139

***Otras fuentes de ruido ambiental  
en las ciudades***

- 5.1 El ruido industrial
- 5.2 El ruido de los sitios de construcción
- 5.3 El ruido del vecindario

Capítulo 6. 157

***El ruido ambiental y el futuro  
de nuestras ciudades***

- 6.1 Un problema de conciencia
- 6.2 Contaminación acústica y calidad  
de vida en nuestras ciudades
- 6.3 El futuro de nuestras ciudades
- 6.4 Reflexión final hacia la creación de  
nuevas ciudades,  
pensadas acústicamente

***Bibliografía*** 179

# La Ciudad de México

Visiones críticas desde la Arquitectura,  
el Urbanismo y el Diseño

Coordinadores  
Fausto E. Rodríguez  
Gerardo G. Sánchez R.  
Elisa Garay V.



# La Ciudad de México

Visiones críticas desde la Arquitectura,  
el Urbanismo y el Diseño

UAM-A



## Universidad Autónoma Metropolitana

*Dr. Salvador Vega y León*  
Rector General

*M. en CQ. Norberto Manjarrez Álvarez*  
Secretario General

## Unidad Azcapotzalco

*Dr. Romualdo López Zárate*  
Rector de la Unidad

*M. en CI. Abelardo González Aragón*  
Secretario de la Unidad

*Dr. Aníbal Figueroa Castrejón*  
Director de Ciencias y Artes para el Diseño

*Mtro. Héctor Valerdi Madrigal*  
Secretario Académico

*Mtro. Ernesto Noriega Estrada*  
Jefe del Departamento de Procesos y  
Técnicas de Realización

*Fausto E. Rodríguez Manzo\**  
Coordinador del Grupo de Investigación  
de Análisis y Diseño Acústico

## La Ciudad de México

Visiones críticas desde la Arquitectura, el Urbanismo y el Diseño es una publicación del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, 02200, Ciudad de México Tel. 5318-9000 (2236)

Primera edición, marzo de 2016  
Impreso en México  
ISBN: 978-607-28-0695-5

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibido la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

\*Este libro forma parte las actividades en torno a la investigación denominada: *El Ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México -Problemas y Modelos de Solución*. Proyecto apoyado por el "Fondo Sectorial de Investigación para la Educación" del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco.

# La Ciudad de México

Visiones críticas desde la Arquitectura,  
el Urbanismo y el Diseño

UAM-A

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana  
Ciudad de México  
Acapulco



Procesos  
de Investigación y Desarrollo



**Consejo Editorial División de Ciencias y Artes para el Diseño  
2013- 2015**

Mtra. Gloria María Castorena Espinosa  
Dr. Francisco Gerardo Toledo Ramírez  
Dr. Eduardo Langagne Ortega  
Mtra. Irma López Arredondo  
Dr. Gabriel Salazar Contreras

**Comité editorial de la División de Ciencias y Artes para el Diseño**

Dr. Francisco Gerardo Toledo Ramírez  
Dr. Gabriel Salazar Contreras  
Dr. Miguel Ángel Herrera Batista  
Dr. Eduardo Langagne Ortega  
Dr. Elizabeth Espinosa Dorantes  
Mtra. Gloria María Castorena Espinosa  
Mtra. Irma López Arredondo  
Mtro. Luis Yoshiak Ando Ashijara

**Coordinadores**

Fausto E. Rodríguez Manzo  
Gerardo G. Sánchez Ruiz  
Elisa Garay Vargas

**Cuidado de la edición**

Fausto E. Rodríguez Manzo  
M. en D. Elisa Garay Vargas

**Diseño y formación**

M. en D. Elisa Garay Vargas

**Ilustración de portada**




L'illustration 1862 gravure Hotel de Ville ou Députation de Mexico  
Fuente: L'illustration, Journal Universel, février 1862 pp. 120-121, scan Havang(nl)  
Ilustración de dominio público

## Índice

|   |     |
|---|-----|
| <b>Presentación</b>   | 7   |
| <i>Fausto E. Rodríguez Manzo · Gerardo G. Sánchez Ruiz</i>                      |     |
| <b>I. URBANISMO Y PLANIFICACIÓN</b>   |     |
| Patrones de crecimiento de la Ciudad de México                                  | 13  |
| <i>Manuel Sánchez de Carmona</i>  |     |
| Violencia acústica urbana.  | 31  |
| Un diagnóstico de los problemas de ruido en la Ciudad de México                 |     |
| <i>Ana Lidia M. Domínguez Ruiz · Jimena de Gortari Ludlow</i>                   |     |
| Planificación de vialidades y ruido ambiental                                   | 45  |
| en la Ciudad de México  |     |
| <i>Fausto E. Rodríguez Manzo · Elisa Garay Vargas · Gerardo G. Sánchez Ruiz</i> |     |
| <b>II. LA CIUDAD SOSTENIBLE</b>   |     |
| La planeación urbana ante el cambio climático:                                  | 73  |
| la Ciudad de México   |     |
| <i>Miguel Arzate Pérez</i>  |     |
| Un acercamiento al ecosistema urbano de la Ciudad de México                     | 91  |
| <i>Maribel Espinosa Castillo · Paulina Gamallo Chaine</i>                       |     |
| La ciudad indecible del agua  | 111 |
| <i>Aarón José Caballero Quiroz</i>  |     |
| El valor del agua de los muebles sanitarios                                     | 129 |
| en la Ciudad de México  |     |
| <i>Sazcha Marcelo Olivera Villarroel · Gabriel Roldán Alonso</i>                |     |
| <b>III. EL DISEÑO Y LA CIUDAD</b>   |     |
| La Ciudad de México capital nacional del diseño.                                | 157 |
| Evolución, oportunidades y retos  |     |
| <i>Jorge Rodríguez Martínez · Marco Ferruzca Navarro</i>                        |     |
| <b>IV. LOS AUTORES</b>  | 199 |

**BUSCADOR**  
AGENCIA ISBN

Resultados de la búsqueda 

Nueva búsqueda

**1 resultados encontrados.**

Página 1 / 1

<< >>

ISBN:

978-607-28-0831-7

Título:

Las facetas de la evaluación en el diseño  
Bedolla Pereda, Deyanira (Editor Literario)  
Caballero Quiroz, Aarón (Editor Literario)  
Rodríguez Morales, Luis (Editor Literario)

Autor:

Morales Zaragoza, Nora  
Ceja Bravo, Leobardo Armando  
Sosa Compeán, Liliana Beatriz  
Mercado Cisneros, Mercedes  
Molina González, Marta Nydia  
Portilla Luja, María de las Mercedes  
Maldonado Reyes, Ana Aurora  
Ortiz Nicolás, Juan Carlos  
Villar García, María Gabriela  
Mora Cantellano, María del Pilar  
García Ortega, Alejandra  
Mancera Rosas, Alfonso  
Peña de la Paz, Andrea  
Lorenzo Palomera, Julio Gerardo  
Alba Dorado, María Isabel  
Espinosa Gómez, Patricia  
Meza Aguilar, Jorge  
Rojas Morales, María Eugenia  
Pérez y Pérez, Rafael  
Castellanos Cerda, Vicente  
Sahagún Angulo, Rubén  
Rodríguez Manzo, Fausto  
Garay Vargas, Elisa  
Moreno Rocha, Mario  
Martínez Sandoval, Carlos Alberto  
Aguilar Bautista, Salvador  
López Ramírez, Heriberto  
Rodríguez Bonilla, Enrique  
López León, Ricardo  
Gómez V

Editorial:

Universidad Autónoma Metropolitana

Materia:

Educación, investigación, temas relacionados con las Artes

Publicado:

2016-09-30

Nº Edición:

1

Idioma:

Español

Nueva búsqueda

**1 resultados encontrados.**

Página 1 / 1

<< >>



lo usable



## Los mapas de ruido como herramientas de evaluación del espacio urbano

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo  
Dra. Elisa Garay Vargas

rfme@correo.azc.uam.mx

egv@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana,  
Azcapotzalco

### Resumen

El tema del ruido ambiental se ha involucrado en el ámbito del urbanismo y de ahí se ha ido tomando en cuenta también por otras disciplinas. La forma en que hoy en día se visualizan los problemas de ruido en las ciudades es mediante el uso de los mapas de ruido, estos se constituyen como una herramienta importante que permite tener un panorama del impacto de diversas fuentes sonoras (automóviles, aviones, trenes, industrias y construcciones) en la ciudad y en la población. El ruido ambiental está asociado a problemas de salud, pero también se asocia a los comportamientos sociales, culturales e inclusive económicos de la población. Este trabajo parte de la experiencia que los autores han tenido en la construcción del Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México que la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco realizó en una vinculación con la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, donde se ha concluido entre otras situaciones, que los mapas de ruido como están conceptualizados actualmente brindan información que aunque muy útil para la toma de decisiones a nivel gubernamental, ciertamente es muy limitada para la comprensión del ambiente sonoro del espacio urbano de las ciudades.

### Palabras claves:

Ruido ambiental, espacio urbano, mapas de ruido.

### Introducción

El estudio del espacio urbano considera una variedad importante de disciplinas que lo analizan desde diversos enfoques. Tradicionalmente el urbanismo y la arquitectura, la sociología, la antropología, la historia y la psicología lo han abordado dentro de sus temáticas produciéndose así una riqueza multidisciplinaria.

El enfoque sustentable del espacio urbano relacionado con los conceptos de la ecología, el medio ambiente y la sociedad han abordado la temática de la contaminación atmosférica y la pérdida del entorno natural en las grandes ciudades, sin embargo el problema del ruido ambiental se ha planteado superficialmente.

La evaluación del espacio urbano ha ido incluyendo una mayor cantidad de variables desde las estrictamente físicas, como el tamaño de los elementos, hasta lo intangible como lo es la percepción de lo cultural en un espacio. Así es que puede involucrarse la variable del sonido tanto en el ámbito de lo físico como en el ámbito de lo intangible, como es el caso de la intervención de la ciencia acústica o como el caso de la música en las fiestas populares en los barrios de la ciudad. Es entonces que se puede decir que de una u otra forma el sonido está siempre presente en el espacio urbano.



Este trabajo aborda el problema de la evaluación del espacio urbano desde el punto de vista del sonido y concretamente mediante el uso de mapas de ruido. En la primera parte se describe la relación que existe entre el sonido y el diseño como un concepto que debe integrarse al imperio de lo visual en el diseño. Posteriormente se hace una distinción entre lo que es el sonido y en que momento éste se clasifica como ruido. En la siguiente sección se plantean los conceptos que definen el ambiente sonoro de la ciudad en términos de lo cualitativo y lo cuantitativo. A continuación se describen las herramientas que se utilizan actualmente para evaluar el ambiente sonoro enfocadas en el problema del ruido ambiental, surgiendo ahí el tema de los mapas de ruido donde se muestran las distintas formas que se pueden dar para la creación de mapas de ruido más allá de lo estrictamente cuantitativo, es decir de los decibeles.

Así, este trabajo se enfoca en la importancia que tiene tomar en cuenta al sonido en la evaluación del espacio urbano, lo cual debe considerarse como fundamental en la concepción de los mismos.

## 1. La importancia del sonido en el diseño

Tradicionalmente el proceso de diseño de los objetos, las imágenes, los edificios y hasta las grandes ciudades se ha basado en la concepción de ideas que se relacionan más con lo formal, las características de las superficies y las dimensiones del espacio. En el caso específico de la arquitectura y el urbanismo, el diseño de los espacios surge a partir de la experimentación con formas bi- y tridimensionales, en donde la parte visual es la que determina la mayoría de las veces las características del proyecto.

Una gran parte del proceso de diseño en la arquitectura y el urbanismo se realiza entonces desde lo visual, sin embargo, la experiencia del espacio va más allá de lo que solamente se puede observar, ya que todos los sentidos intervienen en la percepción general del espacio. La vista y el tacto son los dos sentidos en los que se pone más énfasis al momento de diseñar, por ejemplo: con el primer sentido se diseña pensando en los colores, las texturas, los materiales, el tipo de iluminación natural o artificial y la configuración y proporción del espacio y mediante el tacto se diseña considerando la temperatura y la humedad del lugar. En cualquiera de los casos anteriores se plantean soluciones para llegar a un diseño final que brinde confort y bienestar a los usuarios.

Los otros sentidos han quedado en un plano secundario: el olfato, el gusto y el oído, los cuales muy pocas veces forman parte del proceso de diseño de un proyecto y más bien son problemas del mismo. El oído, al igual que la vista es uno de los sentidos que brinda información de lo que nos rodea, basta cerrar los ojos para darnos cuenta que el oído es el sentido que da la posibilidad de seguir conectados con el entorno y juega un papel importante en el confort y bienestar de los usuarios, ya que un espacio que está destinado para una actividad específica no podrá ser utilizado eficientemente si las condiciones acústicas no son las adecuadas.

El sonido, al igual que la iluminación y la temperatura, debiera ser uno de los elementos principales que se consideren al momento de conceptualizar y diseñar el espacio arquitectónico y urbano, ya que éste, le dará al espacio un carácter sonoro específico que definirá en gran parte la personalidad del mismo, lo que representa:

“...un fenómeno cualitativo y cotidiano de la experiencia humana, que estimula los sentidos, en especial el del oído, producto de la respuesta del sonido a la configuración arquitectónica del lugar, que puede generar una atmósfera y un ambiente de confort, y en su caso expresar sentimientos y sensaciones artísticas” (Rodríguez 2013, 102)



Se puede decir que el carácter sonoro del espacio arquitectónico y urbano es resultado de dos factores: el primero, es la respuesta sonora que se obtiene de la configuración física del lugar y depende de lo que nos rodea, ya sea un espacio abierto o cerrado y el segundo, es el sonido o ruido de fondo que existe en el lugar. Estos dos elementos siempre están presentes en el espacio y no hay forma de no experimentarlos, ya que el ser humano no puede cerrar los oídos y es por esta razón que se debe contemplar al sonido en el proceso de diseño arquitectónico y urbano, pues forma parte del espacio mismo.

Para proyectar espacios que tomen en cuenta al sonido como factor de diseño es necesario considerar el propósito del espacio y las actividades que se llevarán a cabo en él, así como la atmósfera que se desea lograr. Desde el punto de vista funcional, se puede decir que es necesario controlar el ambiente para lograr el desarrollo correcto de las actividades dentro del espacio, así como evitar la interferencia de sonidos en el ambiente que puedan ser considerados como ruido, ya que impiden lo anterior; así es que surge el tema del ruido en el espacio.

## 2. El sonido y el ruido

El sonido debe entenderse como todo aquello que el hombre tiene la capacidad de escuchar, desde el sonido de un alfiler al chocar con el piso hasta una explosión; el ruido, es todo aquel sonido que interfiere con las actividades del hombre en un momento y lugar determinado, generando molestia o malestar físico o psicológico. Cualquier sonido, no importando el nivel sonoro, puede llegar a considerarse como ruido por el sólo hecho de estar presente.

Existen dos tipos de sonidos: los naturales y los artificiales. Los sonidos naturales son aquellos en los que no ha habido intervención del hombre como son: el viento, el agua, la lluvia, el canto de los pájaros o el movimiento de las hojas de los árboles, y los artificiales, son los sonidos en los que el hombre ha intervenido para su creación y se dividen a su vez en sonidos mecánicos, tecnológicos y domésticos. Los sonidos mecánicos son producidos por los vehículos, los aviones, el ferrocarril, la construcción y la industria, en general cualquier tipo de maquinaria. Los sonidos tecnológicos se relacionan hoy con los que son producidos por los aparatos electrónicos, como los de telecomunicación y esparcimiento, y los sonidos domésticos son aquellos generados por todas las actividades que el hombre realiza en su vida cotidiana.

A nivel urbano las principales fuentes de ruido que afectan a la población son de carácter mecánico y tecnológico. Estas se encuentran tanto en espacios cerrados como abiertos y provienen del tráfico vehicular, la aviación, la industria, los ferrocarriles, la construcción y el comercio.

Todas las fuentes sonoras mecánicas, tecnológicas, domésticas y naturales en conjunto, dan como resultado lo que se conoce como el ambiente sonoro. Cuando el ambiente está saturado de sonidos, en general de intensidad alta, se le conoce como contaminación ambiental por ruido, que según la Organización Mundial de la Salud (WHO 2014) es uno de los contaminantes que más dañan a la población, generando en ella afectaciones a la salud considerables, entre ellas se encuentran desde la pérdida de la concentración, la perturbación del sueño, estrés, hasta problemas cardiovasculares y pérdida de la audición.

El ruido no es el único parámetro por el cual se puede evaluar el espacio urbano, si bien existe una clara afectación por la presencia de él, también existen ambientes sonoros diversos que pueden separarse del concepto de ruido al integrarse dentro de los aspectos sociales y culturales de la ciudad.





Un buen diseño urbano que considere al sonido como elemento de diseño, tendrá la posibilidad de crear espacios con ambientes sonoros integrados al ambiente general, que tome en cuenta al mismo tiempo a todos los sentidos del ser humano.

### 3. El ambiente sonoro de la ciudad

Los distintos sonidos que conforman el ambiente sonoro de la ciudad, no siempre ocurren al mismo tiempo y en el mismo sitio y por lo tanto existe una diversidad de ambientes sonoros donde cada uno de ellos puede tener un carácter propio. Así, tenemos espacios para la actividad comercial, para el esparcimiento, para el disfrute visual y auditivo, para la circulación y comunicación, para eventos ceremoniales y simbólicos, y para los deportes, entre otros. Cada uno de estos espacios puede integrar una gran variedad de sonidos que incluyen los naturales y los artificiales y por ello, pueden considerarse, dependiendo del tipo de sonido y de los niveles sonoros, como espacios contaminados acústicamente o como espacios con ambientes sonoros de calidad. Esto trae consigo que el elemento que distingue el ambiente del espacio es el sonido, lo cual a su vez nos lleva a considerar que se debe tener un conocimiento de las fuentes sonoras probables que puedan involucrarse en la creación de un espacio.

Desde el punto de vista cuantitativo, el sonido se determina de acuerdo al nivel de intensidad que alcanza en un espacio. Estos niveles se expresan en decibeles y es muy común encontrar referencias a ellos como indicadores definitivos, sin embargo los niveles sonoros sólo significan cantidades no necesariamente relacionadas con las cualidades de un ambiente particular. En todo caso, son útiles para determinar si un sonido es perceptible a cierta distancia o si es dañino al superar límites establecidos.

Para determinar el ambiente sonoro de un espacio y el posible daño en la población o el nivel de calidad del mismo, hay que tomar en cuenta diferentes aspectos, entre ellos: el tipo de fuente sonora, los niveles sonoros, la percepción de la población y la configuración física del lugar.

Existe una clasificación de ambientes sonoros realizada por los autores, basada en el Grupo de Trabajo de la Agencia Europea del Medio Ambiente (WG-AEN 2008), que describe las características y clasifica el significado de los niveles sonoros en la ciudad, lo que ayuda a relacionar al tipo de sonidos con su intensidad. En dicha clasificación los ambientes sonoros pueden ser de tranquilidad, aceptables, molestos o nocivos (Rodríguez, Garay, 2012).

Un ambiente de tranquilidad tiene niveles sonoros menores a 55 dBA<sup>1</sup> y en ellos prevalecen los sonidos naturales que se comparten con algunos sonidos domésticos, de juego y esparcimiento. No existen sonidos de origen mecánico o tecnológico.

Un ambiente aceptable tiene niveles de 55 a 65 dBA, en estos ambientes se escuchan las actividades cotidianas con niveles sonoros tolerables, las vialidades adyacentes con baja intensidad y existen sonidos eventuales molestos de origen vehicular o mecánico.

Los ambientes molestos se encuentran entre los 65 a 70 dBA y son ambientes sonoros de transición, las vialidades circundantes a ellos tienen una densidad de tráfico vehicular considerable. Existe presencia de publicidad comercial sonora, bullicios eventuales y sonidos mecánicos y tecnológicos. Este ambiente interfiere con el ánimo y las actividades cotidianas de las personas.

<sup>1</sup> dBA - Niveles de presión sonora que consideran el grado de sensibilidad del oído humano.



Un ambiente nocivo tiene más de 70 dBA, puede ocasionar daño físico y psicológico y se encuentra en los espacios donde existe una cantidad importante de vialidades con densidad de tráfico vehicular alta, sobre todo con presencia de tráfico pesado. También se localizan cercanos a zonas industriales o de construcción, con ruidos propios de maquinaria y presencia de vehículos pesados y ferrocarriles. Estos ambientes nocivos también existen en zonas de aglomeración como las zonas comerciales informales, estaciones y terminales de transporte.

Es importante conocer que los niveles sonoros mencionados se refieren a promedios calculados a partir de mediciones acústicas a lo largo de periodos prolongados, por lo que esos periodos pueden contener niveles sonoros directos mucho más elevados y también mucho más bajos, así como también son dependientes del horario, ya sea de día, por la tarde o por la noche.

Existen diversas formas de conocer el ambiente sonoro de un espacio que van desde lo estrictamente cuantitativo hasta lo cualitativo, en donde ese último incluye lo subjetivo. Así se han desarrollado algunas herramientas donde es posible visualizar lo sonoro dentro de un contexto arquitectónico y urbano.

#### 4. Herramientas para la evaluación del ambiente sonoro

Dentro de la arquitectura y el urbanismo, los ambientes sonoros pueden estar sujetos a una evaluación, de ahí que para considerar que un ambiente sonoro es correcto, agradable, perjudicial o molesto, sea necesario contar con herramientas para realizar una evaluación objetiva de los mismos.

Existen tres tipos de herramientas que ayudan a determinar las condiciones sonoras de un espacio y estas son: las mediciones acústicas, las encuestas a la población y los mapas de ruido.

Las mediciones acústicas son un método de registro con el cual se obtienen datos concretos de los niveles sonoros de un espacio específico. Estas mediciones se realizan bajo normas establecidas y con instrumentos especializados de monitoreo. Los datos que se obtienen del proceso de monitoreo sirven, entre otros estudios, para realizar análisis estadísticos que puedan mostrar las afectaciones en áreas de la ciudad o a grupos de población expuesta al ruido: como datos que sirvan de base para integrarse o validar otro tipo de herramientas como es el caso de los mapas de ruido.

Las encuestas determinan la percepción que las personas tienen con respecto al ruido en zonas específicas. Esta herramienta a diferencia de las mediciones sonoras, en donde los datos son objetivos, es una fuente de información subjetiva que tiene que ver con los usos, costumbres, tradiciones, nivel socio-económico, cultura y entorno de la población.

Finalmente, los mapas de ruido son una herramienta gráfica que permite visualizar el impacto que los niveles sonoros tienen en una zona específica, así como para la predicción de las condiciones acústicas posibles dada una acción determinada, siendo una herramienta muy útil para la toma de decisiones de planeación urbana. Los mapas de ruido se realizan mediante un software especializado que se alimenta de datos estadísticos y mediciones sonoras. Según la Directiva Europea (2002) un mapa estratégico de ruido se define como:

“la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica” (sic).



Mediante estas tres herramientas se puede tener un panorama que permita conocer el ambiente sonoro de un espacio y la integración de ellas complementa la información cuantitativa y cualitativa que se tiene de las condiciones sonoras del espacio.

## 5. Diversos enfoques de los mapas de ruido

Los mapas de ruido ayudan a caracterizar las condiciones sonoras del espacio y su enfoque puede variar desde lo objetivo como los niveles sonoros, hasta lo subjetivo como las quejas y percepciones de la gente, también pueden ser generales y mostrar toda una ciudad o específicos de una zona determinada en donde se visualiza una mayor definición y detalle. Asimismo, se pueden clasificar por el tipo de fuente sonora, habiendo mapas de ruido enfocados al tráfico vehicular, a la industria, a la aviación, a los ferrocarriles o a fuentes puntuales que producen diversos tipos de sonido.

La construcción de los mapas de ruido se puede llevar a cabo con base en información física del espacio e información estadística y complementarse con mediciones acústicas. La información física con la que se realiza el mapa, abarca la estructura física de la ciudad o de la zona de estudio, conformada por los edificios, vialidades y espacios públicos con sus características y en ella se pueden agregar los usos de suelo y el equipamiento urbano. La información estadística que se integra a la estructura de la ciudad se compone por datos de aforos vehiculares, ferroviarios o de aviación, datos de niveles sonoros emitidos por fuentes sonoras puntuales, lineales o de un área y datos de población, entre otros.

En la figura 1 se presenta el mapa de ruido por tráfico vehicular de la Ciudad de México que muestra los niveles sonoros y su escala gráfica. En este mapa general de la ciudad cada color representa un rango de niveles sonoros y para identificar lo que significa cada uno de ellos se utiliza la clasificación de ambientes sonoros descrita anteriormente. De esta manera se pueden asociar los ambientes sonoros con los colores que definen el rango de niveles sonoros correspondientes (Tabla I).

| Ambiente sonoro | Niveles sonoros        | Colores en el mapa de ruido |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|
| Tranquilo       | < 55 dBA               |                             |
| Aceptable       | 55 – 65 dBA            |                             |
| Molesto         | 65 – 70 dBA            |                             |
| Nocivo          | > 70 dBA <sub>ia</sub> |                             |

Tabla I. Rango de niveles sonoros relacionados con colores del mapa de ruido.

Otro tipo de mapas de ruido son los que muestran una zona determinada, como se muestra en la figura 2, y en ella se pueden leer con mayor detalle los niveles sonoros que impactan en el espacio. Este tipo de mapas permiten añadir las fuentes sonoras locales que se encuentran en el área y su lectura también se realiza mediante los colores y rangos establecidos. En la figura 3 se tiene un acercamiento en donde se identifican los niveles sonoros de un área sobre una retícula, estos



valores resultantes de la predicción ayudan a conocer con mayor exactitud los niveles sonoros sobre las vialidades, cercanos a fachadas o dentro y sobre los edificios.

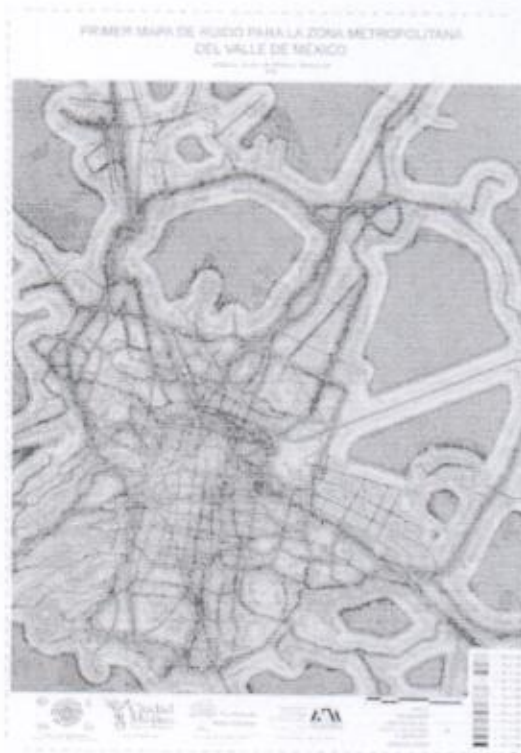


Figura 1. Mapa de ruido de la Ciudad de México. (SMA-UAM-A-LADAC 2011)

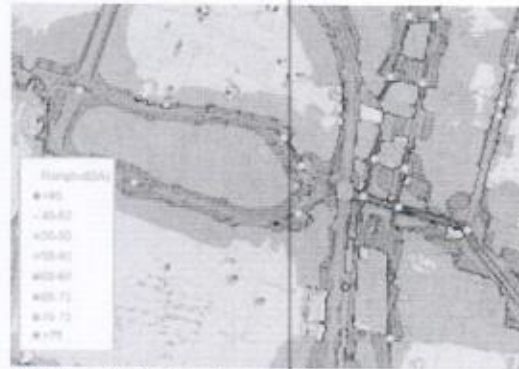


Figura 2. Mapa de ruido específico.

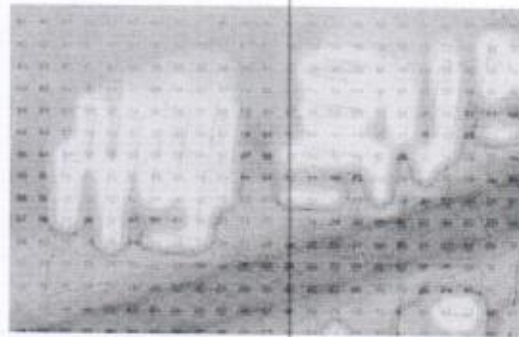


Figura 3. Mapa de ruido específico con valores sonoros.

Todos los tipos de mapas de ruido mostrados anteriormente ayudan a identificar áreas que se encuentran dentro de ambientes nocivos, molestos, aceptables y de tranquilidad de acuerdo a la clasificación de ambientes sonoros establecida; sin embargo, esta información es estrictamente cuantitativa. Faltaría incluir datos de la percepción de la población y referencias de ambientes sonoros grabados que dieran una idea más clara de lo que en cada área sucede.

Los niveles sonoros no representan todos los ambientes sonoros posibles, ya que puede haber dos ambientes sonoros radicalmente distintos y corresponder al mismo nivel sonoro. Esto habla de la necesidad que existe de hacer una evaluación más acorde a la percepción sonora del espacio.

Los mapas de ruido pueden mostrar información que no solamente hace referencia a niveles sonoros, sino por ejemplo en algunas ciudades, tienen que ver con las quejas de la población como es el de Noise Complaints (2014), en donde se localizan geográficamente las quejas de la población y se muestra una clasificación de ellas como son: fiestas y gente ruidosa, construcción, música de autos, motores, aires acondicionados y perros ladrando (ver figura 4). Esta información le da una idea más clara a la población sobre el tipo de ruido del que se trata independientemente del nivel sonoro, que también se puede incluir.

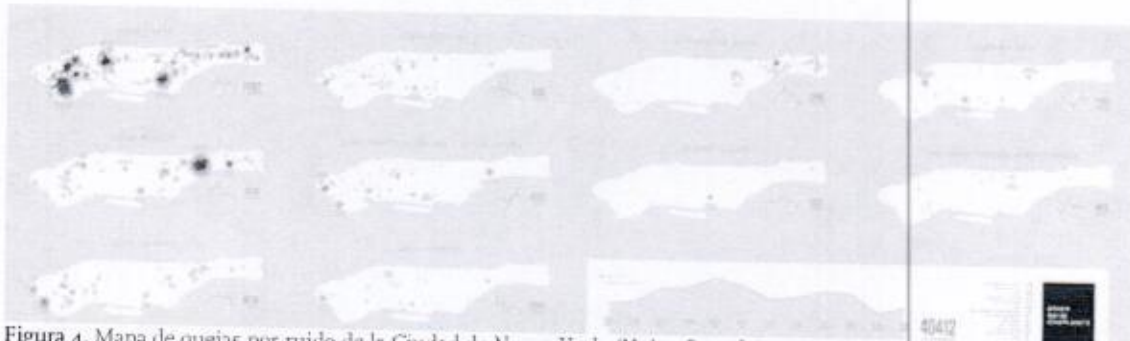


Figura 4. Mapa de quejas por ruido de la Ciudad de Nueva York. (Noise Complaints, 2014)

Existen también mapas de ruido interactivos, donde la población colabora con el monitoreo y la información del tipo de ruido, por medio de aplicaciones para dispositivos como son los teléfonos y tabletas móviles que integran las ventajas de la geolocalización para enviar información de niveles sonoros y características del sonido monitoreado, tal es el caso de la aplicación NoiseTube (Figura 5).



Figura 5. Mapa de ruido de NoiseTube (2014)

## Conclusiones

En el ámbito de la arquitectura, el urbanismo y el diseño, el papel del sonido pareciera ser sumamente importante de acuerdo a lo que en este documento se ha descrito. El tema del ruido ambiental en las ciudades se ha evaluado hasta el momento con herramientas que se basan en la determinación de niveles sonoros, lo cual no da un panorama real del papel del sonido en la percepción del espacio urbano. Sin duda los mapas de ruido son herramientas valiosas cuando se están evaluando fuentes sonoras que se ha establecido son contaminantes como son: el ruido por tráfico vehicular y ferroviario, el ruido de la aviación, el proveniente de la industria y talleres, así como el de la construcción; sin embargo, el ambiente sonoro está conformado por una diversidad amplia de fuentes sonoras que se integran por los sonidos naturales y artificiales.

Para una evaluación de la ciudad desde el punto de vista del sonido tendrían que tomarse en cuenta, tanto los aspectos que están relacionados con la salud y el bienestar de la población, como aquellos que se vinculan con la vida cotidiana.

El espacio urbano y el espacio público son fundamentalmente conceptos relacionados con la vida cotidiana, por lo que los sonidos provenientes de las actividades locales que se desarrollan en los barrios y colonias son un elemento importante para la definición de la calidad de los ambientes en los que el ser humano se encuentra inmerso.



## Bibliografía

- DIRECTIVA EUROPEA 2002/49/EC. Ver: Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN> (consultada en junio 2014).
- NOISE COMPLAINTS. Ver: New York City Maps, Manhattan Noise Complaints <http://www.karlsruh.com/newyorkcitymaps.html> (consultada en junio 2014).
- NoiseTube. Ver: Sony Computer Science Laboratory Paris <http://noisetube.net/#&panel1-1> (consultada en junio 2014).
- RODRÍGUEZ FAUSTO Y GARAY, ELIZA. 2012. *El ruido y su impacto en el espacio público tradicional en la Ciudad de México, en Anuario de Espacios Urbanos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- RODRÍGUEZ, FAUSTO. 2013. *Espacio, Sonido y Arquitectura*. México: Limusa.SMA-UAM-A-LADAc. Ver: *Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México*. <http://www.azc.uam.mx/privado/difusion/adjuntos/MAPA%20DE%20RUIDO%20ANEXO1.pdf> (consultada en 2011).
- WG-AEN. Ver: *Agency Working Group on the Assessment of Exposure to Noise*. <http://es.scribd.com/doc/11959575/Presenting-Noise-Mapping-Information-to-the-Public> (consultado 2014).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ver World Health Organization Europe, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise> (consultado 2014).

>> Resultados de la búsqueda

Nueva búsqueda

**1 resultados encontrados.**

Página 1 / 1

<< >>

» **ISBN:** 978-607-28-0831-7  
**Título:** Las facetas de la evaluación en el diseño  
 Bedolla Pereda, Deyanira (Editor Literario)  
 Caballero Quiroz, Aarón (Editor Literario)  
 Rodríguez Morales, Luis (Editor Literario)  
 Morales Zaragoza, Nora  
 Ceja Bravo, Leobardo Armando  
 Sosa Compeán, Lilitana Beatriz  
 Mercado Cisneros, Mercedes  
 Molina González, Marta Nydia  
 Portilla Luja, María de las Mercedes  
 Maldonado Reyes, Ana Aurora  
 Ortiz Nicolás, Juan Carlos  
 Villar García, María Gabriela  
 Mora Cantellano, María del Pilar  
 García Ortega, Alejandra  
 Mancera Rosas, Alfonso  
**Autor:** Peña de la Paz, Andrea  
 Lorenzo Palomera, Julio Gerardo  
 Alba Dorado, María Isabel  
 Espinosa Gómez, Patricia  
 Meza Aguilar, Jorge  
 Rojas Morales, María Eugenia  
 Pérez y Pérez, Rafael  
 Castellanos Cerda, Vicente  
 Sahagún Angulo, Rubén  
 Rodríguez Manzo, Fausto  
 Garay Vargas, Elisa  
 Moreno Rocha, Mario  
 Martínez Sandoval, Carlos Alberto  
 Aguilar Bautista, Salvador  
 López Ramírez, Heriberto  
 Rodríguez Bonilla, Enrique  
 López León, Ricardo  
 Gómez V  
**Editorial:** Universidad Autónoma Metropolitana  
**Materia:** Educación, investigación. temas relacionados con las Artes  
**Publicado:** 2016-09-30  
**NºEdición:** 1  
**Idioma:** Español

.....  
Nueva búsqueda

**1 resultados encontrados.**

Página 1 / 1

<< >>



## lo preferible



## Evaluación del patrimonio arquitectónico con valor histórico, artístico y cultural a partir de las cualidades acústicas del espacio

Fausto Rodríguez Manzo

Laura A. Lancón Rivera

Silvia G. García Martínez

Auristela Reyna Iñiguez

rfme@correo.azc.uam.mx

lalr@correo.azc.uam.mx

sggm@correo.azc.uam.mx

aurei@correo.azc.uam.mx

UAM Azcapotzalco

### Resumen

Las herramientas que actualmente se utilizan para la evaluación de los espacios con valor histórico, artístico y cultural dependen fundamentalmente de los elementos formales, espaciales y constructivos, lo que implica una concepción visual de la evaluación. El ambiente sonoro de un espacio representa uno de los componentes a los que la percepción humana es más sensible ya que el oído es un sentido que está siempre abierto y el sonido es un elemento que forma parte indiscutible del espacio arquitectónico. Considerar al sonido como elemento fundamental en la concepción y evaluación del espacio arquitectónico nos lleva a que podemos tomarlo en cuenta como un indicador de la calidad arquitectónica de un espacio. Es así que en este trabajo se presenta el planteamiento del patrimonio sonoro como concepto que permitiría la recuperación de espacios con valor histórico, artístico y cultural a partir de las características acústicas en relación con la configuración arquitectónica de los espacios.

### Palabras claves:

Patrimonio sonoro, ambiente sonoro, acústica de recintos

### Introducción

La protección de los bienes del patrimonio histórico, artístico y cultural de un país es una acción indispensable, que de alguna manera representan la herencia cultural que se traslada de generación en generación, pues aporta información de la trayectoria histórica fundamental del mismo.

Tradicionalmente en materia de patrimonio arquitectónico los elementos formales, espaciales y constructivos constituyen los atributos principales en la evaluación que se hace de los edificios. Así se establecen períodos, estilos y épocas dentro de las cuales se clasifican a las edificaciones, de esta forma se han conformado los catálogos de edificios con valor histórico, artístico y cultural.

En este trabajo se presenta un tipo de evaluación con un enfoque muy particular: el acústico. Es decir, considerar al sonido como elemento importante para la evaluación de los edificios con valor histórico, artístico y cultural. Considerar este concepto pareciera absurdo, sin embargo, hoy en día existen varias investigaciones donde se está generando un término especializado: patrimonio sonoro.





El concepto de patrimonio sonoro relacionado con el de patrimonio cultural pretende la recuperación de entornos y espacios con valor histórico, artístico y cultural mediante estudios del ambiente sonoro a partir de técnicas para la caracterización acústica de los espacios y su relación con la arquitectura.

Este trabajo inicia con el argumento de la preeminencia de lo visual en la arquitectura, donde se establece la supremacía de lo visual en la evaluación de los espacios arquitectónicos. Posteriormente se aborda la importancia del sonido en dichos espacios donde lo auditivo resulta ser relevante en este tipo de evaluación. Así se establece que el ambiente sonoro puede considerarse un parámetro para la evaluación del espacio arquitectónico, por lo que al final este trabajo se enfoca en la posibilidad de la evaluación del patrimonio arquitectónico con valor histórico, artístico y cultural desde los ambientes sonoros.

## 1. La preeminencia de lo visual en la arquitectura

A lo largo de la historia de la arquitectura, si no es que quizá desde el primer tratado conocido sobre arquitectura de Marco Lucio Vitruvio Polión<sup>1</sup>, la conceptualización del espacio arquitectónico ha respondido a una armonía, equilibrio estético y orden entre las formas, los volúmenes y la proporción, para así garantizar un diseño adecuado de lo que se pretende materializar. Por su parte, Andrea Palladio (2005)<sup>2</sup> señala en su primer libro de arquitectura que: "...en toda construcción deben considerarse tres cosas, como son: la utilidad o conveniencia, la duración y la belleza." (Palladio 2005, 25), afirmando que cualquier obra no puede ser perfecta si ésta a pesar de ser útil no es durable o viceversa; o a pesar de tener ambas, no es bella, es decir, que los espacios estén dispuestos y erigidos apropiadamente, y que exista una relación formal entre los elementos. Así, en el arte de la arquitectura, se puede advertir que a lo largo de muchos siglos se ha presentado la necesidad de diseñar espacios dotados de belleza los cuales deben corresponder a la relación del todo con respecto a las partes que lo componen.

Por lo general, al momento de apreciar o evaluar esta relación entre cada una de las partes que conforman el espacio arquitectónico, el primer acercamiento hacia ello se hace por medio de un contacto meramente visual, ya que comúnmente es el primer sentido que interviene, otorgándole cierto protagonismo en el proceso de percepción del espacio.

Cuando se habla de arquitectura, lo común y lo primero que viene a la mente son un conjunto de imágenes visuales de espacios o lugares que se han visto o visitado con anterioridad, o bien, al emprenderse la etapa de conceptualización de cualquier espacio arquitectónico, inmediatamente se hace referencia a algo basado en la experiencia visual.

El arquitecto finlandés y crítico sobre la teoría de la arquitectura Juhani Pallasmaa (2006) hace una reflexión en torno al predominio del sentido de la vista sobre los demás (oído, tacto, gusto y olfato), señalando que la vista puede incorporar e incluso reforzar otros sentidos de percepción. Destaca la preeminencia de lo visual sobre el quehacer de la arquitectura, definiéndola como "una arquitectura de imágenes visuales" (Pallasmaa 2006, 26), la cual por lo general en lugar de

<sup>1</sup> Arquitecto romano del siglo I a.C., y autor del primer tratado sobre arquitectura (*De Architectura*), documento que trata acerca de diversos aspectos que debe conocer aquel que desee construir cualquier espacio.

<sup>2</sup> Arquitecto italiano del siglo XVI y autor de los Cuatro Libros de Arquitectura (*I quattro libri dell'architettura*), en los cuales Palladio hace referencia en varias ocasiones a Marco Vitruvio.



apreciarse a través de una experiencia plástica y de sus cualidades espaciales, ésta se experimenta en muchas ocasiones a través de una apreciación a partir de “imágenes retinianas”, como es el caso de una imagen fotográfica.

Asimismo, el arquitecto y urbanista José Antonio Aldrete-Hass (2007), señala que:

“la experiencia sensorial la alcanzamos con la totalidad de nuestro cuerpo, en un proceso de simultaneidad. Cada sentido explora el objeto a su manera, ya que a cada uno le corresponde un ámbito diferente, pero los sentidos se comunican entre sí: el sonido modifica la percepción del color y el color por sí solo crea sensaciones insospechadas; además el tacto informa a la vista.” (Aldrete-Hass 2007, 99)

Puede decirse entonces que la percepción del espacio arquitectónico involucra todos los sentidos, sin embargo la importancia que se le ha dado a la concepción del espacio desde un enfoque primordialmente visual ha ocasionado que los arquitectos se limiten a este sentido de percepción, minimizando y restándole jerarquía a los demás, los cuales también son un factor clave para una experiencia multisensorial y mucho más enriquecedora del espacio.

## 2. La importancia del ambiente sonoro en los espacios arquitectónicos

Partiendo de la importancia que se le ha otorgado a lo visual en el proceso de la concepción y percepción del espacio arquitectónico, en muchas ocasiones no se aprecia la participación de los demás sentidos, aunque unos en mayor medida que otros, como es el caso de la audición por sus grandes cualidades de interacción con el espacio.

Haciendo énfasis en este sentido de percepción, Pallasmaa señala que:

“La vista aísla mientras que el sonido incluye; la vista es direccional mientras que el sonido es omnidireccional. El sentido de la vista implica exterioridad, pero el sonido crea una sensación de interioridad. Contemplo un objeto, pero el sonido me llega; el ojo alcanza, pero el oído recibe. Los edificios no reaccionan a nuestra mirada, pero nos devuelven nuestros sonidos al oído.” (Pallasmaa 2006, 50).

Lo anterior esclarece las cualidades específicas entre los sentidos de la vista y la audición; mientras en el primero la percepción del espacio se restringe hacia donde el usuario dirige su visión, en el segundo queda en muchas ocasiones fuera de su control, ya que como menciona el arquitecto y artista sonoro Ricardo Atienza (2007), a diferencia del sentido de la vista, no se puede renunciar tan fácilmente al de la audición, pues carecemos de “párpados auditivos” y es por ello que de manera consciente o inconsciente, la escucha representa frecuentemente el primer acercamiento y modo de comprensión del entorno.

Por otra parte, D’Alençon<sup>1</sup> (2008) enfatiza que la percepción del espacio se completa con las referencias sonoras recibidas por el oído, pues éstas nos ayudan a la apreciación de dimensiones y distancias, también ayudan a orientarnos y primordialmente a comunicarnos (D’Alençon 2008, 4).

<sup>1</sup> Arquitecto especialista en sustentabilidad y confort. Profesor de la Universidad Técnica de Berlín. Autor de diversas publicaciones.

En relación a lo anterior, la experiencia de cerrar los ojos ante alguna situación, hace que los demás sentidos de inmediato se pongan en alerta para poder captar el mayor número de información que puedan del entorno. Bajo esta condición, el sentido de la audición comunica lo que sucede a nuestro alrededor, alerta si alguien se aproxima o se mueve, a partir de las reflexiones sonoras informa si se trata de un lugar amplio, reducido o abierto, además permite identificar ciertos sonidos así como otras situaciones.

Haciendo una reflexión sobre las cualidades del sonido y su interacción con los elementos que conforman el espacio arquitectónico, se crea el ambiente sonoro específico de cada lugar, factor clave y esencial para una experiencia más completa del entorno. Así, llegamos al concepto de carácter acústico del espacio, que se refiere a un fenómeno con ciertas cualidades que es parte de la experiencia cotidiana del ser humano, siendo producto del comportamiento del sonido en relación a los elementos que configuran el espacio arquitectónico, el cual puede a su vez generar atmósferas y ambientes de confort, y en ciertos casos expresar sentimientos y sensaciones artísticas (Rodríguez 2013, 102).

### 3. El ambiente sonoro como parámetro de evaluación del espacio arquitectónico

Queda claro el papel que juega el ambiente sonoro en la percepción del espacio arquitectónico. Asimismo, se resalta la necesidad de considerar al sonido como elemento constante e invariable de nuestra realidad, tal como sucede con la luz, el aire y las condiciones atmosféricas de cada lugar, elementos que al momento de conceptualizar un espacio por lo general son considerados por los arquitectos como parámetros de evaluación en el proceso de diseño.

El ambiente sonoro como parámetro de la calidad acústica del espacio arquitectónico, tiene su origen en una de las ramas de la ciencia de la acústica, conocida como acústica arquitectónica. Esta disciplina estudia todo aquello relacionado al sonido y la arquitectura, con diversos campos de aplicación, entre los cuales se pueden nombrar la acústica de los edificios, el control del ruido y las vibraciones y la acústica de los recintos.

El tema que aborda este trabajo se centra en el campo de la acústica de los recintos, el cual tiene como propósito explicar el comportamiento del sonido en los ambientes cerrados, buscando la calidad acústica del espacio, por lo general en el lenguaje y la música.

Considerando entonces al sonido como elemento de valoración, el campo de la acústica de recintos ha definido ciertos parámetros de evaluación del sonido, que pueden traducirse en el estudio de las características sonoras de un ambiente específico.

Quizá el parámetro que hasta la fecha describe de manera general las cualidades, la calidad y ambiente sonoro del espacio arquitectónico es el Tiempo de Reverberación (TR), parámetro que considera el volumen del espacio y las características absorbentes de los materiales y los elementos presentes en él. Con estas variables este parámetro define el lapso de tiempo que dura el sonido en el ambiente una vez que la fuente sonora ha cesado.

Específicamente el TR es directamente proporcional al volumen e inversamente proporcional a la absorción total del espacio, por lo que puede entenderse que a mayor volumen, el TR será mayor y a mayor cantidad de absorción, el TR será menor. Tomando en cuenta lo anterior, se han generado valores recomendados en relación a los TR deseables para cada tipo de espacios, por ejemplo, para espacios donde la palabra es importante se sugieren valores bajos pues se pretende que la señal sea

clara y fiable; a diferencia de espacios para la música donde se desea la combinación de las señales y por lo tanto es requerido un tiempo de reverberación alto (ver figura 1).

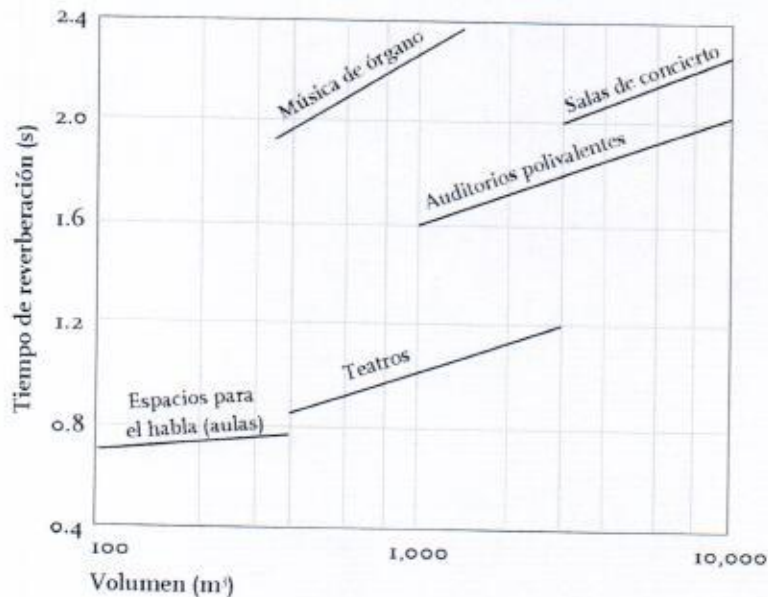


Figura 1. Relación entre el volumen del espacio y el tiempo de reverberación recomendable (adaptada de Egan 1988, 133).

A partir de investigaciones orientadas al estudio del comportamiento del sonido en diferentes recintos (Barron 1970), (Daumal 1987) y (Lacatis et al. 2008), se ha determinado que el tiempo de reverberación no puede describir por completo las características y cualidades acústicas de un espacio arquitectónico, por lo que se han definido otros parámetros derivados del estudio energético del decaimiento sonoro para la evaluación acústica de los espacios.

Dichos parámetros intentan evaluar en muchas ocasiones condiciones subjetivas que el oyente percibe, para así obtener valores objetivos medibles relacionados con el decaimiento sonoro, como son: intensidad del sonido, la claridad y la inteligibilidad así como la impresión espacial (Bradley 2010).

Estos parámetros por lo general se han empleado para evaluar espacios como son los auditorios, donde la palabra hablada es esencial o en salas de concierto donde la música es fundamental.

#### 4. La evaluación del patrimonio arquitectónico con valor histórico, artístico y cultural a partir de los ambientes sonoros

En la década de los 50, surgió un gran interés por el estudio de las cualidades acústicas en espacios con valor artístico e histórico, como los espacios de culto, realizándose así las primeras mediciones acústicas del TR en la Catedral de San Pablo en Londres y en otros recintos importantes. No fue sino hasta las investigaciones de Carvalho (1994, 1996) que aumentó el interés por el estudio de la calidad acústica en espacios religiosos, donde consideró los parámetros de evaluación derivados del

decaimiento sonoro y otros aspectos acústicos, los cuales provenían de los estudios realizados desde décadas anteriores para el estudio de salas de concierto, auditorios y teatros, entre otros. Hasta la fecha se han realizado numerosas investigaciones relacionadas con el análisis acústico de espacios con valor histórico, artístico y cultural, de los cuales sobresalen por su importancia los realizados en la Universidad de Sevilla<sup>4</sup>, en la Universidad de Ferrara (Università degli Studi di Ferrara), el Politécnico de Bari<sup>5</sup> (Politecnico di Bari) y la Universidad de Oporto (Universidade do Porto).

Dichas investigaciones surgen principalmente como respuesta al interés por conservar un patrimonio sonoro de espacios arquitectónicos con un alto valor histórico, artístico y cultural que han sido catalogados como patrimonio cultural, el cual por lo general se evalúa a través del análisis visual, espacial y formal (composición, volumen, proporción, materiales, texturas, color, geometría, por mencionar algunos) de los elementos que conforman dicho espacio y su relación con el entorno, enfatizando la preeminencia de lo visual sobre la arquitectura.

En relación a lo anterior, los recintos religiosos no fueron la excepción, ya que en su concepción también predominaba un análisis visual, espacial y formal del espacio; sin embargo, desde el punto de vista acústico se tenían serias deficiencias –problema común en este tipo de edificaciones–, ya que no se consideraba importante el entendimiento de la palabra y el carácter de la música, los cuales comenzaron a tomar auge a partir de las modificaciones establecidas en los concilios, mismos que en su mayoría buscaron la participación de los creyentes tanto en la palabra hablada, en los cantos y en la ejecución de la música.

Aunque actualmente la actividad principal de algunas iglesias sigue siendo el rito religioso, los espacios también se destinan a su vez para actividades con carácter artístico y cultural, obligando a buscar y ajustar parámetros acústicos que cumplan con los criterios establecidos tanto para el habla y la música –criterios con valores totalmente opuestos– con la finalidad de lograr un ambiente sonoro adecuado al uso requerido.

Debido principalmente a la evolución arquitectónica de los espacios religiosos, a la doctrina y a las nuevas actividades llevadas a cabo en estos recintos, ha surgido una importante repercusión en el comportamiento acústico, por lo que hoy en día es necesario también generar una metodología de evaluación que correlacione las características arquitectónicas y la calidad acústica de este tipo de espacios. Hasta el momento sólo se han hecho estudios donde se relacionan los parámetros acústicos con estilos arquitectónicos, como en el caso de Cirillo y Martellota (2007).

La metodología de evaluación debe iniciar desde la selección de los inmuebles que han

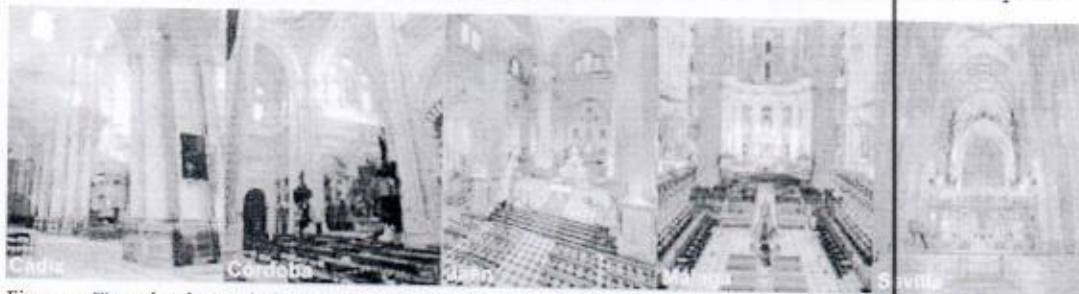


Figura 2. Ejemplos de catedrales andaluzas catalogadas como patrimonio cultural y caracterizadas acústicamente (Álvarez-Morales 2013a).

<sup>4</sup> Investigador del Laboratorio de Acústica de la Universidad de Oporto (Universidade do Porto).

<sup>5</sup> Realizados por Teófilo Zamarreño, Juan José Sendra, Sara Girón, Miguel Galindo y Rafael Suárez.

sido catalogados como patrimonio cultural (ver figura 2), de los cuales es necesario realizar un levantamiento in situ y una descripción de los parámetros arquitectónicos desde el enfoque visual, formal y espacial (ver tabla 1). Dichos parámetros están relacionados con el volumen, geometría, superficies, materiales, texturas, ornamentación y estilo arquitectónico, entre otros.

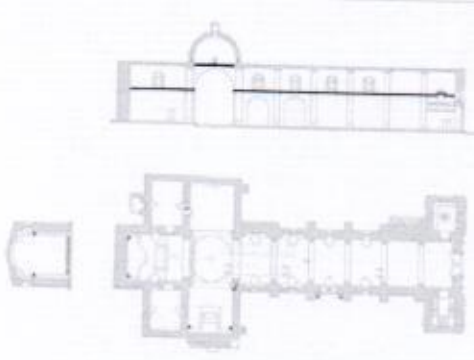


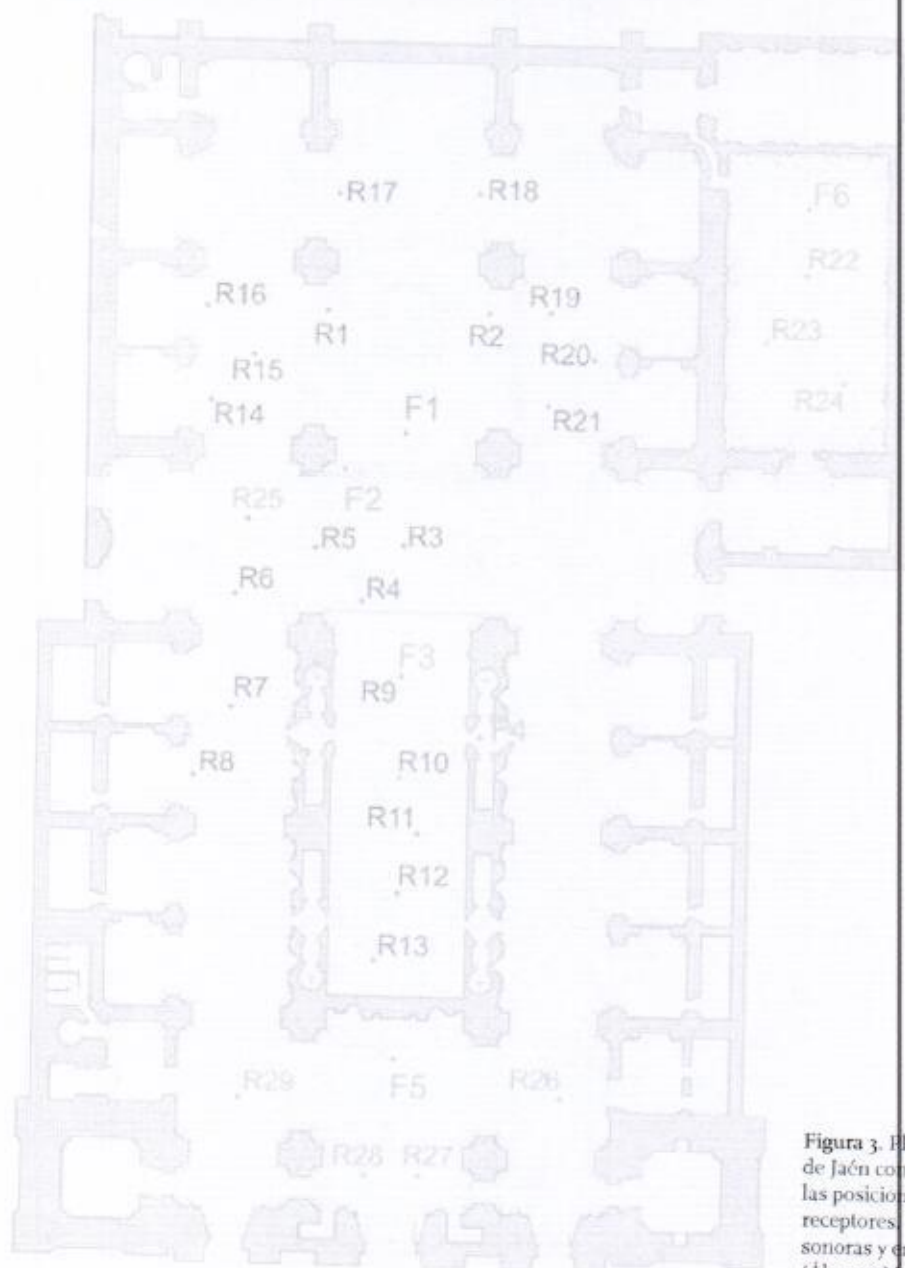
| Nombre  | TEMPLO DE SANTA ISABEL |                                |  |                              | PSI       |
|---|------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|-----------|
| Ubicación   | Calle                  | Plaza de Armas s/n, Pacará     |  |                              | Numero    |
|   | Provincia              | Lampa                          |  |                              | 50        |
|   | Departamento           | Puno                           |  |                              |           |
| Año de Construcción   | 1760 - 1790            | Estilo                         | Neoclásico   | Escuela Regional             | Altiplano |
| Breve Descripción   |                        |                                |  |                              |           |
| El templo tiene planta rectangular de tipo basilical con la nave, crucero y presbiterio a mayor altura que las naves laterales. La nave central esta techada a par y nudillo y las naves laterales con cobertura a un agua. |                        |                                |  |                              |           |
| Planos  |                        |                                | Registro Fotográfico   |                              |           |
|   |                        |                                |   |                              |           |
|   |                        |                                | Vista hacia el Altar Mayor   |                              |           |
|   |                        |                                |  |                              |           |
|   |                        |                                | Vista hacia el Ingreso posterior   |                              |           |
| Características Físicas Básicas   |                        |                                |  |                              |           |
| Longitud máxima (m)   | 65.3                   | Ancho máximo (m)               | 29.3   | Altura máxima (m)            | 20.1      |
| Volumen (m <sup>3</sup> )   | 8269.6                 | Area de piso (m <sup>2</sup> ) | 816.1  | Area Total (m <sup>2</sup> ) | 3997.0    |
| Materiales Constructivos  |                        |                                |  |                              |           |
| Piso  | Piedra                 | Paredes                        | Piedra   | Techo                        | Piedra    |
| Observaciones   |                        |                                |  |                              |           |
| Fuentes   |                        |                                |  |                              |           |
| -[Gutiérrez et al, 1986]  |                        |                                |  |                              |           |
| -Levantamiento Arquitectónico: Arq. Carlos Jiménez Dianderas. Abril 2006 (cortes, verificación y actualización de planta).  |                        |                                |  |                              |           |

Tabla 1. Ejemplo de ficha técnica típica de descripción de parámetros arquitectónicos. Ficha del Templo de Santa Isabel en Perú (Jiménez, C 2010).



Posteriormente de acuerdo a lo establecido en la norma ISO 3382, se realizan mediciones acústicas dentro del recinto (Figuras 3 y 4). Esta norma es considerada como único referente en la obtención del tiempo de reverberación y otros parámetros acústicos que de éste se derivan y que ayudan a describir la calidad acústica de algún espacio.



**Figura 3.** Planta de la Catedral de Jaén con indicación de las posiciones de fuentes y receptores. En rojo las fuentes sonoras y en azul los receptores (Álvarez-Morales 2013b).



Figura 4. Vista de la fuente sonora empleada en las mediciones acústicas dentro de la Catedral de Jaén (Alvarez-Morales 2013b).

Una vez obtenidos los resultados de las mediciones in situ, se procede a realizar la caracterización acústica del recinto, para lo cual se hace una clasificación de los parámetros acústicos según criterios subjetivos (Montell 2012), en:

- Parámetros de reverberación: estos parámetros se relacionan con el decaimiento sonoro en el espacio, es decir, el tiempo que tarda en apagarse un sonido una vez que la fuente sonora ha cesado. Estos parámetros dependen del volumen, de las características absorbentes y difusoras de los materiales y de la ornamentación según el estilo arquitectónico.
- Parámetros energéticos: son los que definen la energía sonora que llega al receptor y están relacionados con la geometría, las distancias entre la fuente y los receptores y los materiales de las superficies.
- Parámetros de inteligibilidad: evalúan el entendimiento de la palabra y están relacionado con la geometría, el volumen, distancias y las características absorbentes y difusoras de los materiales.
- Parámetros espaciales: estos parámetros definen la sensación percibida en un espacio, se relacionan directamente con las señales recibidas por los oídos y dependen de la geometría de las superficies y el volumen del recinto.





Una vez realizada la caracterización acústica, es necesaria una validación de los resultados, por lo que puede recurrirse a otra herramienta de evaluación, como es la simulación acústica virtual (ver figura 5). En ella se modela el espacio en tercera dimensión a través de software especializado, donde se aplican las características absorbentes, reflejantes y difusoras de los materiales en cada una de las superficies. Así mismo se caracterizan y se ubican las fuentes sonoras reales utilizadas en la medición in situ, así como los receptores. Finalmente se configura y ejecuta el software para la obtención de resultados y su posible validación.

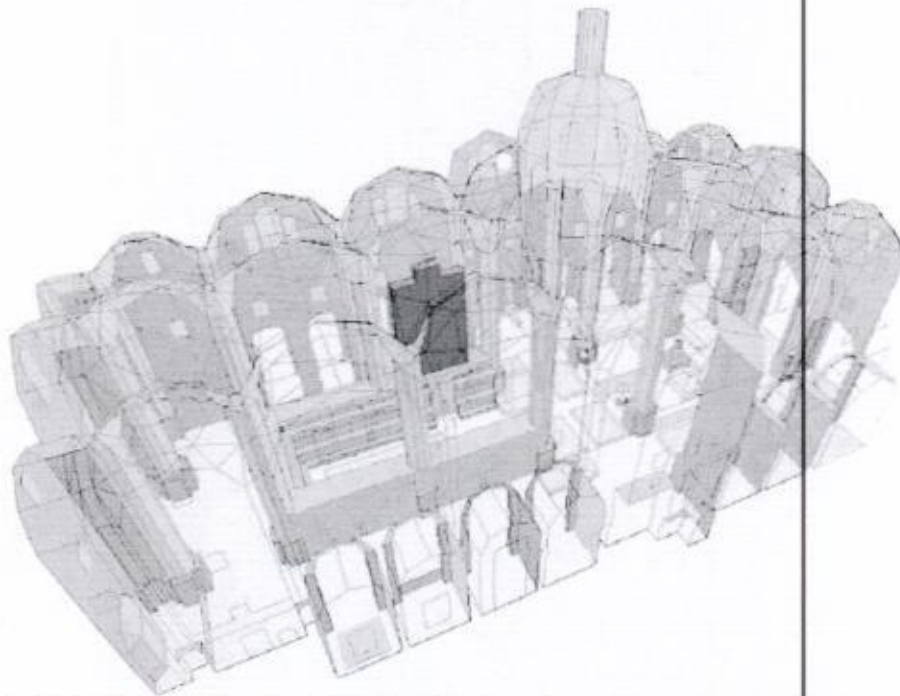


Figura 5. Modelo tridimensional de la Catedral de Jaén utilizado para la simulación acústica virtual (Álvarez-Morales 2013b).

Por último se correlacionan los parámetros arquitectónicos con los parámetros acústicos. Esta correlación hace evidente la dependencia que las características acústicas tienen de las arquitectónicas, entendiéndose que al modificar algún aspecto arquitectónico, por ende cambiarán las acústicas; lo que permite adecuar los espacios de acuerdo a la actividad que en ellos se pretenda realizar (ver tabla 2).



| VOLUMEN               | FRECUENCIA<br>(Hz) | TIEMPO DE REVERBERACIÓN |     |     |      |      |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|-----|-----|------|------|
|                       |                    | 125                     | 250 | 500 | 1000 | 2000 |
| 2.8800 m <sup>3</sup> | San Pantaleón      | 2,9                     | 3,1 | 2,5 | 2,3  | 1,9  |
| 1.290 m <sup>3</sup>  | Panagia Chalq.     | 2,8                     | 2,3 | 2,1 | 1,8  | 1,6  |
| 230 m <sup>3</sup>    | Transfiguración    | 1,6                     | 1,3 | 1,2 | 1,2  | 0,8  |
| 1.230 m <sup>3</sup>  | Santa Catalina     | 2,6                     | 2,1 | 1,8 | 1,6  | 1,4  |
| 1.575 m <sup>3</sup>  | Santos Apóstoles   | 1,6                     | 1,8 | 1,7 | 1,6  | 1,3  |
| 936 m <sup>3</sup>    | Katholikon         | 0,8                     | 1,4 | 1,5 | 1,4  | 1,2  |
| 2230 m <sup>3</sup>   | Profeta Elías      | 2,3                     | 2,1 | 1,9 | 1,7  | 1,5  |
| 520 m <sup>3</sup>    | San Nicolás Or.    | 1,1                     | 1,2 | 1,4 | 1,5  | 1,4  |

**Tabla 2.** Relación entre el volumen y el tiempo de reverberación de diferentes iglesias (Barrio, J. 2008).

## Conclusiones

Al inicio de este trabajo se reflexionó acerca del proceso de diseño que utilizan los arquitectos para resolver cuestiones principalmente relacionadas con el aspecto visual, espacial y formal; sin embargo, en las últimas décadas se ha enfatizado en la necesidad de una vivencia multisensorial del espacio. En este aspecto, se destacó al sonido como elemento esencial para una experiencia mucho más enriquecedora, por sus grandes cualidades de interacción con el espacio.

En relación a lo anterior, a pesar de la insistencia de tomar en cuenta al sonido como elemento constante de nuestra realidad, hoy en día los arquitectos no tienen el hábito de involucrarlo como parte integrante en sus diseños, por considerarse para muchos un elemento no tangible.

Por otra parte, se señaló que el objetivo, desde el origen de la acústica de recintos, ha sido el de explicar el comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos; así como de adecuar y diseñar recintos destinados esencialmente para el habla –auditorios– o la música –salas de concierto–. No obstante, en los últimos años el interés por preservar un patrimonio sonoro de recintos con valor histórico y artístico ha tomado auge, donde la búsqueda de calidad en la palabra hablada y de la música adquieren igual importancia en un mismo espacio.

Finalmente, se ha hecho énfasis en las cualidades que el ambiente sonoro tiene en los espacios arquitectónicos con valor histórico, artístico y cultural y la importancia de ser evaluados. Específicamente en los espacios de culto, los parámetros acústicos se han relacionado con parámetros arquitectónicos, donde al momento de correlacionarlos se busca obtener información acerca del impacto que los elementos arquitectónicos tienen en el ambiente sonoro del espacio.

La evaluación de los espacios arquitectónicos con valor histórico, artístico y cultural representa la generación de una variable fundamental a la cual se le ha llamado patrimonio sonoro y que enriquece la forma en cómo este tipo de espacios han sido evaluados tradicionalmente.



## Bibliografía

- ALDRETE - HAAS, JOSÉ. 2007. *Arquitectura y Percepción. Compilación del Simposio "Arquitectura y Percepción"*. México: Universidad Iberoamericana.
- ÁLVAREZ LIDIA, ALONSO ALICIA, GIRÓN SARA, GALINDO MIGUEL Y ZAMARREÑO TEÓFILO. 2013. *Modelo acústico virtual de la catedral renacentista de Jaén. Documento presentado en el "44° Congreso Español de Acústica"*, enero, Valladolid, España.
- ÁLVAREZ LIDIA, GALINDO MIGUEL, GIRÓN SARA Y ZAMARREÑO TEÓFILO. 2013. *La acústica de las catedrales andaluzas. Documento presentado en el "44° Congreso Español de Acústica"*, enero, Valladolid, España.
- ATIENZA, RICARDO. 2007. *Ambientes sonoros urbanos: la identidad sonora. Modos de permanencia y variación de una configuración urbana. Conferencia presentada durante "I Encuentro Iberoamericano sobre Paisajes Sonoros"*, 12 y el 15 de junio, Cuernavaca, Morelos.
- BARRIO, JULIO. 2008. *Sistemas de predicción de parámetros que caracterizan el campo sonoro en iglesias. Tesis Doctoral.*, Escuela Superior de Arquitectura, Madrid, España.
- BARRON, MIKE. 1970. "The subjective effects of first reflections in concert halls - the need for lateral reflections". *Journal of Sound and Vibration*, march.
- BRADLEY, JOHN. 2010. "Review of objective room acoustics measures and future needs", at *International Symposium on Room Acoustics*, october.
- CARVALHO ANTONIO, MORGADO ANTONIO Y HENRIQUE LUIS. 1996. *Relationships between Subjective and Objective Acoustical Measures in Churches. Journal of the Acoustical Society of America*, ctober..
- CARVALHO, ANTONIO. 1994. *Influences of Architectural Features and Styles on Various Acoustical Measures in Churches. Tesis Doctoral*, University of Florida.
- CIRILIO ETTOLE Y MARTELOTTA, FRANCESCO. 2007. "Acoustics and architecture in Italian Catholic churches", *Conference presented at International Symposium on Room Acoustics*, november.
- D'ALENCON, RENATO. 2008. *El espacio acústico, En Cuadernos de la Técnica ARQ 2*, noviembre.
- DAUMAL, DOMENECH. 1987. "Nuevo parámetro acústico - arquitectónico para salas de audiciones", *Revista de Acústica*, febrero.
- EGAN, DAVID. 1988. *Architectural Acoustics*. Estados Unidos de América: McGraw Hill.



- ISO 3382. Ver Norma Internacional que especifica métodos de medición del tiempo de reverberación en recintos con referencia a otros parámetros acústicos, [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/UNE\\_EN\\_ISO\\_3382\\_2-008.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/UNE_EN_ISO_3382_2-008.pdf) (consultada en 2012).
- JIMÉNEZ, CARLOS. 2010. *Correlación entre Parámetros Acústicos Objetivos y Características Físico Arquitectónicas en Templos Católicos del Período Colonial en ciudades representativas del Perú*. Tesis Doctoral., Universidad Politécnica de Madrid. España.
- LACATIS RADU, GIMENEZ ALICIA, BARBARA ARTURO Y CERDÁ SALVADOR. 2008. "Historical and chronological evolution of the concert hall acoustics parameters". The Journal of the Acoustical Society of America, noviembre.
- MONTELL RADHA, GIMÉNEZ ALICIA, CERDA SALVADOR, SEGURA JAUME, CIBRIÁN ROSA Y BARBA ARTURO. 2012. *Influencia de la localización de la fuente sonora en los parámetros acústicos en la Catedral Metropolitana de Valencia*. Documento presentado en "VIII Congreso Ibero-americano de Acústica", julio, Évora, Portugal.
- PALLADIO, ANDREA. 2005. *Los Cuatro Libros de la Arquitectura*. México: Limusa y UAM.
- PALLASMAA, JUHANI. 2006. *Los ojos de la piel. La arquitectura y los sentidos*. Barcelona: Gustavo Gili.
- RODRÍGUEZ, FAUSTO. 2013. *Espacio, sonido y arquitectura. Una reflexión teórica acerca del carácter acústico del espacio arquitectónico*. México: Limusa.

Planificación de vialidades y ruido ambiental en la Ciudad de México  
El caso del segundo piso del Anillo Periférico

Fausto E. Rodríguez Manzo\*  
Elisa Garay Vargas  
Gerardo G. Sánchez Ruiz

\*El autor declara que este trabajo es un producto de la investigación denominada: *El Ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México -Problemas y Modelos de Solución*. Proyecto apoyado por el "Fondo Sectorial de Investigación para la Educación" del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco.



## Introducción

Uno de los aspectos que más se distingue hoy dentro de la planificación urbana, es la cuestión de las vialidades. El crecimiento exponencial del parque vehicular en gran cantidad de ciudades hace que se recurra, en muchos casos, a la generación de grandes avenidas y autopistas urbanas para lograr conectar puntos distantes con un ahorro de tiempo, buscando a la vez, un tráfico más fluido. No obstante, las vialidades urbanas se han consagrado a los automóviles más que a los peatones lo que ha promovido, de alguna forma, una desintegración urbana.

Si se considera que la fuente principal de ruido en las ciudades son los vehículos, como se verá más adelante, cada vez que se plantea una nueva vialidad se genera otra fuente de ruido para la ciudad la que seguramente afectará a los ciudadanos.

Al planificar las vialidades de una ciudad se debiera tomar en cuenta el impacto ambiental, considerando al ruido como una variable importante. Existen muchos países donde así se piensa y por ello, se plantean distintos tipos de protecciones para no afectar a las personas. Pero no en todos es así, en muchos, como ocurre en México eso está aún lejos de considerarse, lo que generalmente se hace es resolver el problema funcional sin prever sus consecuencias.

Apuntado lo anterior, éste capítulo analiza el problema con un ejemplo reciente, la construcción del segundo piso del Anillo Periférico de la Ciudad de México. Obra controvertida dada su inversión y aparente poca eficiencia en la resolución de los problemas de tráfico vehicular de la metrópoli, se pretende comparar los diferentes escenarios de ruido ambiental que la vialidad ha generado tanto antes, como después de construido el segundo piso.

Para ello, se realiza un estudio de los antecedentes del sistema de vialidades de la Ciudad de México, se prosigue con una introducción referida al ruido producido por tráfico vehicular en la urbe, y se hace referencia también al mapa de ruido de la ciudad. Posteriormente, se estudia el problema del segundo piso del Anillo Periférico de la ciudad donde se plantea una clasificación de las secciones de la vialidad para su análisis, se muestran los resultados proporcionados por el procedimiento de mapeo de ruido por secciones verticales, y se realizan comparaciones que dan evidencia del efecto en el ruido ambiental de la monumental obra.

El estudio está fundamentado en una predicción hecha con base en un proceso de simulación que se lleva a cabo con un programa de computo, por lo que se considera sólo como una aproximación a la realidad que queda validada al fundarse en la metodología y datos del mapa de ruido de la ciudad.

## El Anillo Periférico y la red vial de la Ciudad de México

Las ciudades siempre están en expansión debido a la multiplicación de actividades e incremento de la población, para mantenerse en funcionamiento, han requerido de la permanente renovación de su infraestructura en especial la de abastecimiento de agua, drenaje, energía y la necesaria para permitir la movilidad. Si se parte del hecho de que las ciudades alojan un sinnúmero de actividades pero carecen en particular de esa infraestructura básica, se entiende que pueden hacerse conflictivas e impedir la fluida realización de actividades, en especial, aquellas donde se requiere la rápida producción de ganancias, por lo que los gobiernos tienen que generar acciones para solventar las situaciones, mismas que de acuerdo a su carácter pueden ser inmediatistas o planeadas a largo plazo.

En el caso de la Ciudad de México, por las actividades y la población que históricamente ha alojado, ha requerido pequeñas y amplias obras resultado de una planeación de conjunto o muy locales, que han servido para hacer que funcione más eficazmente posibilitando sobre todo, que la dinámica económica se active, por lo que también, históricamente, las obras para tal efecto, se han sucedido en todas sus épocas. De manera particular, y en el pasado siglo XX, ejemplos destacados en cuestión de vialidades, resultaron de las sucesivas propuestas derivadas del Plano Regulador de 1933 (Figura 1) que surgió de un equipo dirigido por el arquitecto Carlos Contreras.

48



Figura 1. Ejes Norte-Sur, Este-Oeste y anillos de circunvalación, proyectando a futuro la movilidad. (Plano Regulador de 1933)



Al revisar un poco la historia de esos años, se puede encontrar en ese Plano Regulador de 1933, un sistema arterial con propuestas de ejes Norte-Sur y Este-Oeste, los anillos de circunvalación donde se prefiguraron los inconclusos y retardados en su construcción ejes viales, el Anillo de Circunvalación, el Circuito Interior, y el Anillo Periférico; a los cuales se les puede agregar los viaductos<sup>1</sup> Miguel Alemán, Tlalpan y Río Becerra, además de otras vialidades construidas en diferentes años, siguiendo la forma de expansión de la ciudad española y porfirista.

Vialidades como los Anillos de Circunvalación y el Periférico, que pretendían dar fluidez a la circulación en la ciudad al evitar recorridos que pasaran por el centro, enfrentaron diversos problemas en su construcción debido a que se aplazaba su concreción continuamente. Si se recorrieran esas vialidades se podrían observar grandes deficiencias, pues en muchos de sus tramos no mantienen anchos adecuados con una circulación permanente, un ejemplo lo tenemos en el tramo donde el Periférico ocupó una parte del cauce del Río de los Remedios y recientemente se construyó la autopista Naucalpan-Ecatepec.

Los Ejes Norte-Sur y Este-Oeste (planteados desde 1927, y rescatados en el señalado Plano Regulador de 1933), con sus límites, se concretaron a partir de la aprobación del Plan Director para el Desarrollo Urbano del Distrito Federal (D.O. 30.11.1976), los cuales se integraron a la ciudad, a partir de la señalada retícula "compuesta por avenidas de seis carriles en un solo sentido separadas 1.5 km entre sí", y localizada en los límites de la Ciudad de México, por lo que no se integró una adecuada red vial con los municipios metropolitanos del Estado de México (Cervantes, 1990: 66). Sin embargo, junto al Sistema Colectivo de Transporte -el Metro-, inaugurado en 1969, los ejes viales lograron dar fluidez a la ciudad en los años setenta. Cabe apuntar que el Proyecto de ejes viales, se apoyaba en la mejora del transporte colectivo, pero, el sustento a ese rubro quedó disminuido al privilegiarse el uso del automóvil, esto provocó el aumento en el número de éstos y generó nuevos problemas como la contaminación por gases y ruido.

Las vialidades construidas en distintos periodos de crecimiento de la ciudad en el siglo XX, habían logrado sobrellevar las notas de "progreso" derivadas del Milagro Mexicano al que acompañaron, -ahí están los registros del cine mexicano mostrando edificios, vialidades y diferentes transportes modernos-; no obstante, la ciudad arribó al siglo XXI, con esas y otras vialidades que, ya para estos años, se mostraban incapaces para absorber los nuevos números en actividades y población, por lo que hubieron de acompañarse de otras propuestas como los segundos pisos y distribuidores viales, junto a nuevas formas de transporte como el Metrobús (2005), si bien planteados en anteriores programas, fueron concretados a

<sup>1</sup> Recuérdese que en el Plano Regulador se planteaba mantener los ríos como parte de la estructura vial, lastimeramente éstos se fueron entubando para dar paso a vialidades, tal como ocurrió con los ríos de la Piedad, del Consulado, Churubusco, el Canal Nacional, etcétera (Contreras, 1933).

iniciativa del entonces jefe de Gobierno del Distrito Federal, Andrés Manuel López Obrador (2000-2005).



Figura 2. La estructura vial visualizada en 1998. (Comisión, 1998)

En el caso de los segundos pisos, hubo dos antecedentes en la decisión de iniciar su construcción: el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM) de 1998, y el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2002-2006 (PITV). En el POZMVM entre algunos aspectos, se apuntó que "para apoyar el esquema metropolitano", se habían planteado "diversas obras viales" como "el tercer anillo metropolitano" que complementaría "el tramo Lechería-Chamapa-La Venta y la Venta-Colegio Militar", la conclusión de la línea B del metro, y el fallido Tren Elevado de "Santa Mónica-BELLAS Artes"; además de concebirse la construcción de los segundo pisos al señalar: "Se ha comentado sobre la posibilidad de la construcción de vías rápidas de cuota en segundo piso en los corredores de viajes más congestionados, como solución a los problemas de falta de capacidad vial" (Comisión, 1998: 109-110) (Figura 2).

De manera que, siguiendo los lineamientos del POZMVM, el PITV señalaba: que "el objetivo principal del Gobierno de la Ciudad de México en materia de transporte y vialidad" era "dentro de un marco de desarrollo sustentable, garantizar la movilidad" (Gobierno, 2002:8), para lo cual se hizo un diagnóstico del problema de esa movilidad, señalando la aglomeración en la ciudad, como sigue:

De acuerdo con los resultados definitivos del XII Censo General de Población y Vivienda la población total de la ZMMV es de 18 millones 335 mil 427 habitantes, (18% de la población total del país), de los cuales 8.6 millones corresponden a la población del DF, lo que lo ubica como la segunda entidad federativa más poblada del país, con una participación del 8.8 % por debajo del Estado de México, cuya población de 13.1 millones que representa el 13.4 % de la población nacional.<sup>5</sup> Sin olvidar que en el Distrito Federal se presenta la llamada población itinerante, calculada en más de 4 millones de personas que llegan diariamente a trabajar formal o informalmente, adquirir bienes o usar servicios públicos. (Gobierno, 2002: 8).

Por supuesto que esos datos ya señalaban amplias y renovadas actividades y complejos desplazamientos, y en efecto, en el mismo Programa se apuntaba que "el proceso de concentración de la población en las áreas externas de la Ciudad" había provocado "cambios importantes en los patrones de viaje" si se consideraba que en 1983 "los viajes con origen y destino en las delegaciones del DF representaban casi 62%", mientras que "en 1994 su participación se redujo a menos de 57%. Por su parte, los viajes metropolitanos (los que cruzan el límite del DF y el Estado de México), pasaron de 17% a casi 22%" lo que significaba "poco más de 4.2 millones de viajes por día" (Gobierno, 2002: 10). Esos desplazamientos se realizaban en "una red vial cercana a los 10 mil 200 kilómetros", de los que "9% (913 kilómetros)" correspondía "a la vialidad primaria, formada por las vías de acceso controlado (171.42 kilómetros), los ejes viales (421.16 kilómetros) y las arterias principales (320.57 kilómetros)" y el resto a la vialidad secundaria (Gobierno, 2002: 15) (Figura 3).



Figura 3. Red vial de la Ciudad de México. (SETRAVI)

Arribando a los problemas de movilidad enfrentados al final del siglo XX por los habitantes ya no sólo de la Ciudad de México, sino también del Estado de México, en el Programa se apuntaba:

La saturación vial se presenta principalmente en tres zonas: 1) La zona norte integrada por los municipios del Estado de México, principalmente Naucalpan, Tlalnepantla, Cuautitlán y Ecatepec. 2) La zona oriente que aloja la mayor proporción de viajes en transporte público, que integra a las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztacalco e Iztapalapa y los municipios de Nezahualcóyotl, Chalco y Texcoco; y 3) La zona centro que aloja la mayor cantidad de polos de atracción de viajes y zonas de transferencia interna del Metro, integrada por las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez y Coyoacán. [...] Se han detectado 314 cruceos conflictivos en el Distrito Federal, 23 en la Delegación Gustavo A. Madero, 26 en Venustiano Carranza, 10 en Azcapotzalco, 84 en Cuauhtémoc, 22 en Benito Juárez, 33 en Miguel Hidalgo, 10 en Iztacalco, 5 en Tláhuac, 22 en Coyoacán, 1 en Magdalena Contreras, 2 en Cuajimalpa, 7 en Xochimilco, 9 en Tlalpan, 38 en Iztapalapa y 22 en Álvaro Obregón. Algunas de las causas de esta saturación son: el desequilibrio en la oferta de servicios, comercio y empleo de la zona metropolitana, las facilidades que cada una ofrece en términos de accesibilidad y la oferta de vialidades, de transporte público y de equipamiento en materia de transporte. (Gobierno, 2002: 25).

De manera que, ante problemas de lentos desplazamientos, contaminación y efectos en las actividades sobre todo las económicas, y en el marco de un amplio programa para mejorar vialidades donde se incluyó el cuidado a peatones y el impulso al uso de bicicletas, el gobierno de la Ciudad de México señaló:

Una de las acciones más importantes en este sentido será la construcción del segundo piso en Periférico y Viaducto, cuyo objetivo principal es lograr una mejor fluidez en la vialidad y una reducción en los índices de contaminación. El proyecto se divide en cuatro etapas, sumando una longitud total de 35 km. en conjunto para ambas vías; para el año 2002 se contempla desarrollar la primera etapa en una longitud de 13.8 km en el Viaducto Miguel Alemán y Río Becerra, entre el Anillo Periférico y la Av. Coyoacán. Además de mejorar las condiciones operacionales y ambientales del Anillo Periférico y del Viaducto, con esta obra se pretende potenciar la vocación de éstas vías como vías rápidas de acceso controlado, de comunicación zonal y regional en el sentido Norte-Sur y Oriente-Poniente, y su integración con la red vial primaria y secundaria. (Gobierno, 2002: 45).

De ese modo, junto a los denominados distribuidores viales y en medio de fuertes críticas, se dio curso a la construcción del segundo piso del Periférico, ya anunciado desde diciembre del 2001, con esas obras cambió la dinámica de gran parte de la ciudad, su estructura funcional y su imagen.

## El ruido por tráfico vehicular en la Ciudad de México

La ZMVM<sup>2</sup> ha crecido desde la Ciudad de México hasta conformar una metrópoli conurbada de más de 20 millones de habitantes (INEG, 2014), que no cuenta con un sistema eficiente de transporte público, lo cual ha generado la circulación cotidiana de cerca de cinco millones de vehículos (INEG, 2012).

En los últimos 15 años, el sistema vial de la Ciudad de México conformado con vialidades primarias, secundarias, de acceso controlado y ejes viales, ha resultado insuficiente para atender el problema del transporte público pues en lugar de resolver la carencia se ha sustituido éste con vehículos particulares y vehículos de alquiler (taxis), lo que ha redundado en la saturación del mismo.

La circulación de vehículos se ha dado con un efecto concentrador, pues desde la periferia los vehículos se movilizan hacia el centro y viceversa o tienden a cruzar la metrópoli de lado a lado (FIMEVIC, S/F). La política, en este caso, ha sido la de crecer el número y la dimensión de las vialidades, desembocando, en la última década, en la decisión de construir el segundo piso del anillo periférico, que a su vez, ha generado el crecimiento del parque vehicular, con sus consecuencias en las condiciones de vida metropolitana.

El uso de vehículos de combustión interna en la ciudad ha traído como consecuencia el impacto en la calidad del aire de la misma, conocido como contaminación del aire, a lo que las autoridades de la Ciudad de México han debido enfrentar, desde los años ochenta, con programas de control de la circulación y verificación de emisiones de los vehículos. Sin embargo, el tipo de contaminación que generan los vehículos no solamente se circunscribe a las emisiones hacia la atmósfera, sino también provocan la contaminación acústica, a través del ruido ambiental y la contaminación visual, con el efecto que las vialidades tienen en la imagen urbana de la ciudad y los elementos invasivos que se adhieren a ellas, como los anuncios espectaculares.

El ruido ambiental urbano es uno de los componentes del medio ambiente, con impacto social y de salud que más afectan a las grandes ciudades y que está hoy presente en la agenda de la planeación y de las acciones gubernamentales de muchas ciudades del mundo. Como ejemplo, la Unión Europea ha involucrado a los gobiernos de las poblaciones con 10,000 habitantes y ciudades mayores a 100,000 habitantes hasta las grandes metrópolis de todos los países miembros, a desarrollar medidas comunitarias para la protección del medio ambiente y la salud de la población existente, contra las emisiones de las fuentes mayores de ruido, particularmente los automóviles, los ferrocarriles, las aeronaves, la industria y la construcción en un programa a corto, mediano y largo plazo (Directiva 2002/49/CE).

<sup>2</sup> Zona Metropolitana del Valle de México

De todas estas fuentes de ruido, la que mayor impacto tiene hoy en día en las ciudades es la proveniente del tráfico vehicular, donde la OMS<sup>3</sup> ha emitido un documento (WHO, 2011) que alude al impacto del ruido por tráfico vehicular en la carga de morbilidad<sup>4</sup> de la población en Europa occidental, lo que ubica claramente la dimensión del problema que es extrapolable a cualquier ciudad y con mayor razón a una metrópoli como la ZMVM.

Los estudios relacionados con el ruido ambiental en la Ciudad de México son muy contados, el de mayor importancia es el que se desarrolló con motivo de la elaboración del Primer Mapa de Ruido para la ZMVM (PMRZMVM) (Figura 4), realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco en una vinculación con la SMAGDF.<sup>5</sup> Documento que expresa el impacto del ruido por tráfico vehicular proveniente del sistema de vialidades principales, las vías de acceso controlado y los ejes viales, en términos de niveles sonoros, donde los colores más oscuros muestran los más elevados.

A primera vista, el mapa de ruido muestra una metrópoli sumergida en el ruido por tráfico vehicular, situación que es ejemplo de la importante afectación que se infringe a esta gran urbe.

El fenómeno del ruido por tráfico vehicular en las ciudades (Rodríguez-Manzo y Garay, 2012) se da en distintos planos, el primero tiene que ver con la cantidad, el tipo y calidad del parque vehicular; el segundo con la extensión, el tipo y calidad de las superficies de rodamiento; el tercero con el entorno urbano de las vialidades dado por el tipo y altura de las edificaciones y las superficies de fachada; el cuarto con los límites de velocidad y velocidad real de los vehículos y finalmente, el quinto con las distintas fuentes emisoras de ruido en los vehículos, como son el motor, los neumáticos, el claxon o bocina y el tubo de escape.

En la Ciudad de México las vialidades de acceso controlado, como el Anillo Periférico, tienen una mayor posibilidad de emisión sonora ya que permiten una mayor velocidad de los vehículos que en otras vialidades primarias, lo que la convierte en una de las fuentes de ruido ambiental de mayor presencia en la ciudad.

Recientemente, con la construcción de los segundos pisos del Anillo Periférico, la pregunta acerca de ¿cuál es el impacto que esta obra tiene en el ruido ambiental de la ciudad de México?, hace necesario un estudio que de luz al respecto, lo cual es el principal objetivo de este trabajo.

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud

<sup>4</sup> La carga de morbilidad es un concepto de salud pública que tiene que ver con la esperanza de vida sana de la población, es decir, los años de vida que pueden vivir con buena salud y en todo caso el término se refiere a los años de vida perdidos por enfermedad, discapacidad y muerte prematura por efecto de algún agente contaminante.

<sup>5</sup> Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal

PRIMER MAPA DE RUIDO PARA LA ZONA METROPOLITANA  
DEL VALLE DE MÉXICO

VERSION - RUIDO DE TRAFICO VEHICULAR  
2010

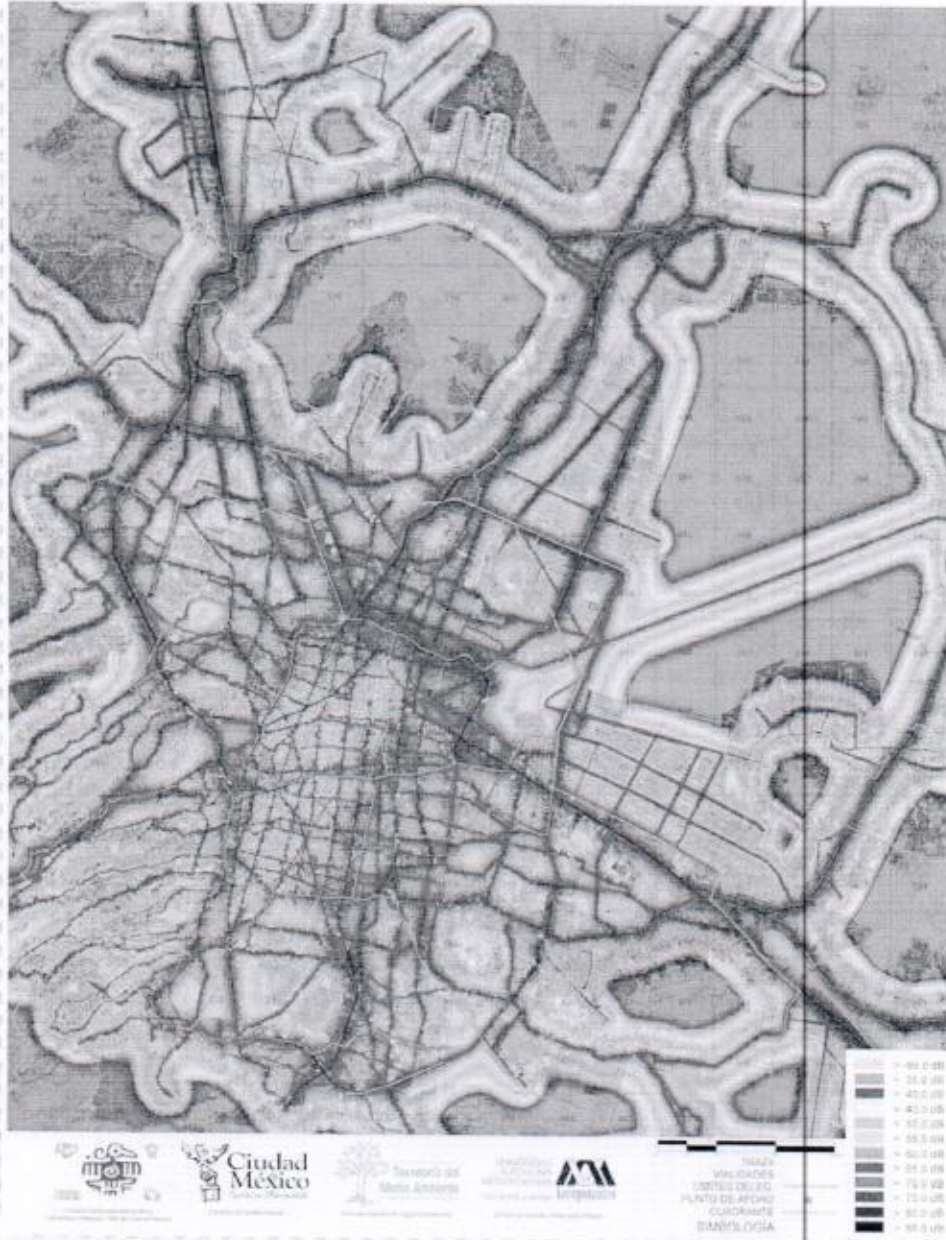


Figura 4. Primer Mapa de Ruido para la ZMVM. (SMA-UAM-A-LADac, 2011)

## El segundo piso del Periférico y el ruido ambiental de la Ciudad de México

A partir de lo que refleja el Primer Mapa de Ruido para la ZMVM (PMRZMVM) esta vía de acceso controlado tenía, con anterioridad a la construcción del segundo piso, un impacto importante en términos de niveles sonoros, como se aprecia en el mapa de ruido general (Figura 4). Sobre esta vialidad, para el segundo piso, se planteó una vialidad a manera de cubierta total o parcial con algunas excepciones, en donde, en algunos casos, se deprimió la vialidad actual (primer piso) y en otras se continuó el segundo piso en un nivel superficial.

Desde el punto de vista del ruido existen distintos efectos que estas configuraciones tienen, por ello, para obtener una aproximación del ruido que genera esta "nueva" vialidad, se han distinguido para su análisis, tramos y secciones específicas de acuerdo a sus distintas características.

La metodología parte de la misma que se utilizó para el PMRZMVM, ya que, se basa en él y a partir de ello, se realizan análisis de mapeo en secciones, es decir, se visualiza el efecto de dispersión sonora vertical en puntos determinados, posibilidad que el programa computacional brinda. Por ello, el análisis aquí presentado compara estados previos y actuales de la vialidad, que evidencian el impacto que la construcción del segundo piso ha tenido en el ruido ambiental existente a lo largo de la misma.

Para calcular el incremento de los niveles de ruido en el ambiente sonoro emitidos por los vehículos, se realizaron los modelos tridimensionales de siete secciones específicas correspondientes a tres tramos del Anillo Periférico, antes y después de la construcción del segundo piso. Los tres tramos representan los diferentes tipos de construcción, clasificando éstos en: superficial, deprimido y elevado.

En la siguiente tabla (Tabla 1), se mencionan los tramos seleccionados del segundo piso con secciones específicas y el tipo de construcción que representan. Así mismo, se presenta una tabla (Tabla 2) donde se describen los efectos en la percepción del ruido ambiental a partir de una escala de niveles sonoros y su grado de confort.

Para realizar la evaluación del impacto por ruido en el ambiente sonoro, se modelaron las secciones mencionadas en un programa de simulación de ruido urbano por computadora llamado CadnaA®, a cada una de ellas se le asignaron las características propias de anchos de vialidades, camellones, banquetas y alturas de los edificios. Por cada sección se realizaron dos modelos: el primero, con las condiciones anteriores que tenía el Anillo Periférico y el segundo, después de las modificaciones para la integración del segundo piso.



Tabla 1. Tramos y secciones específicas para análisis del Anillo Periférico

| Tipo de construcción | Tramo                                  | Secciones específicas          |
|----------------------|--|--------------------------------|
| Superficial          | Plaza Satélite -<br>Torres de Satélite | 1. Plaza Satélite              |
|                      |  | 2. Torres de Satélite          |
| Deprimido            | Reforma -<br>Fernando Alencastre       | 3. Reforma                     |
|                      |  | 4. Campo Marte (sección norte) |
|                      |  | 5. Campo Marte (sección sur)   |
| Elevado              | Mixcoac -<br>Barranca del Muerto       | 6. Mixcoac                     |

Tabla 2. Efectos en la percepción del ruido ambiental a partir de una escala de niveles sonoros y su grado de confort

|             | Lden      | Lnight    | Descripción  |
|-------------|-----------|-----------|--|
| Aceptable   | 50-54 dBA | 40-44 dBA | El ruido es en apariencia notorio pero, generalmente no será considerado intrusivo en áreas urbanas. En áreas rurales puede considerarse intrusivo por las mayores expectativas de tranquilidad. |
| Tolerable   | 55-59 dBA | 45-49 dBA | Generalmente el ruido llega a ser intrusivo aún en ambientes urbanos.  |
|             | 60-64 dBA | 50-54 dBA | Con frecuencia el ruido será considerado como alto, pero excepcionalmente no se considera así en áreas urbanas.  |
| Molesto     | 65-69 dBA | 55-59 dBA | En general, los niveles de ruido parecen ser altos aún en áreas urbanas.   |
| Inaceptable | 70-74 dBA | 60-64 dBA | Usualmente, el ruido será considerado como peligroso para la salud.  |
|             | >75 dBA   | >65 dBA   | A medida que el ruido se incrementa los efectos llegan a ser más significativos en términos de perturbación seria. Existe un daño a la salud.  |

### Tramo Plaza Satélite - Torres de Satélite

En el tramo superficial de Plaza Satélite a Torres de Satélite (Figura 5), el aumento de carriles del segundo piso se llevó a cabo entre los dos sentidos de alta velocidad, este aumento redujo el ancho de los carriles ya existentes y en ocasiones, eliminó o disminuyó camellones con vegetación entre los carriles centrales y los laterales. Las secciones específicas uno y dos corresponden a Plaza Satélite y Torres de Satélite respectivamente y se muestran en la Figura 6.



Figura 5. Secciones específicas del tramo Plaza Satélite - Torres de Satélite (www.google.com.mx/maps, 2015)

#### 1. Plaza Satélite

En los mapas de ruido que se muestran en la Figura 6, se observa el incremento de los niveles de ruido en el ambiente y en las fachadas, siendo este incremento de un dBA, y es notorio al nivel de la banqueta.

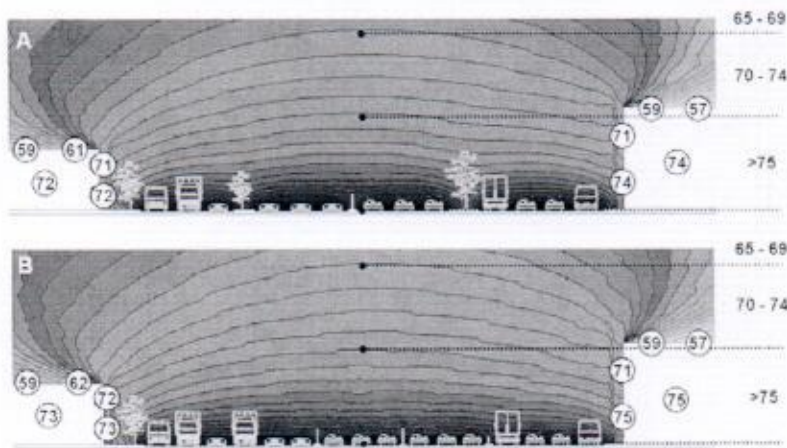
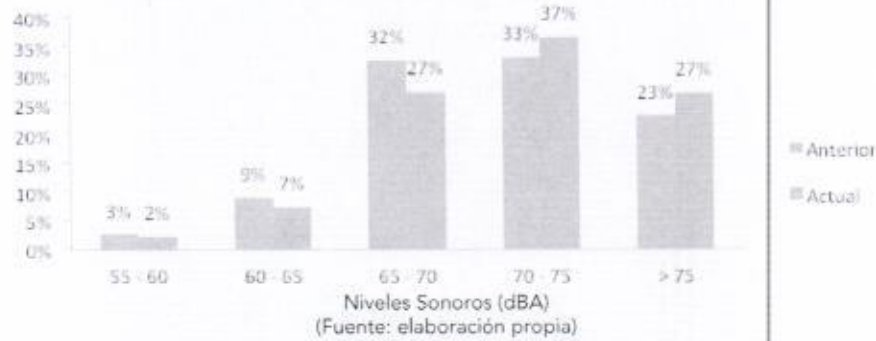


Figura 6. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico / Sección Plaza Satélite (Fuente: elaboración propia)

En la gráfica uno, se hace una comparación de las áreas de ruido en los diferentes niveles sonoros de esta sección y se observa que el incremento de ruido fue en el rango de 70 a 75 dBA y en el rango > 75 dBA, en ambos casos el incremento fue de 4%.

Gráfica 1 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Plaza Satélite



## 2. Torres de Satélite

En los mapas de ruido que se muestran en la Figura 7, se observa como en el caso anterior, que el incremento de los niveles de ruido en el ambiente y en las fachadas, es mucho mayor debido a los carriles adicionales laterales que tiene la vialidad. En general hubo un aumento de tres a cuatro dBA.

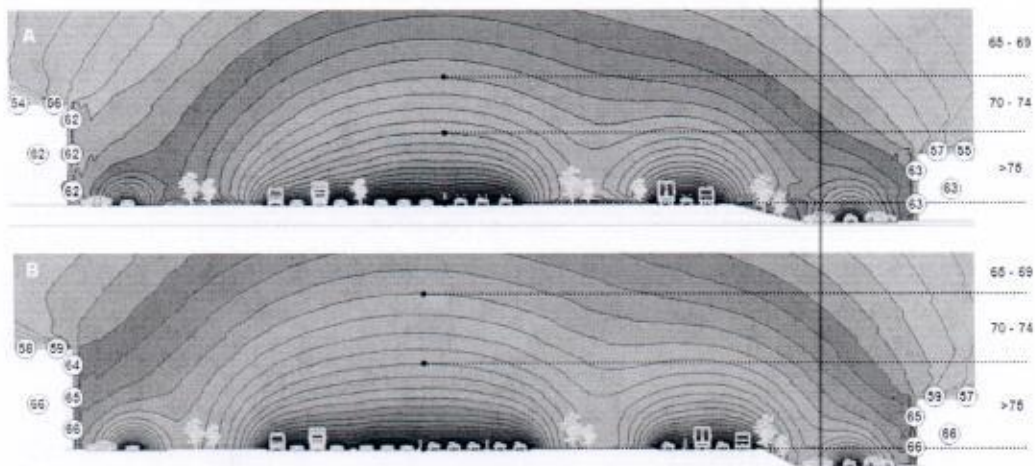


Figura 7. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico / Sección Torres de Satélite (Fuente: elaboración propia)

En la gráfica dos, también se hace una comparación de las áreas de ruido y se observa que el incremento mayor de ruido fue en el rango de 70 a 75 dBA y en el rango > 75 dBA, en el primer caso fue de 9% y en el segundo de 7%.

Gráfica 2 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Torres de Satélite



### Tramo Reforma - Fernando Alencastre

En el segundo tramo analizado, se modelaron tres secciones: Reforma, Campo Marte (Norte) y Campo Marte (Sur). El aumento de carriles de segundo piso en este tramo fue, en general, mediante un deprimido que pasa por encima de los carriles del Anillo Periférico, estando éstos en un nivel inferior al deprimido del segundo piso y en cada caso con diferentes condiciones de aberturas laterales u horizontales. En este tramo, no se disminuyó el ancho de los carriles aunque si se modificaron en algunas secciones los anchos de los camellones centrales y laterales. La Figura 8 muestra las secciones seleccionadas.



Figura 8. Secciones específicas del tramo Reforma - Fernando Alencastre (www.google.com.mx/maps, 2015)

### 3. Reforma

En los siguientes mapas de ruido (Figura 9), se muestra que las áreas de ruido muy intensas, señaladas en color azul y negro, disminuyen su propagación hacia los edificios y como resultado de ello afectan en menor medida las fachadas, disminuyendo los niveles sonoros sobre las mismas. Del lado izquierdo en donde existen actualmente dos carriles laterales, los niveles sonoros no aumentaron y en el derecho, en donde solamente quedó un carril lateral, se tuvo una disminución de dos dBA.

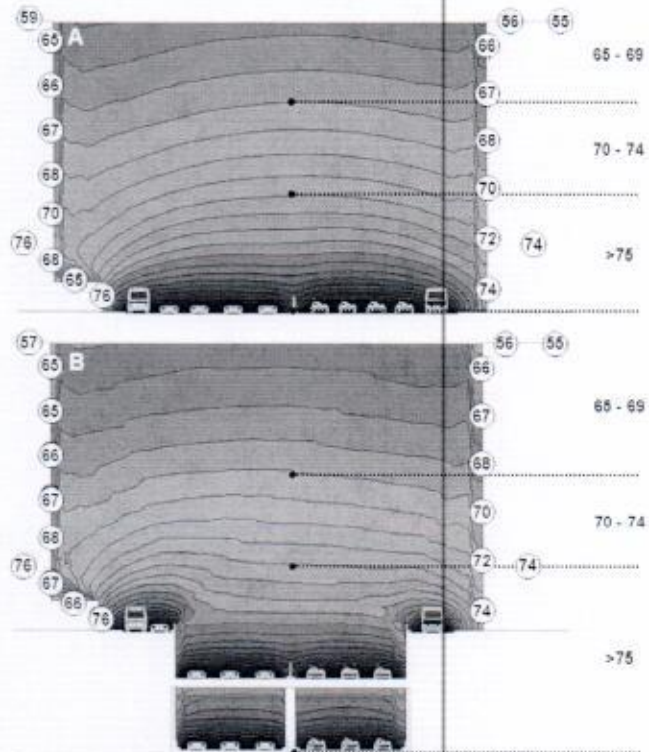
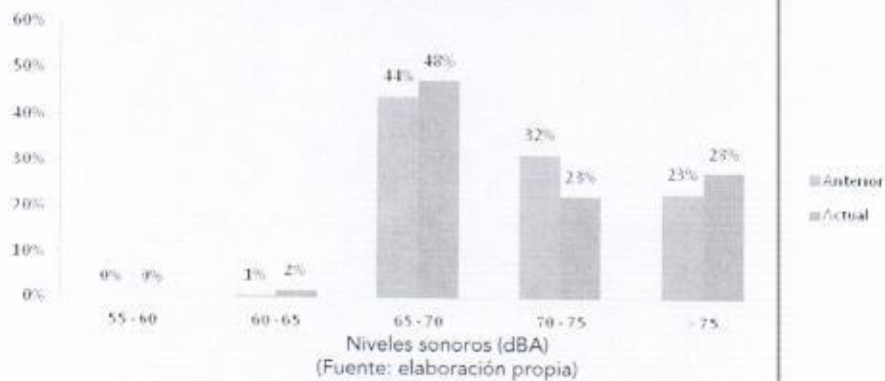


Figura 9. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico / Sección Reforma  
(Fuente: elaboración propia)

En este caso, la gráfica tres muestra un incremento de 4% en el rango de 65 a 70 dBA y de 5% en el rango >75 dBA y un decremento en el rango de 70 a 75 dBA de 9%. A diferencia de las secciones anteriores, en las de Plaza Satélite y Torres de Satélite, se tuvo un decremento en un rango en el que se considera que el ruido es inaceptable.

Gráfica 3 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Reforma



#### 4. Campo Marte (norte)

En el caso de la sección Campo Marte (norte), los carriles de segundo piso se quedaron sobre la superficie y los carriles del Anillo Periférico se deprimieron, dejando aberturas en los laterales del camino (Fig. 10). Los niveles de ruido en fachadas inmediatas a los carriles laterales no cambiaron.

62

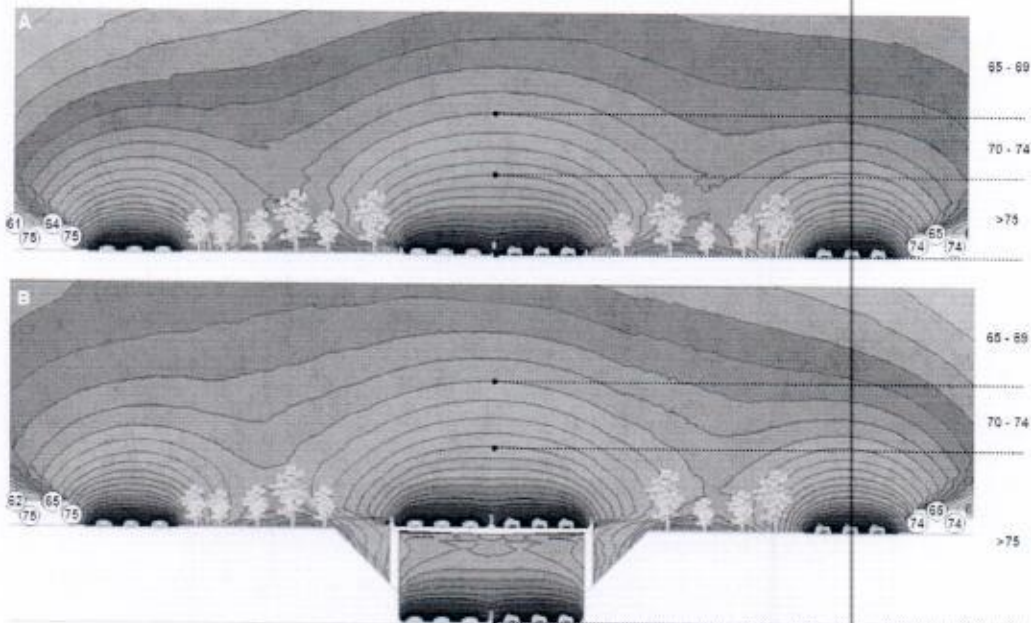
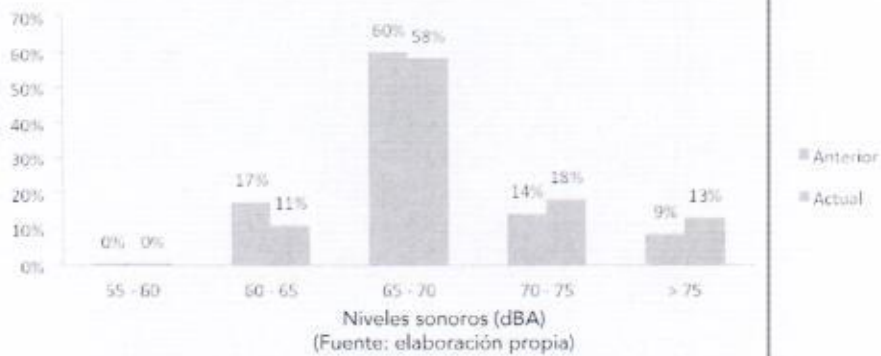


Figura 10. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico / Sección Campo Marte (norte). (Fuente: elaboración propia)

En este caso la gráfica cuatro expresa un incremento en los dos rangos más altos de 4% y se debe al aumento del área calculada pues se considera el deprimido de los carriles del Anillo Periférico.

Gráfica 4 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Campo Marte - norte



### 5. Campo Marte (sur)

En los mapas de la sección Campo Marte (sur), el deprimido cambia, dejando los carriles del segundo piso elevados sobre el nivel superficial y los carriles del Anillo Periférico en el deprimido.

Los carriles laterales se aumentaron de dos a tres y se eliminó el camellón el cual dividía los carriles centrales de laterales. Los mapas de ruido (Fig. 11), muestran que los niveles sonoros sobre las fachadas aumentaron un dBA y que la dispersión del ruido es irregular.

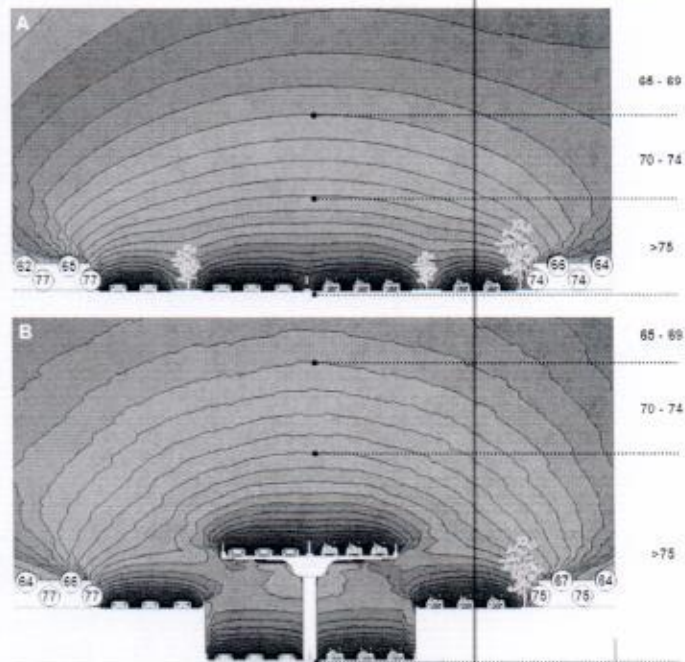
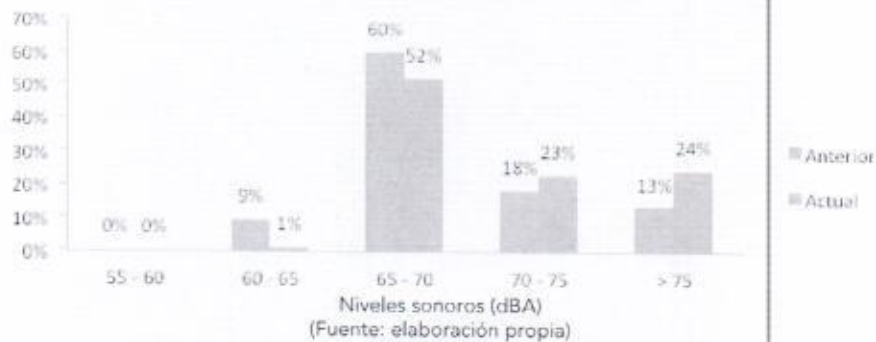


Figura 11. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico Sección Campo Marte (sur) (Fuente: elaboración propia)

La gráfica cinco expresa un incremento en los dos rangos más altos, en el de 70 a 75 dBA aumentó en 5% y en el rango >75 dBA se tuvo un aumento de 11%. En este caso, el incremento de área de ruido de más de 75 dBA se debe al aumento de área de cálculo por el deprimido, pero también, al segundo piso que se encuentra elevado sobre el nivel superficial de la calle.

Gráfica 5 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Campo Marte - sur



### Tramo San Antonio - Barranca del Muerto

En el tercer tramo analizado, se modelaron dos secciones en las cuales el segundo piso se encuentra elevado sobre los carriles del Anillo Periférico. En este tramo, los carriles superficiales a nivel de calle no cambiaron y se incrementaron los carriles elevados modificando los camellones centrales y laterales en donde se encuentra la estructura. En la Figura 12 se muestra la localización de las secciones analizadas.



Figura 12. Secciones específicas del tramo Mixcoac - Barranca del Muerto (www.google.com.mx/maps, 2015)



### 6. Mixcoac

En la sección Mixcoac, se modeló el segundo piso elevado de seis carriles más tres adicionales que representan los entronques para subir al segundo piso. Estos mapas (Fig. 13) muestran que los niveles de ruido en fachadas aumentaron tres dBA y en estos casos también existe un impacto sobre las azoteas en donde se incrementan los niveles sonoros de tres hasta seis dBA.

La gráfica seis muestra un incremento en los rangos de 70 a 75 dBA de 21% y en el rango >75 dBA de 18%, estos resultados superan por mucho, a todos los casos anteriores por el aumento del área de ruido de los niveles sonoros que se dispersan en el ambiente sonoro debido al segundo piso elevado.

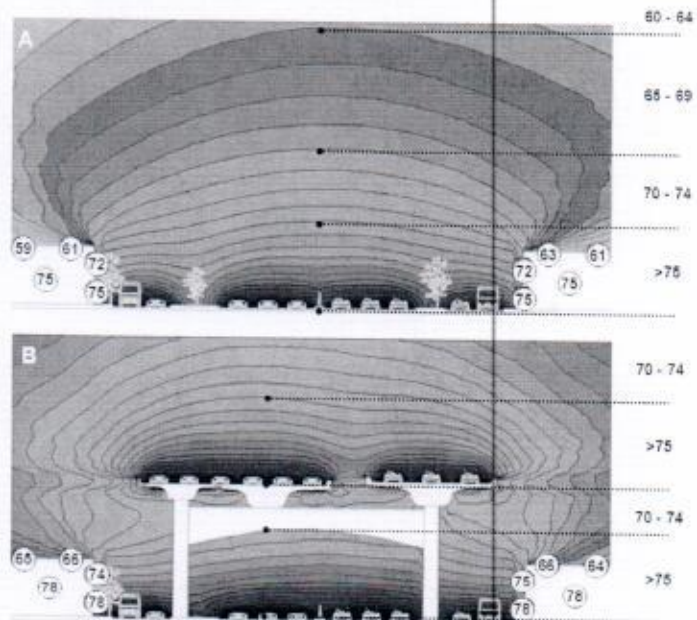
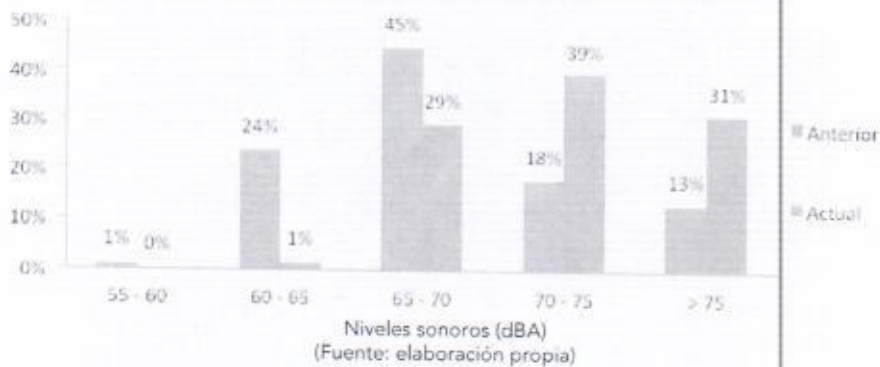
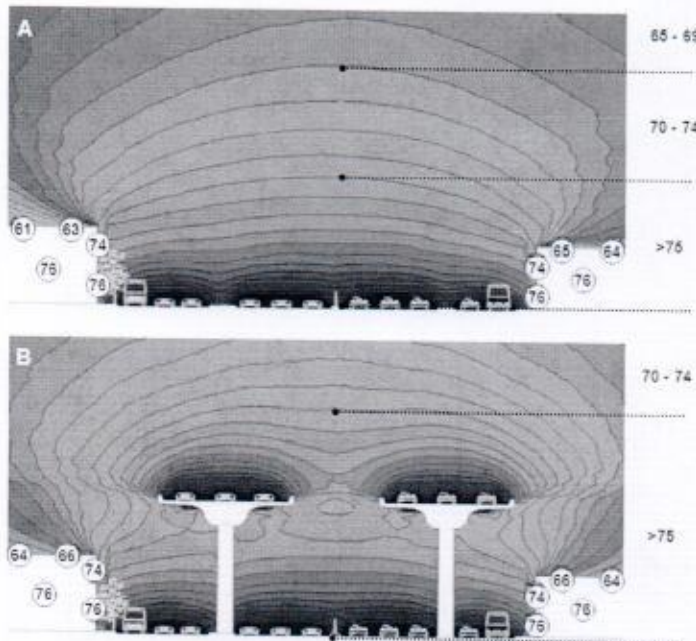


Figura 13. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico / Sección Mixcoac (Fuente: elaboración propia)

Gráfica 6 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección Mixcoac)



7. Barranca del Muerto



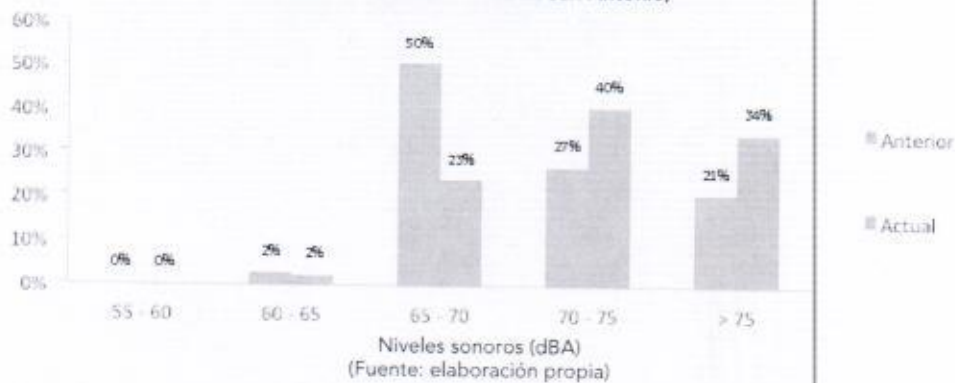
En esta última sección se modeló el segundo piso en tramo elevado. Los mapas de ruido de la Figura 14 muestran que hubo un incremento en la distribución de los niveles de ruido intermedios, que estos aumentan en fachadas y azoteas, al igual que en la sección Mixcoac.

66

Figura 14. Situación anterior (A) y actual (B) del Anillo Periférico Sección Barranca del Muerto. (Fuente: elaboración propia)

La gráfica siete muestra un incremento en los dos rangos más altos, el de 70 a 75 dBA y en el rango >75 dBA aumentaron 13%.

Gráfica 7 - Comparación porcentaje de áreas de ruido Anillo Periférico / Sección San Antonio)



## Conclusiones

Se recuerda que este estudio está basado en un modelo de simulación de acústica urbana por computadora, a partir del análisis de secciones transversales en diversos tramos y secciones específicas del Anillo Periférico. El análisis de los resultados se fundamenta en comparar áreas de influencia de los niveles sonoros por rangos de cinco dB de acuerdo a lo descrito por los mismos mapas.

En todas las secciones analizadas se encontró, que los niveles en los que se tiene un incremento significativo en el porcentaje de ruido, parten de los 70 dBA. En los rangos más bajos este porcentaje disminuye, comparándolos se obtuvo la diferencia entre el porcentaje del área de ruido de la situación anterior y el de la situación actual, en los casos de los rangos de 70 a 75 dBA y >75 dBA.

En la gráfica ocho se muestra que las secciones en las que se tuvo un mayor aumento en el porcentaje de las áreas de ruido, en ambos rangos, fue en la de Mixcoac y San Antonio, llegando a ser esta diferencia hasta de 21% en el rango de 70 a 75 dBA en Mixcoac. Por otro lado, también se tuvo un incremento en la sección de Campo Marte (sur) a pesar de que la parte deprimida del Anillo Periférico fue la que se analizó, esto se debe a que en esta sección el segundo piso del periférico sobresale del nivel superficial de la calle, por lo que se tiene un incremento de 11% en el rango mayor a 75 dBA.

Gráfica 8. Diferencia de porcentajes de áreas de ruido en la situación anterior y actual del Anillo Periférico.



En las secciones de Plaza Satélite, Palmas y Campo Marte (norte), el porcentaje no rebasa 5% en ambos rangos, en la sección de Palmas el rango de 70 a 75 dBA no se modificó, debido al deprimido completamente cerrado que presentan los carriles del Anillo Periférico y al deprimido del segundo piso. Por último, en el caso de las Torres de Satélite se mostró un aumento de 9% y 7% en ambos rangos,

debido al incremento de carriles al centro en el nivel superficial y al recorte de los camellones centrales y laterales que dan más espacio a la vialidad.

De esta forma, se puede establecer que la edificación del segundo piso del Anillo Periférico ha tenido un efecto mayor en la generación de ruido ambiental, que antes de su construcción. Los casos en los que disminuyó se relacionan con los tramos que se deprimieron, situación que indica la ventaja de "enterrar" el ruido mediante túneles o cauces deprimidos. Una de las causas por las cuales los niveles sonoros se han elevado, sobre todo en los tramos cubiertos en forma de "sombrija", debido a las reflexiones sonoras que se dan en techo, hacen que las mismas se dirijan hacia los edificios aledaños que producen también reflexiones y de esa forma se crea una reverberación que promueve la elevación de los niveles sonoros.

Desde la planificación urbana estos aspectos pueden prevenirse con los estudios acústicos adecuados y la utilización de la herramienta de los mapas de ruido, los cuales resultan de gran ayuda para determinar, mediante predicciones, los efectos de las propuestas que se hagan para mejorar, ampliar o integrar una vialidad al espacio de la ciudad.

Resulta entonces necesario el reconocimiento del ruido ambiental como una variable por considerar dentro de la planificación urbana tanto para la planeación, mejora o ampliación de vialidades, como para cualquier aspecto, área o proyecto de la ciudad, en razón a los efectos que puede generar en la vida y salud de quienes habitan esta gran urbe.

### Bibliografía

- Cervantes Sánchez, E. (1990). "La Zona Metropolitana de la Ciudad de México" en *Cuadernos del urbanismo de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura*. Núm. 1, primer semestre de 1990. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Contreras, C. (1933). *El plano regulador del Distrito Federal*. México: Talleres Gráficos de la Nación.
- Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos. (1998). *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México*. México: Gobierno del Distrito Federal/Gobierno del Estado de México.
- Directiva 2002/49/EC. (2002). *The environmental noise directive 2002/49/EC*. Disponible en línea en: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>
- FIMEVIC, Fideicomiso para el Mejoramiento de las Vías de Comunicación del Distrito Federal <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>
- Gobierno del Distrito Federal. (2002). "Acuerdo por el que se ordena la publicación del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006" en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México: Documento en línea: [http://cgsservicios.df.gob.mx/sicdf/formatos/Gaceta\\_146\\_2002.pdf](http://cgsservicios.df.gob.mx/sicdf/formatos/Gaceta_146_2002.pdf). Consultado en 2014.
- INEG. (2014). *Cuaderno estadístico y geográfico de la zona metropolitana del Valle de México 2014*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- INEGI. (2012), Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación. Disponible en línea en:  
[http://www.inegi.org.mx/est/lista\\_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8](http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8)
- Rodríguez-Manzo, F.E. y Garay, E. (2012). "El ruido por tráfico vehicular. Un análisis preliminar del problema en la ciudad de México" en *Anuario de Espacios Urbanos. Historia, Cultura, Diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco
- Sánchez Ruiz, G. G. (1999). *La Ciudad de México en el periodo de las regencias. Dinámica social, política estatal y producción urbano-arquitectónica*. México: Universidad Autónoma Metropolitana/A/Gobierno de la Ciudad de México
- SMA-UAM-A-LADAc. (2011), *Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México*. Disponible en línea en:  
<http://www.azc.uam.mx/privado/difusion/adjuntos/MAPA%20DE%20RUIDO%20ANEXO1.pdf>
- WHO. (2011). *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional office for Europe.

## UN ANÁLISIS URBANO-ACÚSTICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. EL CASO DE LOS DISTRITOS CENTRALES

PACS: 43.50.Sr

Fausto Rodríguez Manzo\*; Silvia García Martínez; Elisa Garay Vargas; Laura Lancón Rivera; Dulce Ponce Patrón

Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas Realización, Av. San Pablo Xalpa 180 Edif. S 1º piso, Col. Reynosa-Tamaulipas, Azcapotzalco, México. Teléfono (52) 55 53189000 ext. 2236 rfme@correo.azc.uam.mx

**PALABRAS CLAVE:** Zonificación acústica, ruido ambiental, acústica urbana

### ABSTRACT

Mexico City's noise map shows that traffic noise affects the sound environment of the central districts, a region characterized by the greater population and type of activities. Mexico City has been described as the most congested in the world, synonymous of noise pollution. In this study an acoustic urban analysis of the central districts is carried out, characterizing acoustic zones, conflictive spaces, sensitive spaces and areas of tranquility. This analysis is based on a spatial, demographic and land use study, with the use of acoustic cartography.

### RESUMEN

El mapa de ruido de la CDMX, muestra que el ruido del tráfico vehicular afecta el ambiente sonoro de los distritos centrales, región que se caracteriza por la mayor población y tipo de actividades. Se ha descrito a la CDMX como la más congestionada del mundo, sinónimo de contaminación acústica. En este estudio se realiza un análisis urbano acústico de los distritos centrales, caracterizando zonas acústicas, espacios conflictivos, espacios sensibles y áreas de tranquilidad. Este análisis se basa en un estudio espacial, demográfico y de uso del suelo, con el empleo de cartografía acústica.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las principales fuentes de ruido ambiental en las grandes ciudades como la Ciudad de México (CDMX) son el tráfico vehicular, la aviación, los ferrocarriles, la industria, la construcción y el comercio. De acuerdo a la OMS [1] el tráfico vehicular es la principal causa de los problemas de salud por contaminación en las grandes ciudades: la contaminación del aire y la contaminación acústica. Ambos afectan severamente el área metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) con más de 20 millones de habitantes y más de 5 millones de vehículos en circulación.

La planificación urbana de la ciudad se basa principalmente en la organización de usos de suelo. Las vialidades y el transporte adolecen de una planeación urbana estricta y hasta ahora no hay relación en el uso de suelo y la planeación de vialidades y transporte. Esta situación ha influido en los niveles generales de ruido ambiental que afectan sobre todo los usos sensibles del suelo y el equipamiento urbano como son las viviendas, los hospitales y las escuelas. La planificación urbana no incluye el enfoque acústico, debido a la ausencia de regulaciones relacionadas a mitigar y controlar la contaminación acústica existente, así como la falta de información sobre los efectos de la contaminación acústica en la salud de la población.

En 2011 se desarrolló un mapa de ruido [2] que muestra la importante influencia de las vialidades principales en el entorno sonoro de la ciudad. Este mapa representa un importante antecedente pero requiere de estudios para caracterizar el espacio urbano acústico en áreas específicas de la ciudad. Esta investigación presenta una clasificación acústica y análisis de los distritos con mayor actividad y población de la CDMX: Miguel Hidalgo (MH), Cuauhtémoc (CH), Venustiano Carranza (VC) y Benito Juárez (BJ).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Antecedentes

Existen importantes estudios en Europa [3] que han propuesto una clasificación acústica de áreas urbanas, particularmente en España [4][5], Alemania [6] e Italia [7], mismas que se han utilizado como antecedentes para esta investigación.

### 2.2 El caso de la CDMX

La Ciudad de México (CDMX) está dividida en 16 distritos (Fig. 1a), el estudio se realiza en cuatro distritos centrales, debido a la escala e importancia de sus condiciones físicas, densidad poblacional, uso de suelo y vialidades principales con gran aforo vehicular, entre otras. Se considera importante realizar un análisis urbano - acústico que permita caracterizar el espacio urbano y así desarrollar una zonificación acústica de las áreas más representativas de los distritos seleccionados: MH, CH, VC y BJ (Fig. 1a y 1b).

Se determinan las características generales de las áreas representativas de los distritos centrales, basándose en los planes de desarrollo urbano [8]. Se realiza un análisis cartográfico urbano y acústico, con la finalidad de realizar una zonificación acústica, que responda a las particularidades propias de la CDMX.



Figura 1. a) División política de la Ciudad de México (CDMX) y los distritos centrales. Fuente: Elaboración propia.  
b.) Distritos centrales MH-Miguel Hidalgo, CH-Cuauhtémoc, VC-Venustiano Carranza, BJ-Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3 Los distritos centrales de la Ciudad de México

La mayoría de las vialidades principales de la ciudad cruzan por estos distritos con un gran aforo vehicular, lo cual se traduce en contaminación acústica, que entre otras situaciones afectan al equipamiento sensible, como vivienda, escuelas y hospitales.

Algunos aspectos relevantes y contrastantes a considerar de estos distritos son: en VC, se albergan las 2 terminales del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, en MH se encuentra el bosque de Chapultepec con una superficie aproximada de 678ha, corredores urbanos, zonas de oficinas y vivienda de nivel socioeconómico alto. En CH se encuentran zonas de uso mixto, comercial y habitacional, así como el centro histórico y cultural de la ciudad. También se encuentran los edificios gubernamentales que dan servicio a toda la ciudad. En BJ predomina un uso de suelo mixto, un gran índice de uso habitacional y un alto nivel socio-económico.

## 2.4 ANÁLISIS URBANO

### Uso de suelo

La clasificación por uso de suelo juega un papel importante en la definición de la estructura y la dinámica urbana. Actualmente existe una mezcla de usos de suelo con la intención inicial de reducir los desplazamientos. Según información de los programas urbanos [8], alrededor del 50% se destina al uso habitacional, 12% al equipamiento, 24% al mixto, 4% industrial, 9% a espacios abiertos y áreas verdes y 1% otros usos.

De los distritos seleccionados (Fig. 2) y de acuerdo a su superficie, en MH se destina el 49% al uso habitacional y 21% a áreas verdes y abiertos; en CH se destina el 48% a usos mixtos y 34% al habitacional; en VC se destina el 37% al habitacional y 30% a equipamiento y en BJ el 39% al uso habitacional y 42% al mixto (Tabla 1).

| Distrito            | Superficie total Ha | Uso Habitacional % | Uso Mixto % | Áreas verdes y abiertos % | Equipamiento % | Industria % |
|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Miguel Hidalgo      | 4,699.64            | 49.85              | 7.58        | 21.28                     | 13.31          | 7.98        |
| Cuauhtémoc          | 3,244               | 34                 | 48          | 3                         | 11             | 4           |
| Venustiano Carranza | 3,342               | 37                 | 25          | 6                         | 30             | 2           |
| Benito Juárez       | 2,663               | 39                 | 42          | 4                         | 13             | 2           |

Tabla 1. Uso de suelo por distrito [8]

Actualmente la Ley de Desarrollo Urbano de la CDMX [8] permite la flexibilidad de usos de suelo, mediante la modificación de los programas de desarrollo urbano y también autorizando cambios de uso de suelo, teniendo como consecuencia impactos negativos en la distribución de los recursos, planeación urbana y por ende en la contaminación atmosférica y acústica.





Fig. 2. Mapa de uso de suelo. Fuente: Elaboración propia con base en PDU [8][9][10][11][12]

### Densidad de población

El censo 2015 de la Ciudad de México registró una densidad poblacional de 5,967 personas por kilómetro cuadrado. Siendo el 99.5% de la población urbana y el restante 0.5% rural, con un total de 8,918,653 habitantes [13]. Los distritos centrales (Fig. 4), representan el 20% del total de la población de la CDMX, encabezando CH (532,553 hab.), seguido de VC (427,263 hab.), posteriormente BJ (417,416 hab.) y finalmente MH (364,439 hab.).

La figura 3 presenta la concentración de la población en los distritos centrales donde la mayor densidad poblacional se da en los distritos de CH y BJ. Por el contrario en MH, las zonas habitacionales, ubicadas al sur-poniente con nivel socioeconómico alto, se presenta el menor índice de densidad poblacional.



Fig. 3. Mapa de densidad poblacional. Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI [13]



Fig. 4. Mapa Socioeconómico. Fuente: elaboración propia a partir de DOT [14]

### Estado socioeconómico

La figura 4 muestra que en el distrito MH (sur-poniente) se encuentra concentrado el nivel socioeconómico alto, esta zona corresponde a una menor densidad poblacional, edificios corporativos que han incrementado su ubicación en este distrito, sobre todo en las zonas de Bosques de las Lomas y Av. Palmas, en donde predomina el uso de suelo de oficinas con un alto valor de renta. En BJ y CH, existen zonas de nivel socio-económico medio alto, principalmente zonas habitacionales, zonas de oficinas y zonas con valor histórico y cultural. Por el contrario, en VC predomina el nivel socioeconómico medio y medio bajo, y por lo tanto existen un mayor número de zonas de conflicto en los usos de suelo y vialidades, por mencionar algunas.

### Vialidades

El crecimiento de la Ciudad ha propiciado mayor flujo de personas y mercancías, por lo tanto los sistemas de redes viales han crecido en correspondencia a las necesidades de la ciudad. Para el año 2003 [8] se consideraba que existía un déficit de más de 410 km de vialidades primarias y de 120 km de vías de acceso controlado, lo cual contribuyó al aumento exponencial de vialidades que hoy ya están saturadas.

La Ciudad de México se ubica en el primer lugar en el ranking de mayor tráfico vehicular a nivel mundial, la velocidad promedio alcanzada es de 21 km/h. Es en las vialidades principales de los distritos centrales en donde se ubican los puntos con mayor retardo al circular, y una mayor congestión de tráfico vehicular [16].

En la figura 5 se muestran los principales corredores urbanos como: Av. Paseo de la Reforma, Insurgentes, Revolución, División del Norte, Tlalpan y Zaragoza, y las vialidades de acceso controlado como: Periférico, Circuito Interior, Viaducto, Río San Joaquín, Av. Constituyentes, entre otras.



Fig. 5. Mapa de vialidades. Fuente: Elaboración propia a partir [8][9][10][11][12].

### 3. ANÁLISIS ACÚSTICO – MAPA DE RUIDO

El mapa de ruido, constituido por aforos vehiculares de vialidades de acceso controlado, primarias, secundarias y algunas terciarias representativas (Fig. 7), muestra que en las vialidades de acceso controlado es en donde se generan los mayores niveles sonoros, excediendo los 80 dBA, en donde transitan grandes aforos vehiculares, tomado en horas de mayor conflicto en el día y tarde. Al considerar que el nivel de ruido aceptable de acuerdo a Berglund [17] es de 55 dBA, la mayoría de los distritos sobrepasan este límite, aun estando en zonas habitacionales y de oficinas.

La figura 6 muestra que en CH se presentan en general niveles "tolerables" de 55-65 dBA, vialidades principales como Av. Paseo de la Reforma e Insurgentes muestran niveles "molestos" que van de 65 a 75 dBA e "inaceptables" mayores a 75 dBA. En MH se muestran valores "inaceptables" en vialidades primarias y de acceso controlado como Av. Paseo de la Reforma, Palmas, Periférico, Calz. Legaria, Río San Joaquín y Marina Nacional. En BJ predominan los valores "aceptables" y niveles molestos, principalmente en vialidades como Viaducto Miguel Alemán, Av. División del Norte, Calz. de Tlalpan, Eje Central Lázaro Cárdenas, entre otras. Y por último en VC predominan niveles "molestos" y los "inaceptables" en vialidades como Calz. I. Zaragoza, Circuito Interior, Río Churubusco, Periférico, entre otras. Es importante destacar que estos niveles corresponden al tráfico vehicular, sin embargo tanto en BJ como en VC debe considerarse que se proyecta la influencia de las rutas de aterrizaje de los aviones en su trayectoria hacia el aeropuerto internacional ubicado en VC.

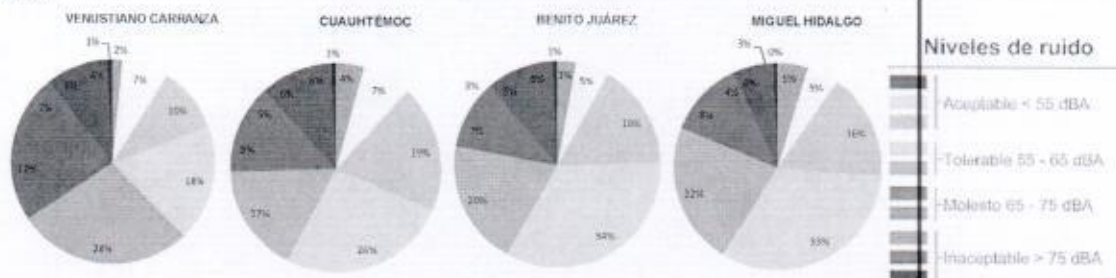


Fig. 6. Gráficas de porcentajes por áreas de ruido por distrito. Fuente: Elaboración propia.

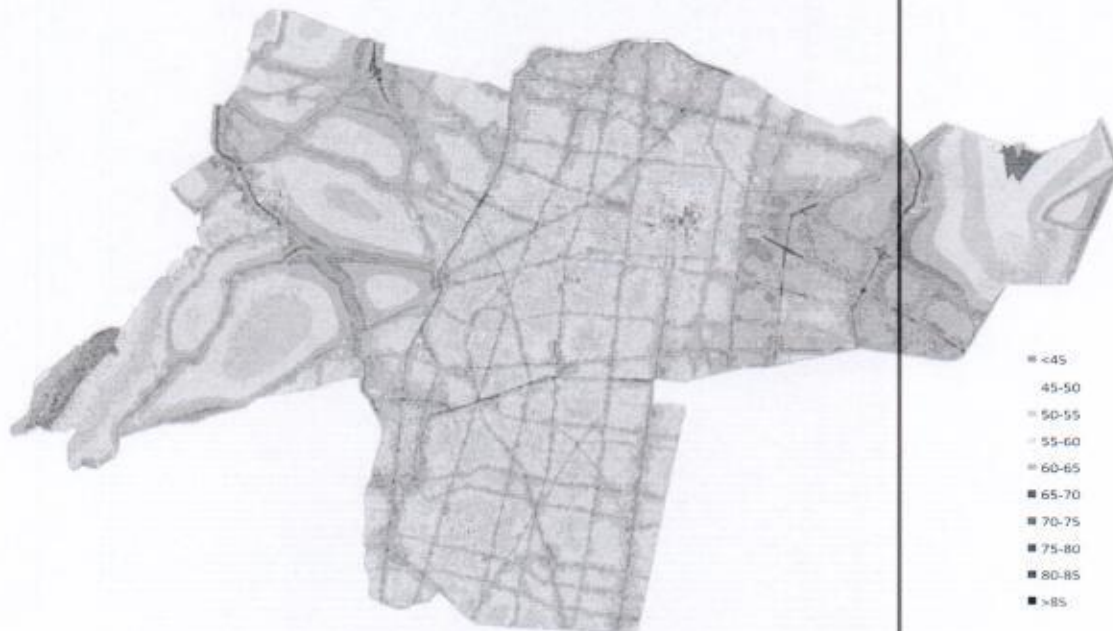


Fig. 7. Mapa de ruido de los distritos centrales de CDMX. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. CLASIFICACIÓN ACÚSTICA

Para definir las áreas acústicas de los distritos centrales de la CDMX y retomando el análisis urbano previo, la clasificación se basó en usos de suelo de las zonas más representativas de los distritos. La Tabla 2 [15], muestra la clasificación acústica general, que considera aspectos establecidos por Berglund [17] y una propuesta de límites máximos de niveles sonoros ( $L_{dn}$  dBA) adecuados, así como un contraste con los límites reales en la columna derecha. Es importante destacar que generar una zonificación acústica de estos distritos busca entre otras situaciones, establecer parámetros de protección a los equipamientos sensibles de la ciudad, tales como vivienda, hospitales y educación.

|   | Áreas                     | Uso de suelo  | Límites máximos adecuados<br>$L_{dn}$ (dBA) | Límites reales<br>$L_{dn}$ (dBA) |
|---|---------------------------|---|---|----------------------------------|
| A | Áreas protegidas          | Áreas naturales exteriores, escuelas y hospitales   | 45/40                                       | 55/50                            |
| B | Áreas tranquilas          | Vivienda, áreas abiertas, vialidades, zonas peatonales, parques.  | 50/45                                       | 60/55                            |
| C | Áreas de ruido moderado   | Áreas mixtas de vivienda, oficinas y comercio.  | 55/50                                       | 65/60                            |
| D | Áreas de ruido intenso    | Áreas mixtas de vivienda, oficinas, áreas comerciales, hoteles, museos, bibliotecas y teatro. Pequeña industria y talleres. | 60/55                                       | 70/65                            |
| E | Áreas especiales de ruido | Áreas industriales, centros de transporte y vialidades de tránsito pesado.  | 65/60                                       | 75/70                            |

Tabla 2. Clasificación Acústica por usos de suelo. Fuente: Elaboración propia.

#### 5. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA DE LOS DISTRITOS CENTRALES

El mapa de zonificación acústica (Fig. 8) de los distritos centrales de la CDMX, muestra que el centro de la ciudad, el distrito CH, es el que presenta la necesidad de mayores niveles sonoros debido fundamentalmente a la intensa actividad comercial. El distrito VC, aunque muestra una amplia área de uso habitacional, y por tanto una zona sensible al ruido ambiental, se ve afectada por la presencia de vialidades de alta velocidad según se muestra en el mapa de ruido (Fig. 7), además de su cercanía al aeropuerto internacional. En BJ, aunque mayormente habitacional la existencia de un gran número de vialidades, de acuerdo al mapa de ruido, le generan un nivel de ruido de fondo de tráfico vehicular,

que es perceptible en la mayor parte de él. Finalmente en MH se encuentra la zona acústica con uso habitacional menos afectada de los cuatro distritos: las Lomas de Chapultepec que a la vez constituye el área de mayor nivel socio-económico. Por otro lado dentro de este mismo distrito se encuentra la mayor área protegida: el Bosque de Chapultepec.

La clasificación acústica propuesta muestra cinco categorías como sigue:

**A** – que corresponde a las áreas protegidas ya sean áreas naturales o usos de suelos sensibles como las escuelas y los hospitales.

**B** – las áreas tranquilas representadas por las áreas habitacionales.

**C** – las áreas de ruido moderado donde se encuentran usos de suelo mixtos de vivienda, oficinas y comercio.

**D** – las áreas de ruido intenso correspondiente a zonas de vivienda, en combinación con oficinas, comercio y áreas públicas con alta actividad urbana.

**E** – corresponde a zonas especiales de ruido donde se concentran las centrales de transporte, industria y vialidades muy transitadas.

Si bien en la tabla 2, se muestran los límites sonoros adecuados, la realidad es que estos niveles actualmente están superados en 10 dBA promedio en cada categoría de la clasificación.

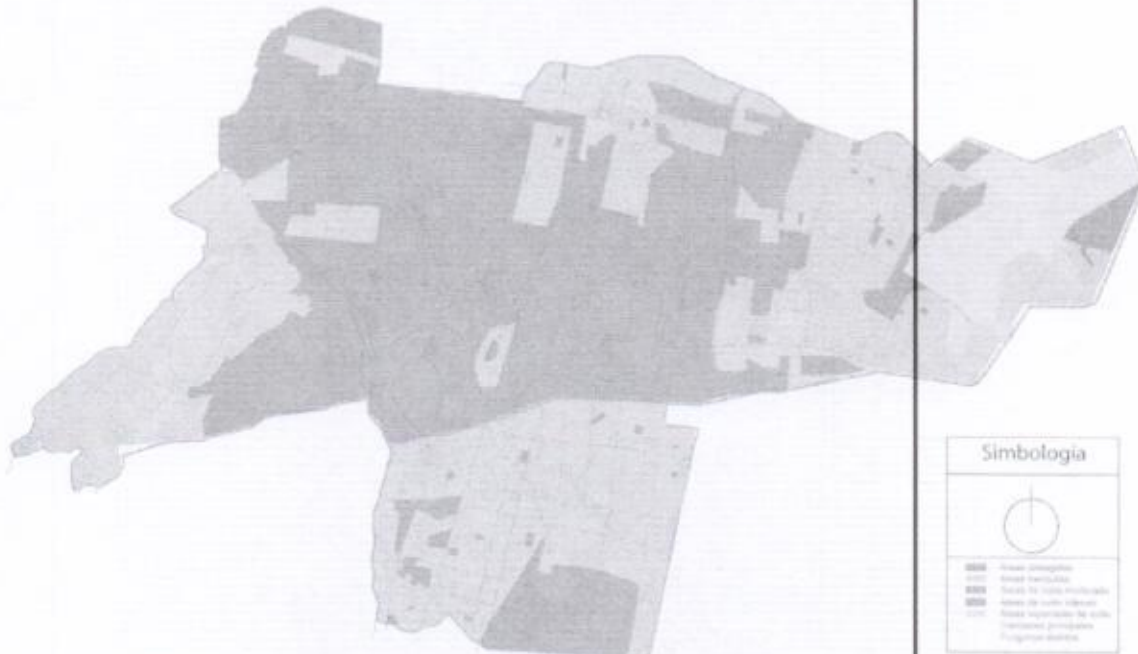


Fig. 8. Mapa de zonificación acústica de los distritos centrales de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

La zonificación acústica propuesta pretende ir acercándose a los problemas de ruido ambiental de la ciudad para un ordenamiento urbano-acústico. Estudiar las ciudades desde el punto de

vista acústico es una necesidad que puede ayudar a la mejor planeación urbana de las mismas. La Ciudad de México debido a la mezcla de los usos de suelo existentes, con la existencia de vialidades sin un perfil de planeación, presenta una zonificación acústica general que omite en gran parte detalles que afectan ejes importantes, por lo que una zonificación por zonas y barrios específicos es deseable, así como por corredores viales.

Este acercamiento a una clasificación acústica busca planear y regular la problemática de ruido ambiental en los principales distritos, para buscar los modelos de solución pertinentes que entre otras situaciones permita además proteger las áreas sensibles y limitar aquellas áreas que generen y sobrepasen los límites permisibles y que contaminen el espacio urbano.

## AGRADECIMIENTOS

\*El autor agradece a CONACYT el apoyo a la investigación denominada "El ruido ambiental en el espacio urbano de la ciudad de México: problemas y modelos de solución", a través del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación, siendo este trabajo uno de sus productos. Se agradece también la participación del equipo de alumnos y profesores del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico de la UAM-Azcapotzalco.

## REFERENCIAS

- [1] WHO, 2011. World Health Organization. Burden of disease from environment noise-quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Dinamarca: Oficina Regional para Europa.
- [2] SMAGDF-UAM-A, 2011. Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México, Secretaría del Medio Ambiente. UAM-Azcapotzalco, Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, México.
- [3] Directive 2002/49/CE. The Environmental Noise Directive 2002/49/EC (2002). Recuperado en Abril 2016 de: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>
- [4] Real Decreto, 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Gobierno de España, España. Recuperado en Abril 2016 de: [http://www.fomento.gob.es/mfom/lang\\_castellano/direcciones\\_generales/ferrocarriles/\\_informacion/normativa/3impacto/rd\\_1367\\_2007.htm](http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/ferrocarriles/_informacion/normativa/3impacto/rd_1367_2007.htm)
- [5] Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, España. Recuperado en Abril 25, 2016. <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2003/243/boletin.243.pdf>
- [6] DIN 18005-1. Noise abatement in town planning, Alemania. Recuperado en Abril, 2016 de: <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/?p=97&p2=3.1.2.1>
- [7] DPCM 14/11/97 in Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 280 del 1/12/97. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Italia. Recuperado en Abril 25, 2016 <http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/dpcm-14-11-97.pdf/view>
- [8] Federal, G. O. D. D., 2003. Programa de Desarrollo urbano del Distrito Federal, México.
- [9] Federal, G. O. D. D., 2012. Plan Parcial de Desarrollo urbano para zona patrimonial de Tacubaya, delegación Miguel Hidalgo, versión 2012, Distrito Federal, México,.
- [10] Federal, G.O.D.D., 2005. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Venustiano Carranza del Distrito Federal, versión 2005, Distrito Federal, México.
- [11] Federal, G.O.D.D., 2008. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Cuauhtémoc del Distrito Federal, versión 2008, Distrito Federal, México.
- [12] Federal, G.O.D.D., 2005. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Benito Juárez del Distrito Federal, versión 2005, Distrito Federal, México.
- [13] INEGI, 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado en enero 2017 de: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/densidad.aspx?tema=me&e=09>
- [14] DOT DF, 2017. Desarrollo Orientado al Transporte. Mapa de polígonos estadísticos "Nivel Socioeconómico". Recuperado junio 2017 de: <http://dotdf.mx/#map>
- [15] Rodríguez, *et al*, 2016. Towards an acoustic categorization of urban areas in Mexico City. InterNoise 2016 Hamburgo, Alemania
- [16] TomTom, 2017. Traffic Index. Recuperado en junio de 2017 de: [https://www.tomtom.com/en\\_gb/trafficindex/list?citySize=LARGE&continent=ALL&country=ALL](https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/list?citySize=LARGE&continent=ALL&country=ALL)
- [17] Berglund, *et al*. 1999. Guidelines for Community Noise. World Health Organization, Geneva.

## **EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y SU IMPACTO EN LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL. EL CASO DE LAS COLONIAS HIPÓDROMO - CONDESA EN LA CDMX**

PACS: 43.50.Sr

Rodríguez Manzo Fausto E.\*; Lancón Rivera Laura A.; Ponce Patrón Dulce R.; Garay Vargas Elisa; García Martínez Silvia G.

Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Av. San Pablo 180 Edificio S, 1º piso, Col. Reynosa Tamaulipas, CP 02200, Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Teléfono (52) (55) 5318 9000 ext. 2236, rfme@correo.azc.uam.mx

**PALABRAS CLAVE:** Ruido ambiental, salud pública, políticas públicas, mapas de ruido, contaminación acústica

### **ABSTRACT**

In Mexico City it has been proposed different public policies focused on improving environmental and mobility conditions. These kind of policies generate other impacts further to the main objective. This article evaluates, through noise maps, the impact on the noise pollution in a study area with historical and cultural value with two public policies: the application of the program "Today does not circulate" and the complementation with the activation of environmental pollution contingency on phase 1.

### **RESUMEN**

En la CDMX se han planteado diversas políticas públicas encaminadas a mejorar las condiciones medioambientales y de movilidad. Este tipo de políticas generan otro impacto más allá de su objetivo principal. En este artículo se evalúa, mediante mapas de ruido, el impacto de contaminación acústica en una zona con valor histórico cultural de dos políticas públicas: la aplicación del programa "Hoy no circula" y la complementación con la activación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas en Fase 1.

### **INTRODUCCIÓN**

Los problemas de contaminación ambiental de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) son conocidos ampliamente [1]. La contaminación atmosférica ha debido ser enfrentada de manera decisiva a partir de la década de 1980 y para ello se han emitido una serie de instrumentos normativos que entre otros han incluido políticas públicas que impactan la circulación de vehículos en la metrópoli. El "Hoy no circula" y la "verificación vehicular", de emisiones contaminantes, han sido

las principales políticas que se han seguido para tratar de mitigar el problema de contaminación atmosférica.

El programa "Hoy no circula", afecta directamente al flujo vehicular de la ciudad. La concepción fue, que al disminuir el uso de automóviles disminuiría el consumo de combustibles fósiles. Instaurado en 1989, de acuerdo con éste, se prohíbe la circulación de vehículos con relación al número de placa o matrícula; dicha acción saca de circulación teóricamente al 20% de los vehículos [2,3]. Es decir que esta política al restringir el número de vehículos en circulación pudiera impactar favorablemente en la mitigación del ruido ambiental generado por el mismo tráfico vehicular.

Como se sabe, el tráfico vehicular ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [4] como un riesgo para la salud, generando molestia y afectando principalmente la audición, el sueño, la cognición en niños y las enfermedades cardiovasculares. Se han realizado estudios [5,6,7] que sugieren que la exposición al ruido de tráfico por periodos largos aumenta el riesgo de trastornos cardiovasculares.

La política ambiental en la ZMVM, no incluye hasta ahora un enfoque en la contaminación acústica, la cual como se ha documentado por la OMS, tiene como su principal causa el tráfico vehicular rodado, y si en la ZMVM transitan diariamente más de cinco millones de vehículos, una reducción del parque vehicular debiera impactar en los niveles de ruido ambiental de la metrópoli.

Esta ha sido la hipótesis que ha animado este estudio: al disminuirse el número de vehículos en circulación en la Ciudad de México (CDMX) por efecto del programa "Hoy no circula", además del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) los niveles sonoros disminuirán también.

### **El programa "Hoy no circula" y sus variantes [8,9]**

"Es un programa gubernamental mexicano que establece medidas que limitan el flujo vehicular en el Distrito Federal y el estado de México. Su objetivo es ejercer control sobre la contaminación generada por estos vehículos para minimizar el impacto ambiental que producen."

Este programa actualmente se inicia mediante el sistema de verificación vehicular al cual debe someterse cualquier vehículo que se encuentre registrado en la ZMVM integrada por los 16 distritos de la CDMX y los 18 municipios conurbados del Estado de México.

De esta verificación resulta un certificado para cada vehículo, del estado en que se encuentra con respecto a las emisiones contaminantes. Este certificado consiste en un holograma con las clasificaciones 00, 0, 1 y 2. Donde el 00 circula todos los días y verifica cada 2 años, el 0 circula todos los días y verifica cada semestre, el 1 deja de circular un día entre semana, cada 2 sábados y verifica cada semestre, y el 2 que deja de circular un día entre semana y todos los sábados, además de verificar semestralmente. El horario establecido de circulación regulada es de 5:00 a 22:00 horas de lunes a sábado.

Para el control de la circulación se consideran las terminaciones de la placa o matrícula de cada vehículo, a las cuales se le asigna un día a la semana para no circular, así como el programa sabatino.

Los vehículos foráneos están sujetos también a una reglamentación, no pudiendo circular entre las 5:00 a 11:00 horas entre semana, además del día que por terminación de matrícula les corresponda y todos los sábados.

### **Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) de la ZMVM**



Simultáneamente a ambas medidas (el hoy no circula y el sistema de verificación vehicular) se genera el PCAA de la ZMVM el cual se encarga de prevenir y controlar<sup>1</sup> las emisiones contaminantes del aire y disminuir los efectos adversos a la salud de la población [10].

El PCAA tiene la capacidad de restringir la circulación vehicular cuando las condiciones ambientales favorezcan la permanencia del ozono en la atmósfera (generalmente en los meses de febrero a junio debido a condiciones climáticas), se identifican dos fases de acción en dicho programa en el que se limita al parque vehicular en horario de 5:00 a 22:00 horas [9]:

*Fase 1: cuando las concentraciones de ozono se proyectan mayores a 150 IMECAs<sup>2</sup>, todos los vehículos con holograma de verificación 1 y 2 acatarán las restricciones de acuerdo con su terminación de placa, par o non de manera alternada, con base en la última activación<sup>3</sup>.*

*Fase 2: cuando las concentraciones de ozono se proyectan mayores a 200 IMECAs, los vehículos con holograma de verificación "1" y "2" no podrán circular, ...*

*Así como los vehículos oficiales, a excepción de aquellos usados para emergencia, vigilancia y reparaciones urgentes...*

*Todos los vehículos destinados al servicio de transporte de carga con placa federal o local, tendrán que acatar la restricción a la circulación de las 06:00 a las 10:00 horas, de lunes a domingo...*

Las acciones de PCAA limitan la circulación del 20% al 40% de los vehículos de acuerdo a la fase que se presente.

## METODOLOGÍA

Para la evaluación de las políticas públicas antes mencionadas, se eligió un polígono de estudio del centro de la Ciudad de México, con valor histórico-cultural. Dicho polígono contiene una sección de la colonia Hipódromo y una sección de la colonia Condesa. Se establecieron las condiciones de la investigación, las cuales consistieron en medir un día típico, cuando el programa "Hoy no circula" está presente y un día donde la activación del PCAA en Fase 1 se implementó. El conteo de aforo vehicular se realizó el mismo día de la semana en ambos casos, entre las 17:00 y 20:00 horas., horario considerado de gran afluencia vehicular o "pico".

Para la generación de los mapas de ruido del polígono de estudio, los datos de aforo se ingresaron al programa de simulación Cadna-A, así como la velocidad promedio a la que viajaban los vehículos (ligeros y pesados) correspondientes al horario y día de conteo.

Se procedió al análisis y comparación de ambos casos de estudio:

- a) "Hoy no circula" (HNC)
- b) Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas de la ZMVM en Fase 1 (PCAA F1)

A continuación, se muestra un mapa que ubica el polígono de estudio y las vialidades que la componen (Fig. 1):

<sup>1</sup> Las medidas son diversas y esta investigación únicamente se enfoca a las aplicadas al transporte.

<sup>2</sup> IMECA: Índice Metropolitano de la Calidad del Aire [8].

<sup>3</sup> En ambos casos los vehículos que porten el holograma '0' o '00' se consideran exentos de dichas medidas, salvo que la situación lo amerita como ocurrió en el año 2016.



Figura 1. Área de estudio Condesa- Hipódromo. Fuente: elaboración propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) “Hoy no circula” (HNC)

Durante este día, el cual puede considerarse un día típico, circularon alrededor de 29,000 vehículos. En vialidades principales, tales como Av. Insurgentes, Av. Yucatán y Av. Álvaro Obregón se observan niveles por encima de los 75 dBA, prevaleciendo en la mayoría de las demás vialidades niveles entre 60 dBA y 75 dBA (Fig. 2).



Figura 2. Mapa de ruido del área de estudio Condesa- Hipódromo: día típico "Hoy no circula".  
Fuente: elaboración propia.

#### b) Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas de la ZMVM en Fase 1 (PCAA F1)

Durante este día, circularon en promedio 29.300 vehículos e igualmente en las vialidades primarias mencionadas anteriormente, pueden observarse niveles por encima de los 75 dBA, pero con menor propagación. En el resto de las demás vialidades los niveles van de los 60 dBA a los 75 dBA (Fig. 3).



Figura 3. Mapa de ruido del área de estudio Condesa- Hipódromo: "Hoy no circula" con PCAA F1.  
Fuente: elaboración propia.

La comparación entre ambos escenarios, muestra que en relación a los datos de aforo vehicular hubo un aumento de 296 vehículos entre ligeros y pesados, lo que representa un incremento del 1% del aforo de un día típico. Según los datos, durante el día de la activación del PCAA F1 circularon mayor número de autos, situación que no se esperaba, ya que precisamente dicha política tiene como objetivo la limitación del parque vehicular [7]. Sin embargo, el número de vehículos pesados se redujo en un 32% con respecto al día típico.

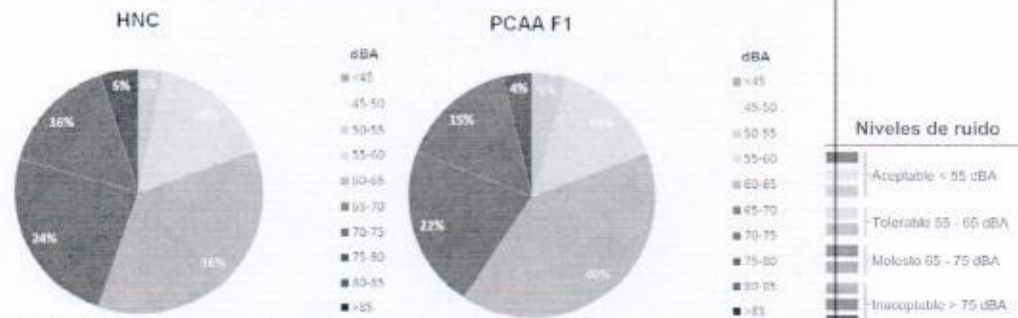
Esta situación se ve reflejada en los mapas de ruido generados (Fig. 2 y 3), los cuales muestran una diferencia poco perceptible, ya que el aumento de vehículos ligeros se vio equilibrada con la disminución de vehículos pesados en cuestión de niveles sonoros emitidos, pues en la mayor parte de las vialidades (85%) se encontraron entre 1 y 2 dBA de diferencia entre un día y otro, salvo en algunos segmentos de vialidades secundarias y terciarias (15%), donde se mostraron diferencias de entre 3 y 6 dBA.

Al centro del polígono se encuentra el Parque México, donde se observan niveles sonoros por debajo de los <55 dBA, considerados aceptables. Comparativamente esta zona fue más significativa el día de la aplicación del PCAA F1 que el día típico, ya que los niveles sonoros emitidos en ella representaron el 5%, mientras que el día típico el 3% (Fig. 4 y 5).



Figura 4. Vista en tercera dimensión del área de estudio Condesa- Hipódromo<sup>4</sup>. Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, al revisar las gráficas de comparación obtenidas (Fig. 5 y 6), se observa que los niveles tolerables (55 a 65 dBA) representan el 52% durante el día típico y el 54% durante el día de activación de PCAA F1. Los niveles molestos (65 a 75 dBA) representaron el 40% y el 37% respectivamente. Finalmente, los niveles inaceptables (> 75 dBA) el 5% y el 4%. Con esto se puede inferir que la medida podría funcionar para la mitigación de niveles sonoros, si ésta se aplicara en condiciones naturales. En ningún momento se observa que el parque vehicular se haya reducido sustancialmente, lo cual es un indicador de que existen vehículos que sustituyen a los que no circulan, lo cual se considera aquí anti-natural a la medida.



Figuras 5 y 6. Gráficas de porcentaje de las áreas de ruido para: día típico (izquierda) y día con aplicación del PCAA F1 (derecha). Fuente: elaboración propia.

Para apreciar esta situación se puede revisar la Tabla 1 donde se muestra el comportamiento de aforos vehiculares y niveles sonoros de las vialidades que mostraron cambios y por tanto el reflejo de ello en los niveles sonoros.

Al realizar una comparación entre ambos escenarios (Fig. 7), se observa que, de acuerdo al porcentaje de niveles sonoros presentes en cada situación, la diferencia no es relevante a excepción de los rangos entre 60 a 65 dBA.

<sup>4</sup> Se observan espacios urbanos, como parques, glorietas y camellones.

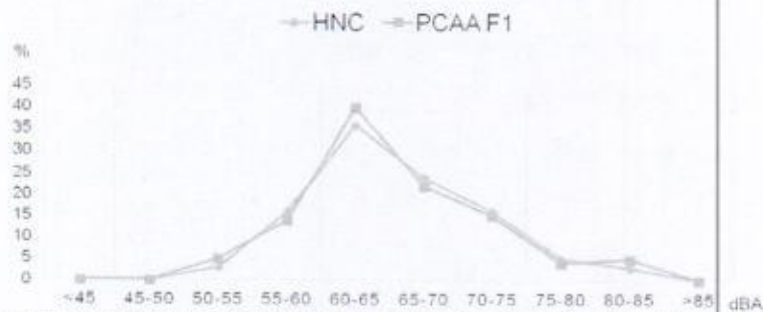


Figura 7. Comparación de porcentajes entre ambas situaciones. Fuente: elaboración propia.

| TIPO DE VIALIDAD | NOMBRE CALLE                  | Diferencia de vehículos (HNC-PCAAF1)       |                                     |   | Nivel sonoro inicial HNC (dBA) | Nivel sonoro final PCAA F1 (dBA) |
|------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|
|                  |                               | Total de Vehículos por hora (Vehículos/hr) | Porcentaje de Vehículos pesados (%) | Porcentaje de diferencia de paso de vehículos por hora entre HNC-CAF1 (%) |                                |                                  |
| P                | Insurgentes esq. Zacatecas    | -692.00                                    | -0.06                               | -27.64%   | 70                             | 65 - 70                          |
| P                | Av. Insurgentes esq. Campeche | -1468.00                                   | -2.54                               | -49.13%   | 75                             | 70.00                            |
| P                | Álvaro Obregón                | -1460.00                                   | -1.14                               | -40.92%   | 70 - 75                        | 65 - 75                          |
| P                | Av. Tamaulipas                | 88.00                                      | -1.04                               | 14.01%  | 60 - 65                        | 65 - 65                          |
| P                | Av. Tamaulipas                | -104.00                                    | -1.02                               | -11.71%   | 65                             | 65                               |
| P                | Av. Nuevo León                | 556.00                                     | -2.20                               | 52.45%  | 65 - 70                        | 65 - 70                          |
| P                | Av. Nuevo León                | -424.00                                    | 1.21                                | -29.78%   | 70                             | 65 - 70                          |
| S                | Av. Yucatán                   | 324.00                                     | 0.81                                | 14.78%  | 70 - 75                        | 70 - 75                          |
| S                | Av. Sonora                    | 552.00                                     | 6.14                                | 75.82%  | 65 - 70                        | 65 - 70                          |
| S                | Av. Sonora                    | 452.00                                     | 6.26                                | 55.67%  | 65                             | 65 - 70                          |
| S                | Av. Sonora                    | 48.00                                      | 0.04                                | 3.46%   | 65 - 70                        | 65 - 75                          |
| S                | C. Ámsterdam                  | 88.00                                      | 0.00                                | 36.07%  | 55 - 60                        | 60 - 65                          |
| S                | C. Ámsterdam                  | 332.00                                     | 0.00                                | 156.60%   | 55 - 65                        | 60 - 65                          |
| S                | C. Ámsterdam                  | -100.00                                    | -1.75                               | -17.99%   | 60                             | 60                               |
| S                | C. Ámsterdam                  | 196.00                                     | -1.85                               | 83.05%  | 60 - 65                        | 60                               |
| S                | Michoacán                     | -108.00                                    | 1.03                                | -27.84%   | 60 - 65                        | 60                               |
| S                | Michoacán                     | 288.00                                     | 0.00                                | 450.00%   | 60 - 65                        | 60 - 65                          |
| L                | Teotihuacán                   | -56.00                                     | 0.00                                | -46.67%   | 60.0                           | 55 - 60                          |
| L                | Av. México                    | -24.00                                     | 0.00                                | -20.00%   | 65.0                           | 55 - 80                          |
| L                | Av. México                    | -256.00                                    | -2.27                               | -42.11%   | 60.0                           | 60 - 65                          |
| L                | Av. México                    | 120.00                                     | 0.00                                | 100.00%   | 65.0                           | 60                               |
| L                | Av. México                    | -88.00                                     | 2.27                                | -12.50%   | 65.0                           | 60 - 65                          |
| L                | Vicente Suarez- Ozuloama      | -196.00                                    | -0.59                               | -59.76%   | 65.0                           | 55 - 60                          |
| L                | Ozuloama                      | -372.00                                    | 4.05                                | -62.84%   | 65 - 70                        | 60 - 65                          |
| L                | Iztaccihuatl                  | 92.00                                      | -1.96                               | 29.11%  | 60 - 65                        | 65                               |

Tabla 1. Diferencia de Aforos promedio medidos en sitio en día típico "Hoy no circula" y día de aplicación del PCAA F1, en vialidades primarias (P), secundarias (S) y locales (L). Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Los datos generados en esta investigación, muestran mínimas diferencias entre ambas situaciones, sin contingencia y con contingencia, sin embargo, se observa una ligera tendencia de mejora desde

el punto de vista de contaminación acústica, aún y con esta respuesta limitada de restricción de movilidad urbana ante la contingencia ambiental.

La realidad ha superado a la planeación ambiental, pues al restringirse la movilidad la respuesta natural de la población ha sido la de sustituir el parque vehicular que queda inmobilizado. Esto ha sucedido debido a la ausencia de un transporte público eficiente y de calidad que sustituya el parque vehicular inmobilizado.

Contrario a los objetivos del programa, se ha observado que el parque vehicular ha aumentado significativamente, por lo que el consumo de combustibles fósiles y la emisión de ruido ambiental han aumentado significativamente debido entre otras situaciones a la adquisición de vehículos baratos, viejos y contaminantes para sustituir las unidades que no circulan con el objetivo de circular diariamente.

Lo anterior, denota la poca efectividad del programa tanto para las condiciones de contaminación del aire como para las condiciones de contaminación acústica.

Este programa sería eficiente si:

- El transporte público en la ciudad fuera suficiente, eficiente, seguro, limpio, silencioso y de calidad.
- Los programas de transporte alternativo, como la bicicleta, interactuaran con el transporte público para maximizar la movilidad.
- La planeación ambiental y de movilidad urbana fueran congruentes.
- Desincentivar el uso del automóvil mediante la aplicación de políticas fiscales aplicables a la mejoría del transporte público.
- Una cultura cívica y una conciencia colectiva de respeto y convivencia social.

La generación de políticas públicas enfocadas en la contaminación ambiental debe considerar tanto la contaminación atmosférica como por ruido, ya que la combinación de ambas es altamente nociva para la población. La salud de la población debe estar por encima de cualquier consideración política y económica. Se recomienda por lo tanto que la Comisión Ambiental de la Megalópolis que es la organización que agrupa a todas las demarcaciones incluidas en la ZMVM integre en un futuro inmediato esta consideración.

## AGRADECIMIENTOS

\*El autor agradece a CONACYT el apoyo a la investigación denominada "El ruido ambiental en el espacio urbano de la ciudad de México: problemas y modelos de solución", a través del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación, de la que esta investigación es uno de sus productos.

## REFERENCIAS

1. La contaminación en la ciudad de México va de mal en peor. (2016). Recuperado en mayo de 2017 de <https://www.nytimes.com/es/2016/06/13/la-contaminacion-en-ciudad-de-mexico-va-de-mal-en-peor/>
2. Micheli, J. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y sociedad*, Vol. 14, No. 23, 129-170.
3. Lacasaña-Navarro, M., Aguilar-Garduño, C., & Romieu, I. (1999). Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. *Salud pública de México*, Vol. 41, No. 3, 203-215.

4. WHO. (2011). Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Denmark: Regional Office for Europe.
5. Babisch, W. (2006). Transportation noise and cardiovascular risk: Updated Review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise & Health*. Vol. 8, No. 30, 1-29.
6. Babisch, W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise & Health*. Vol. 10, No. 38, 27-33.
7. Sorensen, M. et al. (2011). Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *European Heart Journal*. Vol. 32, 737-744.
8. D.O.F. (1982). Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. México, Distrito Federal, 6.
9. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (2014). Decreto por el que se expide el Programa Hoy No Circula en el Distrito Federal. México. Recuperado en agosto 2017 de: <http://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/programas/hoy-no-circula/decreto-programa-hoy-no-circula-segundo-semester-2016.pdf>
10. Departamento del Distrito Federal/Gobierno del Estado de México/Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Secretaría de Salud. Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. México, D.F.: DDF/Gobierno del Estado de México/SEMARNAP/SSA, 1990.



## TRAZAS DE BELLEZA EN LOS PAISAJES SONOROS DE BARCELONA Y CIUDAD DE MÉXICO. APORTACIÓN AL ESTUDIO DEL PAISAJE SONORO (SOUNDSCAPE)

PACS: 43.50 Ls, 43.50 Qp, 43.50 Rq

Francesc Daumal i Domènech<sup>1</sup>, Fausto Rodríguez Manzo<sup>2</sup>, Josep Cerdà i Ferré<sup>2</sup>, Elisa Garay Vargas<sup>2</sup>, Silvia G. García Martínez<sup>2</sup>, Laura A. Lancón Rivera<sup>2</sup>, Dulce R. Ponce Patrón<sup>2</sup>

1) Arquitecto y Catedrático de Universidad, ETSAB de la Universitat Politècnica de Catalunya, [francesc.daumal@upc.edu](mailto:francesc.daumal@upc.edu)

2) Arquitecto y Profesor investigador e investigadoras de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, [faustoarg.net@gmail.com](mailto:faustoarg.net@gmail.com)

3) Escultor y Catedrático de Escultura de la Universitat de Barcelona, [cerda@ub.edu](mailto:cerda@ub.edu)

**Palabras Clave:** paisaje sonoro, carácter acústico, derivas sonoras, cartografía sonora, Barcelona, Ciudad de México.

### ABSTRACT.

This research is developed by professors and students of Architecture and Art, and shows that in the cities there are soundscapes that must be considered not only quiet places, but also beautiful according to the aesthetic traces that their hearing provokes in the audience. For this purpose, various spaces have been studied in Mexico City at the Noise and Soundscape in the City Seminar, and at the Space and Sound in the City Workshop, and in Barcelona for the courses of Acoustic Architecture and Soundscapes, taught at the ETSAB (UPC), as well as those of the Master in Sound Art of the UB.

### RESUMEN.

Esta investigación se desarrolla por profesores y alumnos de Arquitectura y Arte, y muestra que en las ciudades existen paisajes sonoros que deben considerarse no solamente lugares tranquilos, sino incluso **Bellos** a tenor de las trazas estéticas que su audición provoca en los asistentes. Para ello se han estudiado diversos espacios en la ciudad de México para el Seminario de Ruido y Paisaje sonoro en la Ciudad, y Taller de Espacio y Sonido en la Ciudad, y en Barcelona para las asignaturas de Arquitectura Acústica, y Paisajes Sonoros, impartidas en la ETSAB (UPC), así como las del Master en Arte Sonoro de la UB.

### OBJETIVOS

Se pretende colaborar en la parte correspondiente a la metodología de las caracterizaciones de los paisajes sonoros naturales y urbanos, tanto interiores como exteriores, y para ello presentar una serie de herramientas que permitan superar esta fase subjetiva propia de estas definiciones.

En concreto, tal como define la ISO12913-1:2014, el Paisaje Sonoro es el entorno acústico como se percibe o experimenta y/o entiende por una persona o grupo en un contexto [1]. Por

ello interesa determinar la forma en la que ese paisaje se percibe, experimenta y/o entiende, así como el significado del contexto. Como señala Jaume Segura en su presentación [2] de este congreso, entre los diferentes aspectos que conciernen la descripción del paisaje sonoro se incluyen: el contexto, las fuentes sonoras, el entorno acústico, la interpretación de la sensación auditiva, respuestas y resultados

Por ello, conviene mostrar los resultados de varias actuaciones desarrolladas por los autores en Barcelona y Ciudad de México, [3] que se iniciaron con carácter académico pero que finalmente derivaron hacia aspectos de investigación aplicada, puesto que el estudio del paisaje sonoro o "soundscape" requiere de análisis subjetivos y objetivos.

### LA ADJETIVACIÓN SONORA Y EL CARÁCTER ACÚSTICO DEL ESPACIO

Desde hace tiempo, tanto en la ETSAB como con el profesor Fausto Rodríguez y equipo del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico (LADAc) en Ciudad de México (CDMX), pretendemos mostrar a los estudiantes de arquitectura y arte la parte subjetiva del espacio sonoro, de acuerdo con la adjetivación que realizan los propios asistentes a estos espacios. Desde la bibliografía referenciada [3,4], ambos profesores intentamos correlacionarlos con el carácter arquitectónico sonoro que tienen los espacios desde el punto de vista estético.

Las cinco 5 categorías de ambiente sonoro: muy plácido, plácido, tranquilo, movido, muy molesto, definidas por Jaume Segura, permiten relacionarlo con parámetros específicos vinculados con la música o la acústica, sin embargo creemos que todavía falta la intervención estética en estas definiciones.

Para entender la intervención estética, se ha estudiado el carácter acústico de diversos espacios arquitectónicos de Barcelona y Ciudad de México.

### CARACTERES ACÚSTICOS

Hasta ahora, son pocos los arquitectos, artistas y diseñadores, que se han puesto a pensar acerca de la importancia que el sonido tiene como elemento integrante del espacio arquitectónico y urbano, y en especial para la diferenciación de espacios, de acuerdo con la personalidad acústica deseada por el diseñador.

Un método para conseguirlo consiste en atribuir a cada espacio unos **caracteres acústicos** de acuerdo con el **efecto espacial** esperado, la **actividad** propia de cada espacio y su **acento acústico**.

El **Carácter Acústico** de un espacio es aquella cualidad que lo define y permite su adjetivación desde el punto de vista sonoro.

El **Carácter Acústico según el Efecto Espacial** es el resultante de la interacción entre fuente – mensaje – receptor, en la comunicación vinculada a las cualidades espaciales en las que esta se produce.

El **Carácter Acústico según la Actividad** es el resultante de la interacción entre fuente – mensaje – receptor, en la comunicación vinculada a las **cualidades funcionales** de cuanto se emite, transmite y recibe la señal sonora.

El **Carácter Acústico según el Acento** es el resultante de la interacción entre fuente – mensaje – receptor en lo relativo a las cualidades estéticas que podemos otorgarle a cuanto se emite, transmite y recibe de la señal sonora.

Obviamente, estos caracteres se pueden mezclar entre sí y, de esta forma, nos permiten determinar la personalidad acústica específica de cada espacio como puede observarse en la Tabla 1.

| Según el Efecto Espacial      | Según la Actividad   | Según el Acento             |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Simétrico / asimétrico        | Exterior / Interior  | Reverberante / Anecoico     |
| Centrípeto / Centrífugo       | Constante / Variable | Tonal / Atonal              |
| Direccional / Omnidireccional | Lúdico/ Fabril       | Silencioso / Ruidoso        |
| Central / Perimetral          |                      | Expuesto / Aislado          |
| Global / Zonal                |                      | Fiel / Ficticio             |
| Dinámico / Estático           |                      | Propio / Foráneo            |
| Lineal / Puntual              |                      | Indiferente / Sugestivo     |
| Concéntrico / Radial          |                      | Neutro / Informativo        |
| Puerta / Barrera              |                      | Aéreo / Corpóreo            |
| Conector / Filtro             |                      | Monótono / Enfático         |
|                               |                      | Amortiguador / Amplificador |
|                               |                      | Concentrante / Difusor      |
|                               |                      | Enmascarante / Transparente |
|                               |                      | Individual / Colectivo      |

Tabla 1. Caracteres acústicos de adjetivación del espacio. Fuente: elaboración propia a partir de [3]

Como ejemplo de alguno de ellos, a continuación, y entresacado de [3] se exponen algunas definiciones

#### **Propio**

El espacio puede tener *sonido propio*. Es el que tiene por sus materiales y el que se dispone en el diseño. Nadie se sorprende cuando alguien atraviesa la pasarela del parque de la Villette en París y suena a madera; todo el mundo sabe cómo suenan los tabloncillos de madera cuando los pisamos y se sustentan por puntos. Suena como una marimba.

Es interesante escuchar cómo suena la pasarela del castillo de Montjuic de Barcelona o la Rambla de Mar de Barcelona. Debería existir la costumbre de diseñar las cosas con su sonido propio, porque a menudo nos encontramos con objetos, pavimentos y mecanismos que suenan diferente de lo que resultaría normal. Tanto la pasarela de la Rambla de Mar como la del Centro de Arte Santa Mónica de Barcelona, de los arquitectos Viaplana y Piñón, suenan a madera. Y las de emergencia de chapa granular, suenan a metal.

#### **Foráneo**

Un sonido que no es el propio es un *sonido foráneo*, como los laminados y linoleums que imitan la madera y las materias con que se revisten algunos elementos. En estos casos, cuando se generan sonidos por golpes, pasos y caídas de objetos sobre estos elementos se obtienen unos resultados que no tienen nada que ver con lo que aparentan visualmente. Hoy un pavimento que parezca madera puede ser de goma, uno de travertino puede ser de piedra artificial, etc.

### **Tonal**

Al caminar, se puede oír cómo el sonido de los pasos varía en el momento de pisar una tapa metálica de registro de una instalación urbana de la calle, o bien como «canta» cierta baldosa del pavimento de una vivienda antigua. Mientras con el oído se oye una variación del sonido, con el tacto del pie se nota progresivamente, la oscilación del material. Este sonido, en muchos casos, parece buscar una nota musical.

El concepto de *diccionario de tonalidad* es suficientemente esclarecedor, porque expresa cuál es el carácter que una composición musical tiene por el tono en el que está compuesta y también, la relación de los diferentes tonos en una pintura. Entonces, en *arquitectura acústica*, podríamos definirlo como 'el carácter que tienen los sonidos de la arquitectura en función de los tonos que hay o que se han diseñado'. La *tonalidad* o la *presencia de sonidos tonales* suceden generalmente cuando se produce una excitación de la frecuencia fundamental de resonancia del elemento constructivo. A menudo, la aparición de tonalidad no es ni tan solo planteada por el diseñador —quizás responde a las posibilidades del comportamiento sonoro de los materiales de la arquitectura—.

También es difícil hacer sonar diferentes melodías en un pavimento, pero es posible. En la película *Big*, el actor Tom Hanks salta por diferentes teclas de un gran piano extendido sobre el pavimento. En el Museo de Chicago se encuentra uno similar [5]

### **Tonalidad por membrana**

En un pavimento flotante —como el del acceso de la editorial Planeta en la avenida Diagonal de Barcelona— cada pieza se aguanta solo por las cuatro aristas. Se genera la tonalidad por percusión de la misma placa sobre sus soportes. Cuando se camina por él, el pie hace mover la placa —en el caso que los cuatro soportes no sean perfectamente coplanarios con la misma— y se produce una percusión inicial. Actualmente se han sustituido los antiguos soportes, que dejaban muchas piezas sueltas —soportadas por solo tres puntos—. Con la sustitución casi total de los antiguos soportes y el nuevo ajuste, se ha eliminado el «canto» de las piezas. Ahora debemos esperar que la movilidad para el mantenimiento de instalaciones inferiores y otras causas, vuelvan a dotar de voces a este pavimento. A continuación, al quitar el pie, el peso del cuerpo deja de actuar sobre la placa, la cual recupera su antigua posición de equilibrio y percute con un sonido final. En general, el sonido inicial y el final no son exactamente iguales, porque la percusión se ha realizado en lugares diferentes de la placa, y en ambos casos han actuado fuerzas distintas.

Un segundo ejemplo es el Pabellón Mies Van der Rohe, donde en cambio, se produce la tonalidad por percusión del pie sobre la membrana, como si se tratara de la membrana de un tambor. Figura 1.



Figura 1: Pabellón Mies Van der Rohe. Fuente: Daumal i Domènech, Francesc

También es un caso muy evidente el de los peldaños de una escalera calada, sobre todo si es metálica o soportada sobre estructuras que pueden vibrar, como por ejemplo, las escaleras del edificio del arquitecto Moragas i Riba, en la Via Augusta / plaza Molina, donde se pueden producir sonidos que generan sonidos particulares, como si cada peldaño formara parte de un enorme xilófono. Esto se debe a que los peldaños de la escalera se unen a su soporte mediante unos puntos o pequeñas líneas que permiten la vibración como membrana del peldaño.

La Figura 2 muestra los 30 registros sonoros realizados en las 10 sedes de distrito de Barcelona, actualmente en proceso de Geolocalización. En estos entornos se ha procedido a la caracterización



Figura 2: Localizaciones de los registros de diferentes paisajes sonoros en Barcelona [2]

### ADJETIVACIÓN SONORA

El trabajo que se desarrolló en el centro histórico de Azcapotzalco y en la colonia Roma en la Ciudad de México [6] consistió en asociar los sonidos urbanos con palabras clave (adjetivación) y derivarlo en imágenes, considerando que los espacios pueden tener infinidad de lecturas como: relaciones sonoras, textuales, visuales, sentimentales, entre otros.

Se consideró a su vez, que una cartografía sonora puede mostrar la red de relaciones en la ciudad, relaciones espaciales y capas como tipologías de fuentes sonoras discernibles.

Los resultados, se expresaron en mapas como se muestra en la Figura 3, donde pueden observarse adjetivos gráficos, como símbolos, y lingüísticos, como palabras que complementan dicha descripción. En algunos casos se adjetiva la percepción de confort como 'sereno' o 'relajante', o, de acuerdo al acento del espacio; como ruidoso, movido, activo, estruendoso o pausado, entre otros. Por otro lado, se muestran sonidos representativos de dicho espacio (marcas sonoras) y descritos por su presencia; destello, activo, chillón, entre otros. Todo esto en Azcapotzalco, CDMX.

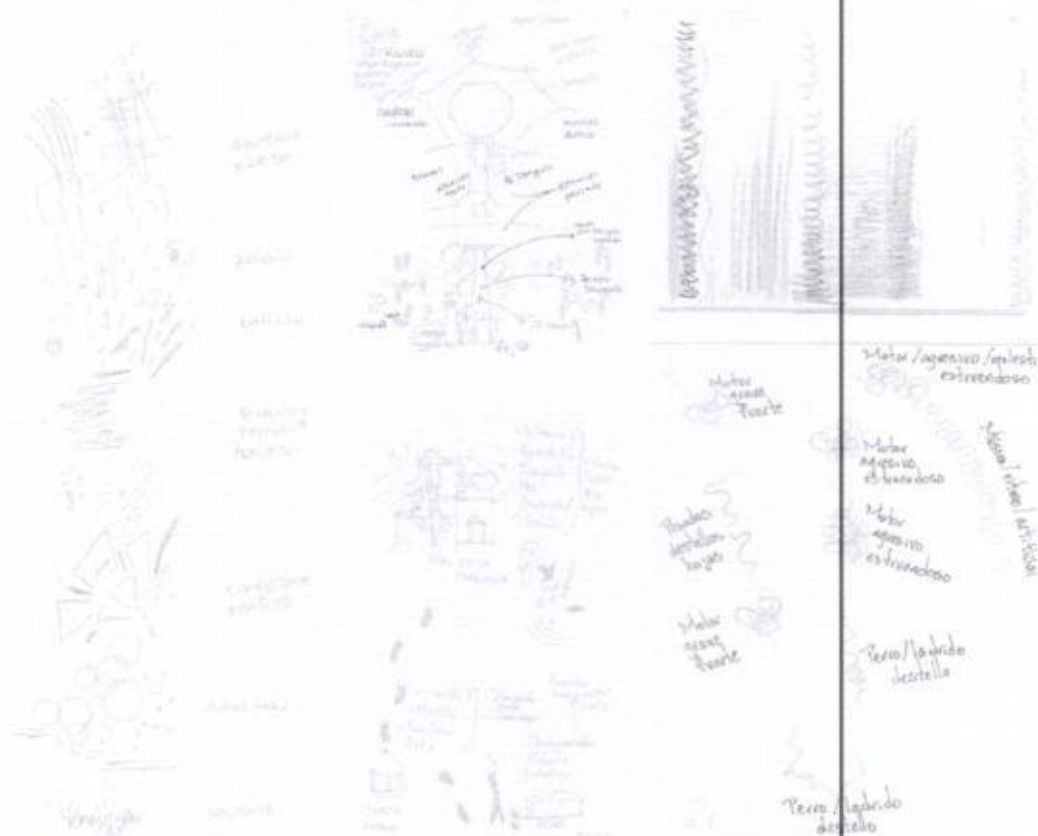


Figura 3. Derivación de caminata sonora en el Centro Histórico de Azcapotzalco: Fuente: elaboración de participantes del "Taller de cartografía sonora de la Ciudad de México" (2015).

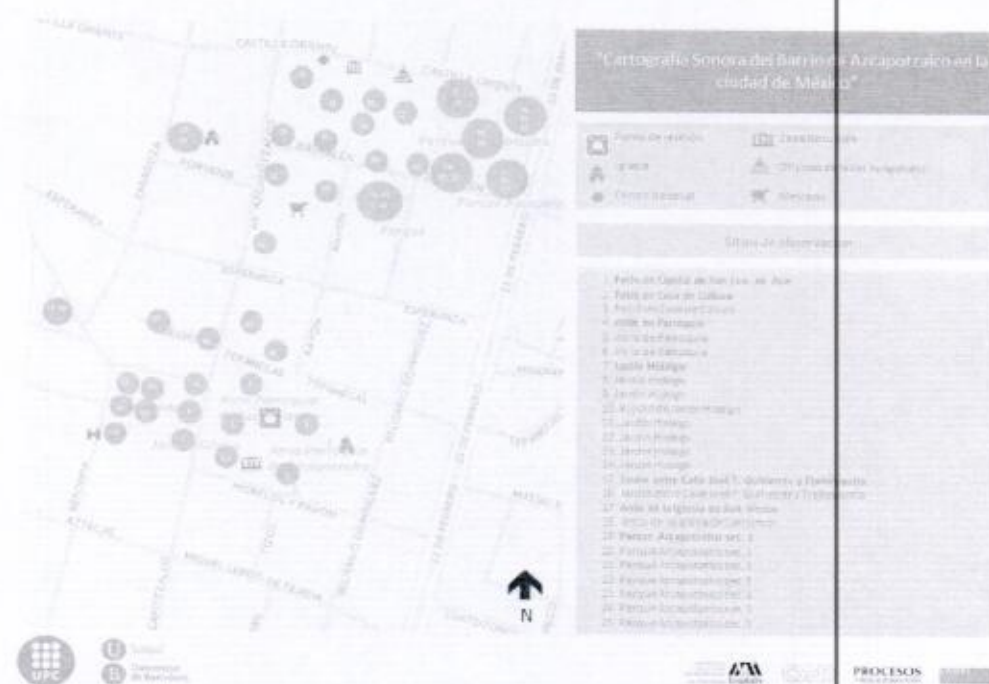


Figura 4. Mapa de ubicación del paisaje sonoro de Azcapotzalco. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del 'Taller Ruido y Paisaje Sonoro' en UAM-Azcapotzalco (septiembre, 2015) [6].

Una segunda intervención fue realizada con el taller 'Ruido y Salud', donde se evaluó el ruido percibido en zonas representativas de la colonia Roma Norte a través de representación gráfica, propuesta por los asistentes y se comparó con el mapa de ruido actual. La evaluación se efectuó, a través de mediciones, percepción del paisaje sonoro, intensidad de ruido percibida y grado de molestia. Ver Figura 4.

## CONCLUSIONES

El paisaje sonoro como síntesis de arte y ciencia resulta de la interpretación propia de los actores de la ciudad, esto enriquece extraordinariamente la percepción y las miradas que de la ciudad misma se tienen.

Vemos que estas definiciones de caracteres y adjetivos sonoros pueden ser compatibles con los objetivos de la segunda parte de la norma ISO12913 relativa al Paisaje Sonoro, por lo que esperamos sirvan a sus redactores.

Los ejercicios en Barcelona y la CDMX han resultado de un sabor y gusto acústico muy especial dada la variedad disciplinaria de los participantes: arquitectos, ingenieros, producción de audio, diseñadores y artistas. Los ejemplos obtenidos que pueden consultarse en la página web [cartosonora.wixsite.com/ladac/](http://cartosonora.wixsite.com/ladac/) muestran esa variedad y riqueza de percepciones lo que constituye una prueba de la necesidad que existe de enfocar los esfuerzos a convertir al sonido como uno de los ejes rectores del diseño arquitectónico y urbano de las ciudades.

## REFERENCIAS

- [1] ISO 12913:1:2014 *Acoustics—Soundscape—Part 1: Definition and Conceptual Framework*; International Association for Standardization: Geneva, Switzerland, 2014.
- [2]. Segura García, J.; Daumal i Domènech, F.; Felici Castell, S.; Cobos Serrano, M.; García Pineda, M.; Torres Aranda, A.M., 2017, *Relaciones entre percepción psicoacústica e información musical en Paisajes Sonoros*, Tecnia Acústica 2017, Sociedad Española de Acústica. A Coruña
- [3] Daumal Domenech, Francesc, 2002, *Arquitectura Acústica. Poética y Diseño*. ISBN: 84-8301-638-9, ISBN-13: 9788483016381, Edicions UPC, Barcelona, España.
- [4] Rodríguez-Manzo, Fausto (2013). *Espacio, sonido y arquitectura, una reflexión teórica acerca del carácter acústico del espacio arquitectónico*. Edit. LIMUSA. Ciudad de México.
- [5] *BIG* [película](Penny Marshall, 1988) Escena de película, *BIG*. Recuperado Agosto 2017: <https://www.youtube.com/watch?v=0YU6?StIsMY>
- [6] Cartografía sonora de la Ciudad de México [página web] (2016). Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico (LADAc), Universidad Autónoma Metropolitana 7 unidad Azcapotzalco. Recuperado en agosto del 2017: [cartosonora.wixsite.com/ladac/](http://cartosonora.wixsite.com/ladac/)

## ÚLTIMA BIBLIOGRAFIA DE LOS AUTORES de Tecnia Acústicas anteriores (Relativa al Paisaje Sonoro)

- Daumal i Domènech, Francesc; Piguillem Poch, Nuria, 2016, *Paisajes sonoros de Barcelona. (1). Itinerarios realizados para - Els Batecs del Barris - en 2015*. Tecnia Acústica 2016, Porto.
- Daumal i Domènech, Francesc; Piguillem Poch, Nuria; Díaz Blanco, Celia, 2016, *Paisajes sonoros de Barcelona. (2). Itinerarios realizados para - Arquitectura Acústica - en 2016*. Tecnia Acústica 2016, Porto.
- Francesc Daumal i Domènech, de Gortari, Jimena 2015. *La sonoridad de los espacios públicos. Barcelona-Ciudad de México*. Tecnia Acústica 2015, Valencia.
- Valdés Orellana, Fernando, Daumal i Domènech, Francesc, Redondo, Ernesto. 2014. *Aportación a los indicadores de calidad sonora del parque urbano (Barcelona versus Vilnius)* Tecnia Acústica 2014, Murcia.
- Daumal i Domènech, Francesc, Valdés Orellana, Fernando, 2013. *Espacios con Estética sonora*. Tecnia Acústica 2013, Valladolid.
- Daumal i Domènech, Francesc *Restauración acústica: El menú contra el ruido*. 2011. Tecnia Acústica 2011, SEA, Cáceres.





# SustentabiliCYAD

1  
Compilación y  
Gestión de la Información  
Educativa por el Cambio

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana  
Azcapotzalco





**SustentabilicYAD**

1 | *Colaboradores:* Gloria María Calderero Espinosa | Edwin Uribe Izquierdo

*Directora Médica:* Consuelo Espinosa | *Asesor:* Angélica Zambrano | *Revisor:* Francisco Rodríguez | *Revisión:* Estrella Dorantes | *Asesor:* Luis Yoshida | *Asesor:* Ashlyra | *Tamaño:* Fuentes Véliz | *Revisión:* Daniela Páez | *Tamaño:* Rodríguez, Mirón | *Shiva:* Daniela Pezón | *Marta:* Lucía Sánchez Carranza | *Alfonso:* Ríos Briceo | *Jose:* María Meléndez Sosa | *Rodrigo:* Manuel Palomera Brizola | *Edu:* Estel Izquierdo | *Jimenez:* | *Kenny:* Mauricio Arce | *Hayara:* | *Walter:* Andrés Ríos Zarate | *Gabriel:* Mirón Dorantes | *Fernando:* Suárez García

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

RECTOR GENERAL | Dr. SALVADOR VESA y LEÓN

SECRETARIO GENERAL | M. EN C.D. NORBERTO MANGUAREZ ÁLVAREZ

### UNIDAD AZCAPOTZALCO

RECTOR DE LA UNIDAD | Dr. FORTALDO LÓPEZ ZARATE

SECRETARIO DE LA UNIDAD | M. EN C.I. ADELARDO GONZÁLEZ APARICIO



Casa abierta al tiempo | Azcapotzalco

### DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN | Dr. ANIBAL FIGUEROA CASTRO

SECRETARIO ACADÉMICO | Mtro. HÉCTOR VALERO MADRIGAL



### DEPARTAMENTO DEL MEDIO AMBIENTE

JEFE DEL DEPARTAMENTO | Mtro. ANAQUEL ALONSO NAVARRETE

medioambiente



### ÁREA DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

JEFE DEL ÁREA | MTRA. GLORIA MARÍA CASTORENA ESPINOSA

**SustentabilicYAD.** Año 2017. Editada por la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la Unidad Azcapotzalco. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Prolongación Canal de Miramontes 3855. Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios. Delegación Tlalpan. C.P. 14307. México. Ciudad de México, y Av. San Pablo Xalpa Núm. 180. Col. Reynosa Tamaulipas, Delegación Azcapotzalco. C. P. 02200. México. Ciudad de México.

Primera Edición

ISBN 978-607-28-1100-3

Impresión y Reproducción en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

### COMITÉ EDITORIAL DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Presidente: Dr. Gabriel Solózar Contreras

Dr. Elizabeth Espinosa Dorantes | Mtra. Luis Yoshiki Ando Ashlyra

Mtra. Gloria María Castorena Espinosa | Mtra. Irma López Arredondo

D. I. Eduardo Ramos Watanabe | Mtra. Luis Franco Arias Ibarredo

### CONSEJO EDITORIAL DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Mtra. Gloria María Castorena Espinosa | Dr. Gabriel Solózar Contreras

Mtra. Irma López Arredondo | D. I. Eduardo Ramos Watanabe

### DICTAMINADORES ACADÉMICOS

Dr. Rodrigo Ramírez Ramírez

D. I. Eduardo Ramos Watanabe

Dr. Elizabeth Espinosa Dorantes

### DICTAMINADOR TÉCNICO

D.C.G. Estrella Ivette Martínez Dorantes

### DISEÑO EDITORIAL

D.C.G. Estrella Ivette Martínez Dorantes

D.C.G. Alejandra Montoy Ruz

Impreso y hecho en México | Printed and made in Mexico.



## INDICE

|  |     |
|--|-----|
| Introducción.  | 04  |
| 1. La sustentabilidad en la División de Ciencias y Artes para el Diseño.   | 06  |
| 2. Geo-Diseño aplicado en México: Un enfoque participativo del diseño sustentable.   | 18  |
| 3. Diseñando sustentablemente el hábitat.  | 28  |
| 4. Arquitectura y sustentabilidad. Instrumentos de diseño y gestión.   | 38  |
| 5. La sustentabilidad, una tarea para los diseñadores.   | 46  |
| 6. El diseño sustentable en los medios audiovisuales.  | 54  |
| 7. El ruido y la sustentabilidad, sistemas de evaluación.  | 68  |
| 8. La sustentabilidad y los centros comerciales.   | 76  |
| 9. Creación del laboratorio de estudios del hábitat sustentable para favorecer el desarrollo y la calidad de vida en zonas marginadas. | 84  |
| 10. Proyección de los sistemas informáticos para la administración integral en salud en México.  | 92  |
| 11. Curso/ Taller: Muros verdes productivos.   | 98  |
| 12. Curso/ Taller: Outbox Upcycled   | 106 |
| 13. Conclusiones   | 111 |



## Resumen

Las construcciones sustentables han sido medidas y calificadas por diversos sistemas de evaluación, con la finalidad de mejorar su desempeño y lograr mayores beneficios hacia los usuarios, el medio ambiente y la economía. En cuestiones medio ambientales no se han incluido criterios sobre factores acústicos, ni de ruido urbano a los sistemas. Las consecuencias y el impacto de la problemática del ruido pueden ser diversas, el uso de herramientas que permitan conocer su tendencia y predicción será ineludible y entonces permitirá alcanzar un diseño integral y sistemático de la sustentabilidad.

**Palabras clave:** Sustentabilidad; ruido urbano; desarrollo sustentable; sistemas de evaluación.

© 2017 Fausto Rodríguez & Silvia García UAM Azcapotzalco. Selección y aceptación de artículos bajo responsabilidad del organizador, UAM Azcapotzalco





## 7 EL RUIDO Y LA SUSTENTABILIDAD SISTEMA DE EVALUACIÓN

Autor: Fausto Rodríguez Manzo y Silvia García Martínez

### Abstract

The objective of this work is to define the concept of sustainable habitat. From the wide concept of living, understand the importance of "space experience". Understand spaces as ambits where experiences take place with its' own character and meaning. Thinking architecture not as an object but spaces where people will spend their lives. Sustainability is not only environmental or economic, but it is significantly social, where it must sustain social, cultural values and identity, and thus promote the integral development of individuals.

**Keywords:** Sustainability; urban noise; sustainable development; assessment systems.

© 2017 Fausto Rodríguez & Silvia García UAM Azcapotzalco. Selection and/or peer-review under responsibility of UAM Azcapotzalco chair.



### El concepto habitar

Los problemas medioambientales que generan las construcciones y edificaciones tienen un alto impacto sobre el entorno y los seres vivos. Específicamente la contaminación acústica urbana es un problema que no ha sido atacado por las políticas públicas, ni por las diferentes metodologías y sistemas de evaluación de las edificaciones sustentables, impactando a la sociedad, la economía y el medio ambiente, además difícilmente se generan planes de prevención o control del ruido.

La actual y constante preocupación ambiental mundial y del ahorro de los combustibles fósiles o la eficiencia en los procesos energéticos principalmente, han obligado a la población mundial a la creación de diversas herramientas para regular dichas situaciones, ya sea de forma obligatoria o voluntaria, todas compartiendo el mismo objetivo de proteger al medio ambiente y a los seres vivos.

El concepto de "Desarrollo Sustentable" tuvo sus inicios en los años setentas con la crisis y la creciente contaminación del ambiente, principalmente se originó de la necesidad de lograr un ahorro de energía y del gasto de combustibles fósiles.

En 1987, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo emitió un reporte titulado "Nuestro Futuro Común"<sup>4</sup>, conocido como el Informe Brundtland [1]. En él se formaliza por primera vez el concepto de Desarrollo Sustentable como:

*"Aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades".*

A partir de la década de 1990 se han desarrollado e implementado alrededor del mundo diversos sistemas de evaluación y certificación de la edificación sustentable, cuyo objetivo principal ha sido evaluar, medir y promover los principios sustentables aplicados en las edificaciones. Algunos de los principales sistemas son: BREEM (BRE -Environmental Assessment Method) UK; LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) EUA; Green Star – Australia; CASBEE – Japón, entre otros.

La mayoría de estos sistemas se basan en esquemas similares de agrupación de los criterios de sustentabilidad a evaluar en un edificio, como eficiencia energética, ahorro de agua, salud y bienestar, residuos o calidad del ambiente interior. Cabe hacer notar la ausencia de principios bioclimáticos o criterios relacionados a una región específica, así como de factores acústicos y de impacto de ruido urbano, y en ciertos casos algunos únicamente atienden criterios generales de ventilación o iluminación natural.

<sup>4</sup> "Nuestro Futuro Común" (1987). Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Oxford University Press. EUA.





Es de suma importancia considerar los factores acústicos y el análisis del impacto de ruido urbano en el desarrollo sustentable, partiendo de la idea que para lograr la "Sustentabilidad" en las edificaciones es necesario considerar un diseño integral y sistemático, con el fin de lograr el bienestar de los seres humanos reduciendo además el daño hacia el medio ambiente.

Actualmente sólo algunos sistemas de evaluación y certificación de los existentes consideran criterios de evaluación acústica que son aplicables a los espacios interiores. La siguiente tabla muestra un resumen de éstos y una breve descripción del contenido de los factores acústicos (Tabla 1).

| SISTEMA  | PAÍS           | CRITERIO                       | CONTENIDO   |
|--|----------------|--------------------------------|---|
| BREEAM<br>Vivienda [2]<br>2011   | Reino Unido    | Aislamiento Acústico           | Garantizar la provisión de aislamiento acústico mejorado para reducir la posibilidad de quejas de los vecinos relacionadas con el ruido   |
| BREEAM<br>Urbanismo [3]<br>2012  | Reino Unido    | n/a                            | No considera criterios de impacto de ruido ambiental  |
| LEED v3 [4]<br>2009<br>(Solo para escuelas)                                  | Estados Unidos | Desempeño Acústico Mínimo      | Proveer salones o espacios acondicionados para que los profesores, puedan dar sus clases sin esforzar la voz, y los estudiantes puedan comunicarse efectivamente uno con otro y con el profesor<br>Empieza cálculos del Tiempo de Reverberación en los interiores y cálculos para la absorción de las superficies y materiales, principalmente en plafones y muros<br>Restricciones para ruido generado por equipos de calefacción y aire acondicionado |
| CASBEE<br>(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) | Japón          | Aislamiento y Control Acústico | Control de los niveles de ruido de fondo<br>Aislamiento Acústico<br>Absorción Acústica<br>Ruido generado por quipos   |

Tabla 1: Sistemas de Evaluación

Los anteriores sistemas de certificación de la edificación sustentable tienen consideraciones de factores acústicos (como aislamiento y absorción), principalmente hacia el interior de los espacios o espacios muy específicos como los son las escuelas. En ningún caso incluyen el análisis y la evaluación del impacto de ruido urbano.

#### El sonido y el ruido urbano

El sonido es materia de diversas disciplinas pero la que lo describe desde el punto de vista físico es la acústica, la ciencia del sonido, y se define como la transmisión de energía a través de un medio sólido, líquido o gaseoso en forma de vibraciones.

Si consideramos que la arquitectura sustentable integra criterios favorables al medio ambiente, principalmente al confort del usuario, es importante que los aspectos acústicos no queden de lado. Es decir debe considerarse en el diseño de cualquier desarrollo o edificación sustentable que permita lograr el confort del ser humano, respetando el medio ambiente.

El ruido ha sido cada vez más reconocido como uno de los problemas críticos de contaminación ambiental. Al igual que el aire

y la contaminación del agua, la contaminación de ruido aumenta

con la densidad de población. En las zonas urbanas, es una grave amenaza para la calidad de vida. Produce pérdida de la audición, priva del sueño e interfiere con la comunicación (ASA [5]).

Una de las principales problemáticas de las grandes ciudades es la contaminación acústica, y puede tener repercusiones en el entorno natural, físico, económico y social.

El ruido urbano es un sonido no deseado y perjudicial generado por actividades humanas, incluyendo el tráfico vehicular, ferroviario, aéreo; la industria; la construcción y el entretenimiento, y es percibido en el ambiente cercano a las viviendas, parques y escuelas, entre otras (Kang [6]).

#### El problema del ruido y sus impactos

El ruido ambiental considerado como uno de los contaminantes que más afecta a las ciudades y en particular a los seres humanos, tiene un impacto en la salud humana ya sea de tipo fisiológico o psicológico.

Los efectos potenciales del ruido ambiental incluyen la sordera, sobresaltos y reacciones de defensa, dolor y discomfort en el







oído, interferencia del habla, perturbación del sueño, efectos cardiovasculares, reducción del rendimiento y molestia. Estos afectan a la salud, sucesivamente pueden conducir a una discapacidad social, reducción de la productividad, bajo desempeño del aprendizaje, ausentismo al trabajo o la escuela y accidentes (Berglun et al., [7]).

De acuerdo al Programa Internacional de Seguridad Química de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el efecto adverso al ruido, se define como un cambio en la morfología y la psicología de un organismo que resulta en la disminución de su capacidad funcional, la reducción de su capacidad para manejar la tensión, o el incremento de la susceptibilidad a los efectos dañinos de otras influencias del medio ambiente (WHO [8]). Esta definición incluye afectaciones temporales o permanentes del funcionamiento físico o psicológico de los seres humanos u otros organismos.

#### Evaluación del impacto del ruido urbano

Para poder realizar un análisis y evaluación del ruido urbano, hay que identificar primero las principales fuentes sonoras que producen ruido en la ciudad y los problemas que genera. Así

como estudiar las tendencias de comportamiento e identificar con detalle los niveles sonoros por dichas fuentes (Rodríguez [9]).

El impacto del ruido urbano, no es evaluado dentro de los sistemas de evaluación de las edificaciones sustentables, como se indicó anteriormente, sin embargo la evaluación del ruido es esencial para asegurar que los límites de ruido sean respetados.

#### Normatividad / Legislaciones

La preocupación por evaluar el ruido ambiental es creciente, sin embargo solo se ha desarrollado en algunos países. Generalmente las normas de ruido se han relacionado con el ámbito laboral o con la existencia de fuentes fijas, así es el caso de México donde se cuenta con las normas oficiales NOM-011-STPS-2001 (Establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido) y la NOM-081-SE-MARNAT-1994 (Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición) y por otro lado la NADF-005-AMBT (Establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras) pero en ningún caso se aborda el problema del ruido ambiental.

En materia de ruido ambiental, en la Comunidad Europea en el año de 2002 se emite la Directiva [10] del Parlamento Europeo y del Consejo del 25 de Junio 2002. Esta Directiva pretende reducir gradualmente la molestia originada por el ruido en Europa por medio de la realización de Mapas de Ruido Estratégicos y de Planes de Acción cerca de las fuentes de ruido más importantes y en las zonas urbanas (Aspuru [11]).

A nivel internacional, tanto la OCDE (*Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*) como la Unión Europea, recomiendan valores referentes a niveles de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los periodos diurnos y nocturnos, en base a parámetros estándares de ruido, que permiten representar un promedio energético del ruido para cada uno de los periodos señalados.

### Recomendaciones OCDE - UE

|                  |        |
|------------------|--------|
| Periodo Diurno   | 65 dBA |
| Periodo Nocturno | 55dBA  |

Fig. 1 Recomendaciones OCDE-UE

Así tenemos entonces que las edificaciones sustentables deben integrar las estrategias que permitan lograr los mejores beneficios para los seres vivos y el medio ambiente, existen sistemas de evaluación que las califican pero ninguno se refiere al ruido urbano sino simplemente a las condiciones acústicas de las edificaciones y sus espacios. Si tomamos en cuenta que el ruido ambiental es un contaminante de alto impacto sobre la sociedad, la economía y el medio ambiente, como se ha venido describiendo en los párrafos anteriores, existe una necesidad de involucrar este fenómeno en los sistemas de evaluación del grado de sustentabilidad del entorno construido.

Para integrar estos conceptos es necesario entender de qué manera se puede predecir el ruido ambiental para que a partir de ello se puedan implementar métodos de evaluación comparables con los criterios de sustentabilidad.

Los criterios de evaluación del impacto sonoro deben hacer referencia e incluir en su metodología a las normas nacionales y en su caso a las internacionales con el fin de lograr los mayores beneficios.





## Conclusión

La necesidad de generar métodos o sistemas de evaluación y calificación de criterios de sustentabilidad aplicados a las edificaciones, se ha ido desarrollado con el fin de mejorar dichos criterios, guiar y medir el desempeño, aunque muchos de estos sistemas han sido implementados en gran parte del mundo, aún se muestran algunas deficiencias.

La mayoría de las edificaciones y desarrollos urbanos sustentables no le han dado la importancia merecida a los factores acústicos y de impacto de ruido, por lo que es conveniente que los sistemas de certificación o de evaluación de la edificación sustentable los considere y también considere estrategias para la prevención, la reducción y el control del ruido urbano.

Algunos de los sistemas de evaluación actualmente consideran los factores acústicos a una escala menor, es decir, espacios inferiores. Los criterios de evaluación a nivel urbano apoyados en herramientas como los mapas de ruido, ofrecen una visión a una escala mayor de las causas del impacto y puedan ser identificadas más claramente.

El desarrollo de modelos de predicción o mapas de ruido, permiten identificar los focos de los problemas, para que así las medidas preventivas y de control se concentren en esas fuentes específicas o puntuales. La utilización periódica de estas herramientas debiera ser para las ciudades de todo el mundo y no únicamente para las pertenecientes a la Comunidad Europea.

Cabe hacer notar que no se puede generar un proyecto sustentable si no se integra a la comunidad (Bill Reed [12]). Sin un plan integral de sustentabilidad, donde intervengan todas las disciplinas involucradas, y se conjunten esfuerzos no se obtendrán los logros deseados.

Además la implementación de políticas debe ir acompañada de campañas de concienciación o sensibilización sobre el problema que significa el ruido ambiental para los seres humanos y por lo tanto para las comunidades, resaltando la responsabilidad que implica la creación de fuentes de ruido a partir de las actividades urbanas como es el caso de la construcción, la industria, el comercio y el entretenimiento entre otras.

## Referencias

- [1] Brundtland (1987)  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/en/>  
Fact sheet 258.
- [2] BREEAM (2011). Manual BREEAM ES Vivienda.
- [3] BREEAM (2012). Manual BREEAM ES Urbanismo.
- [4] LEED (2009). Reference Guide for Green Building Design and Construction. P. 423.
- [5] ASA (2000) Acoustical Society of America. Classroom Acoustics. American National Standard. EUA.
- [6] Kang, J. (2007) Urban sound environment. Taylor & Francis incorporating Spon, London.
- [7] Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. eds. 1999. Guidelines for Community Noise. London:World Health Organization.
- [8] WHO (1994). Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-Based Exposure Limits. Geneva: World Health Organization. Sitio web:
- [9] Rodríguez F., Garay E., Lancón L.(2010) El ruido y la Ciudad. Anuario de Espacios Urbanos-Historia, Cultura y Diseño.
- [10] Directiva (2002). Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- [11] Aspuru Itziar, Vázquez Manuel, Eguiguren José Luis (2010). SIGRU: Sistema Integral de Gestión del Ruido Urbano. Una respuesta a la implantación de la directiva desde diferentes ámbitos de la administradora en Bizkaia. Publicado en: Auge 21. Revista de Difusión Científica.
- [12] Reed, Bill (2010). Integrative Design. <http://www.integrative-design.net/biographies.htm>





**EN - Environmental Acoustics & Community Noise: Road Traffic Noise Modelling and Noise Barrier ICA2016-564****A study of the acoustics of the urban space in Mexico City through physical scale models: A first approach**

**Fausto E. Rodríguez-Manzo<sup>\*(a)</sup>, Laura Lancón-Rivera<sup>(a)</sup>, Elisa Garay-Vargas<sup>(a)</sup>, Ernesto Vázquez-Cerón<sup>(b)</sup>, Jorge Chávez-Gómez<sup>(b)</sup>, Silvia García-Martínez<sup>(a)</sup>, Rafael Villeda-Ayala<sup>(c)</sup>, Dulce Ponce-Patrón<sup>(d)</sup>**

(a) Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, CyAD - Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Ciudad De México, México, [ladac@correo.azc.uam.mx](mailto:ladac@correo.azc.uam.mx), [faustoarq.net@gmail.com](mailto:faustoarq.net@gmail.com)

(b) Departamento de Electrónica, CBI - Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Ciudad De México, México, [ladac@correo.azc.uam.mx](mailto:ladac@correo.azc.uam.mx), [ervc@azc.uam.mx](mailto:ervc@azc.uam.mx)

(c) Taller de Modelos y Maquetas, CyAD - Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Ciudad De México, México, [ladac@correo.azc.uam.mx](mailto:ladac@correo.azc.uam.mx), [rafavilleda@yahoo.com](mailto:rafavilleda@yahoo.com)

(d) Posgrado en Diseño Bioclimático, CyAD - Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Ciudad De México, México, [ladac@correo.azc.uam.mx](mailto:ladac@correo.azc.uam.mx), [dulc.dp@gmail.com](mailto:dulc.dp@gmail.com)

**Abstract**

The urban space has been acoustically analyzed through noise mapping as well as applied mathematics in computer simulation models. This involves the use of statistical data for modelling and the calculation and finding of areas influenced by noise. Both computer-simulated models and physical scale models are utilized to study the sound response of the architectural space. The difference between these two methods is that real sound is used in physical scale models while mathematics are used to simulate sound in computer models. In the field of urban acoustics it is important to know more about the use of real sound in models, as it can give us a more realistic idea of the acoustic behaviour of the space. The study of the acoustic response of the urban space is important because it allows us to understand the impact buildings have in the sound environment of that particular space. Furthermore, acoustic scale models provide a deep understanding of real sound interaction. This paper shows the process developed to find the different options of acoustic analysis of the urban space in Mexico City through the use of scale models. The process included reviewing scales, urban morphology, materials, sound sources, façade design, building dimensions and urban components, among others. The goal is to establish the most suitable method for this type of analysis of Mexico City, which has a specific set of characteristics. It is important to highlight that this study is proposed from an architectural and urbanism point of view.

**Keywords:** urban acoustics, scale models, acoustic measurements, urban canyons, urban squares

## **A study of the acoustics of the urban space in Mexico City through physical scale models: A first approach**

### **1 Introduction**

Within the field of environmental acoustics, numerous studies have focused on the behaviour of sound in urban areas, which are aimed to determine the impact of road traffic noise. In order to determine this type of behaviour there are various methods to predict it, from mathematical models, computer simulation models to scale models.

In the field of architecture and urban planning, the use of scale models is a common practice in order to visualize and study the space and its elements. In practice, various types of analyses can be performed that may include studies of space and form, urban image, urban planning and urban design or studies on aspects that can be related to the environmental conditions of the city such as lighting, wind and sunlight. In this sense, the use of scale models for the study of urban sound environment is a possibility.

Acoustic aspects of urban space may have different approaches, from those that relate to the propagation of sound levels, to those, which study the acoustic response of urban space due to urban and architectural configurations. However, the main interest in architecture and urbanism is the acoustic response and the acoustic increase of sound levels in urban space due to buildings and space dimensions.

The work presented aims to make an inquiry about the possibilities of acoustic simulation of urban spaces to integrate it into architectural and urban studies in order to use this technique to study the urban space in Mexico City. The aim of this study is a research on the sound environment, searching and taking into account materials, scales, sound sources, receivers and equipment. For this purpose, an interdisciplinary team takes part, where architects and planners, electronic engineers, model technicians and designers as well as graduate students are intervening.

One of the situations we must consider also is the fact that materials, tools and instruments are those we have at hand, since this is an academic project with a very limited budget. The complete study is designed to perform the following exercises taking into account:

- Different sound sources: a sound speaker for continuous sound and a spark generator for an impulse source.
- Different measuring environments: a hemi-anechoic chamber and an outer controlled space, like a closed garden or a courtyard.
- Different scales for models: 1:50, 1:40 and 1:20 in metric scale.
- Different scale model materials: acrylic sheets and Medium Density Fibreboard (MDF).

- Different urban configurations: Street canyons and urban squares.
- Different validation methods: Computer room acoustic models, noise mapping and site measurements.

Since this is a long-term project, for now we are presenting just the preliminary activities and results. We should clarify that being inexperienced in this area of urban acoustic simulations on scale models; we have met with various situations (technical and atmospheric) some of which are still in the process of solution.

The preliminary results presented are subject to an even greater analysis. It consists of exercises in 1:40 scale models built with acrylic sheets and Medium Density Fibreboard (MDF), using a loudspeaker to generate a continuous sound and interrupted sound in a hemi-anechoic chamber.

The structure of this paper follows this order: Introduction, Background studies, Methodology, Preliminary results and Discussion and conclusions.

## 2 Background studies

Studies on the propagation of sound were made until 1965 specifically studying streets, where Wiener et al. [1] consider the specular reflections on the facades of buildings, measurements of sound levels and reverberation time, in addition, considering weather conditions affecting the sound attenuation in the atmosphere. The phenomena such as sound reflection, absorption, diffraction and diffusion [2-5] has been studied through the use of scale models and physical characteristics on facades.

Studies of the impact of noise in buildings were developed by Ismail & Oldham [2] through a simple model (esc 1:15) of sound reflected prediction of the irregular facades found in real buildings. Hornikx and Forssén [5] developed studies on sound propagation in scale models (1:40) with a sound source located in a parallel urban canyons.

Picaut and Simon [3] developed scale model experiments, in order to study the propagation of sound in streets, their interest is based on reproduce physical phenomena in streets as multiple reflections and diffuse scattering generated by irregular facades. Acoustic measurements in the model were achieved through a sound source discharge spark broad spectrum. In this study, sound attenuation and reverberation measurements in the scale model were compared with actual measurements in streets.

Kang [6] suggests the use of diffuse reflections rather than specular reflections in the modelling of sound propagation in urban streets, therefore generating considerable differences between the results of the field of sound. KK lu & Li [7] conducted studies on narrow canyons spread of less than 10m and generated a mathematical model to predict sound fields in urban streets, through a case study of a typical street represented by two impedance reflecting walls and flat floor.



Among other experimental research through scale models and numerical methods, urban open areas (courtyards) and streets were studying, considering the phenomenon of resonance of low frequencies [8]. Other study provided insight into noise mitigation through the use of vegetation, green walls, roof gardens, etc. [9], using models at a scale of 1:10 of a canyon and a courtyard.

### 3 Methodology

#### 3.1 Scale model setup

For this experiment and having studied the various researches mentioned before, an analysis was made to conclude feasible scales and dimensions able to perform acoustic measurements in the hemi-anechoic chamber, in accordance with its size, which is located at the Laboratory of Analysis and Acoustic Design (LADAc). Another consideration taken was the materials selection, the equipment and instrumentation and an acoustic simulation software.

##### 3.1.1 Physical configurations

Different configurations of public spaces were chosen for this research, such as street type sections and a square with an average of dimension prevailing in Mexico City.

The scale selected for the scale models was 1:40 and was limited in relation to the dimensions of the hemi-anechoic chamber and to the type of public space to build, e.g. the square model. For the construction of urban models, parallelepipeds of various sizes were made (fig. 1) to generate various types of accommodations and configurations. The height of the blocks simulates a floor of 2.4 meters, according to the Building Regulations of Mexico City [10]. The largest side of the block (0.24 m) simulates a face of a typical facade of 9.60 m, the medium side has a length of 7.2m and the smallest of 4.8 m.

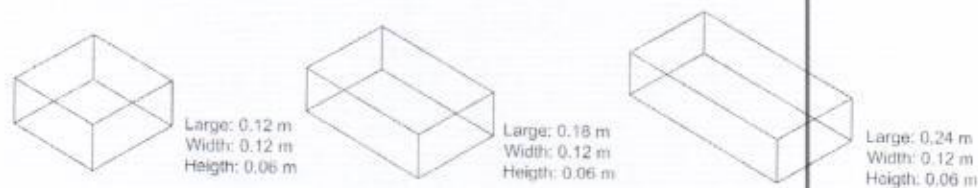


Figure 1: Parallelepiped dimensions

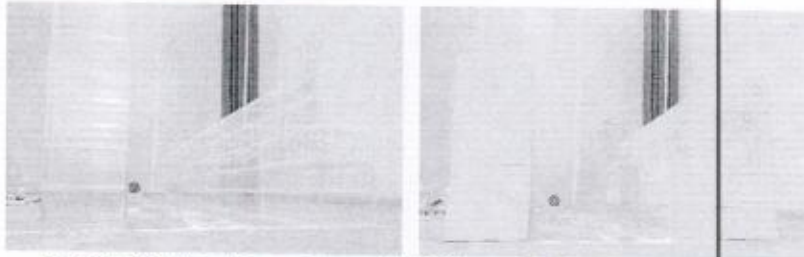
The blocks allowed six configurations in order to measure and test them (Table 1), of which the first four represent streets with different widths and heights and the latter two cases are a square model with different heights. The canyon length corresponds to 86.4 m and width of the streets was considered based on the average measures of a main road and a local road that are 25 m and 13 m respectively [11]. It was used two generic and contrasting heights, the two levels corresponds to the average height of buildings in Mexico City, in general for the housing use, and configuration of five levels corresponds to areas with buildings in urban corridors with mixed land use.

**Table 1: Configurations of selected public spaces.**

| Public Space | Length  | Width | Height           |
|--------------|---------|-------|------------------|
| Street       | 86.40 m | 13 m  | 4.8 m (2 levels) |
| Street       | 86.40 m | 13 m  | 12 m (5 levels)  |
| Street       | 86.40 m | 25 m  | 4.8 m (2 levels) |
| Street       | 86.40 m | 25 m  | 12 m (5 levels)  |
| Square       | 50 m    | 50 m  | 4.8 m (2 levels) |
| Square       | 50 m    | 50 m  | 12 m (5 levels)  |

### 3.1.2 Materials

Taking in consideration other previous research [1-9], the materials selected for the blocks production shown in figure 1 were 6 mm acrylic plates, which simulates smooth concrete. MDF wood of 6 and 9 mm to simulate concrete blocks or bricks. An example of the configuration made for each material is shown in figure 2 and 3.

**Figure 2: Acrylic scale model. Figure 3: MDF scale model**

### 3.1.3 Measurement setup

The ISO 3382 standard was considered as a reference for the arrangement of the sound source and microphones, in order to cover the greatest area of the model space. An array of six microphones was done for each of the scale models and a sound source was placed at the end of each configuration, of the four streets cases (fig. 4a and 4b) and in the middle on one of the wall sides in the square models (fig. 4c).

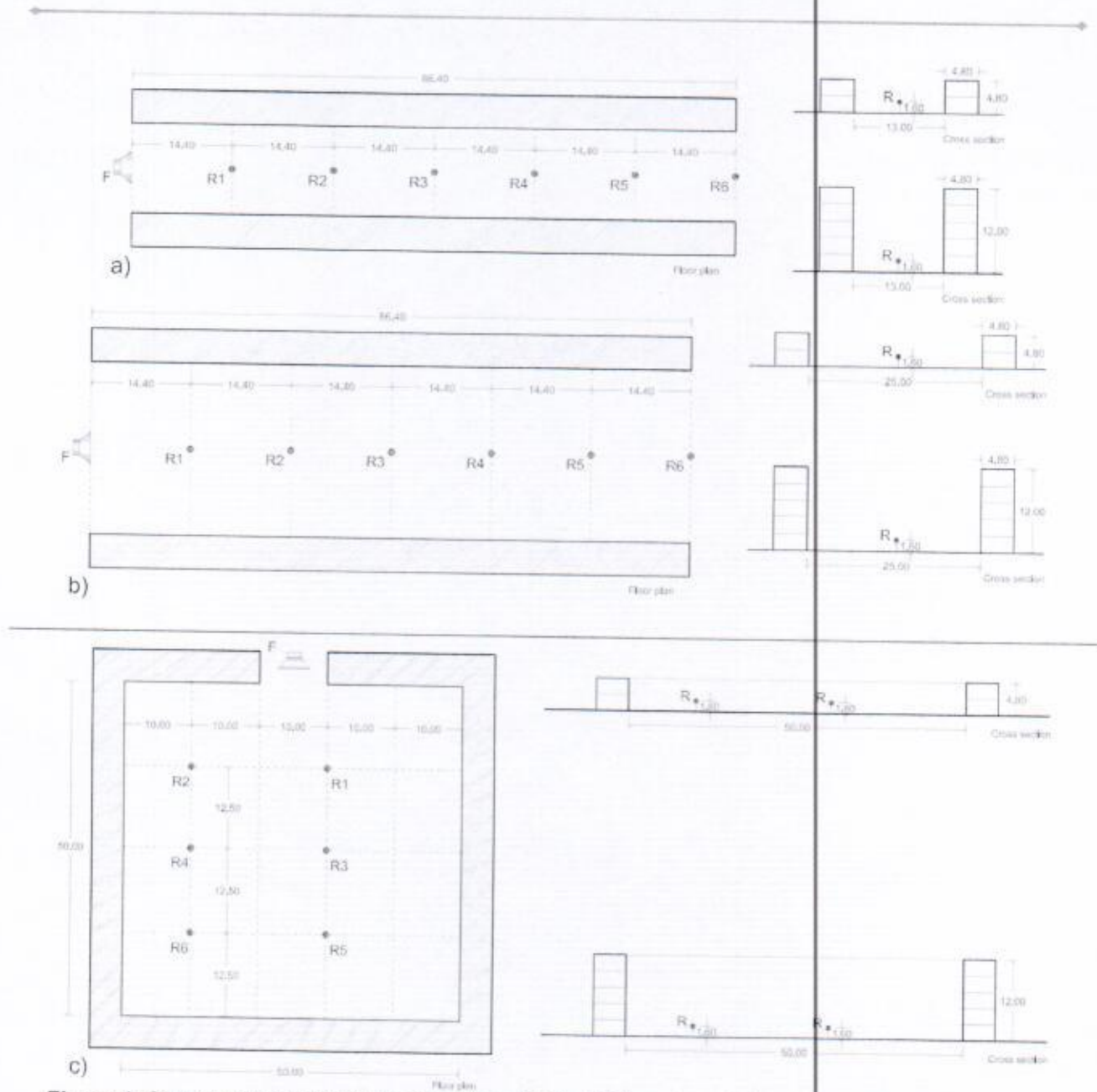


Figure 4: Source (F) and receivers positions (R1 to R6) on streets (a y b) and on one square (c)

### 3.2 Measurements

The selected noise signals generated for the 1:40 scale models were frequencies of 5, 10 and 20 kHz, corresponding to the frequencies 125, 250 and 500 Hz in 1:1 scale. This signal selection focuses on low frequencies, due to an important stand point that refers to frequencies produced by vehicle engines [12] that are the main cause of noise and nuisance in Mexico City.

Each signal lasted two seconds with sufficient intensity to excite the space. A BIOPAC MP150 data acquisition system was used as digital to analogue converter. The analogue signal generated passed through a power amplifier, which reached a BOC-490 speaker to generate noise with a specific content of each frequency. A sampling frequency of 50 kHz was considered and an array of six JBL 64 PNT microphones were placed 4 cm above the floor level to carry out the simultaneous recording of the sound response emitted by the speaker. This speaker with an impedance of 4 Ohms and covers the frequencies generated. The signals recorded by each microphone were passed through an INA102 instrumentation amplifier, which is characterized by a high input impedance. A digital signal processing by the six microphones was implemented, consisting of a zero-phase finite impulse-response filtering process. The signal for each microphone was filtered and the SPL<sub>eq</sub> and decay time were obtained by MATLAB software. The following diagram shows the procedure (fig. 5).

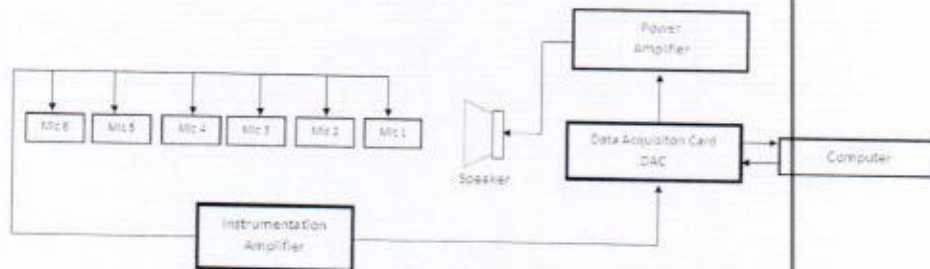


Figure 5: Measurement diagram

## 4 Preliminary results

Measurements were performed in the six arrangements shown on Table 1, for both materials. Every measurement was carried out three times for each frequency, considering that temperature and humidity conditions were similar.

To compare the results obtained from the SPL<sub>eq</sub>, an additional empty space measurement was performed to find any variation with respect to this frame of reference, depending on each arrangement. Each graph shows the dB behaviour for the six microphones in all the configurations for both materials by frequency.

In the case of the 13 m width street, it is observed that at the frequencies of 5 kHz and 10 kHz, the highest levels were obtained with the acrylic scale models. The MDF scale models behaviour was more alike to the one found in the empty space and even in the 10 kHz the levels are lower in microphone 1, 3 and 4, due to the material porosities as it has no varnish applied. In the case of 20 kHz, results are more stable than at other frequencies and registered sound levels do not exceed 80 dB (fig. 6).

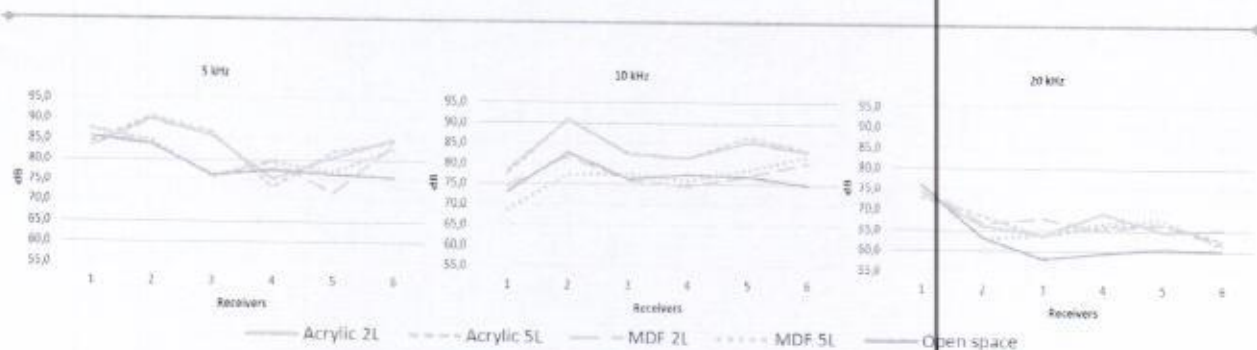


Figure 6: SPLeq 13 m width street

In the case of 25 m width street, the behaviour of both models in the frequency of 5 kHz is very similar between materials and compared with empty space there is almost no change, thus it is shown that the width of the street does not generate a canyon that would amplify the sound for this frequency. In the case of the frequency of 10 kHz is observed that there was an increase, mainly in the acrylic scale models, same as in the previous case. The 20 kHz frequency shows similar behaviour to the previous case (fig. 7).

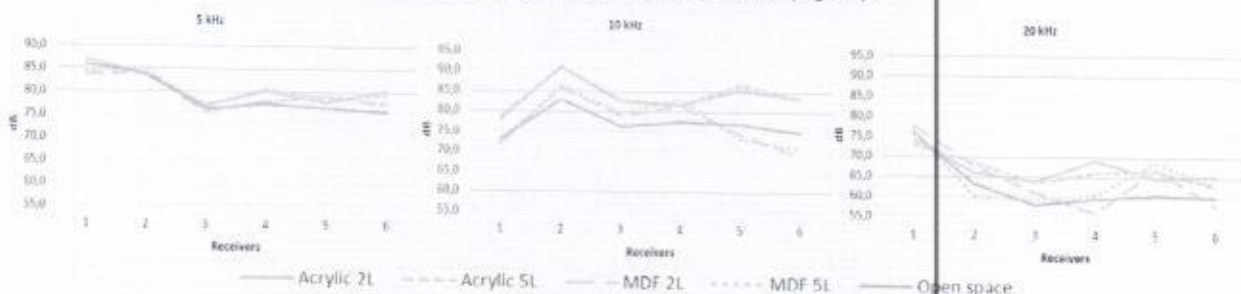


Figure 7: SPLeq 25 m width street

In the case of the square configuration the signal received by the six microphones does not show significant variation among them compared with the street configurations, therefore showing that the increment is more stable for both materials and present similar behaviour (fig. 8).

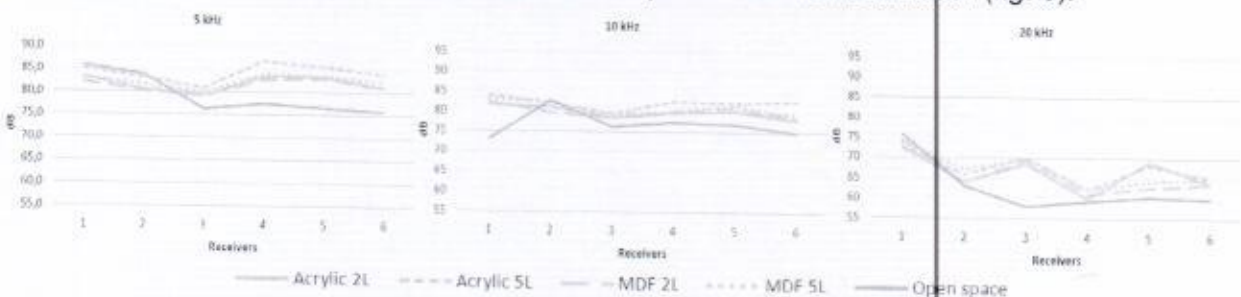


Figure 8: SPLeq square

The results of the reverberation time are shown in figure 9. The comparison between the materials shows that the two levels configurations behave similarly and in the five levels configurations the

reverberation time has significant variations. Acrylic scale models are more reverberant while wider space is presented, such as the 25 m width street and squares. In the case of the narrowest street (13 m), MDF in 2 and 5 levels showed that the reverberation time increased.

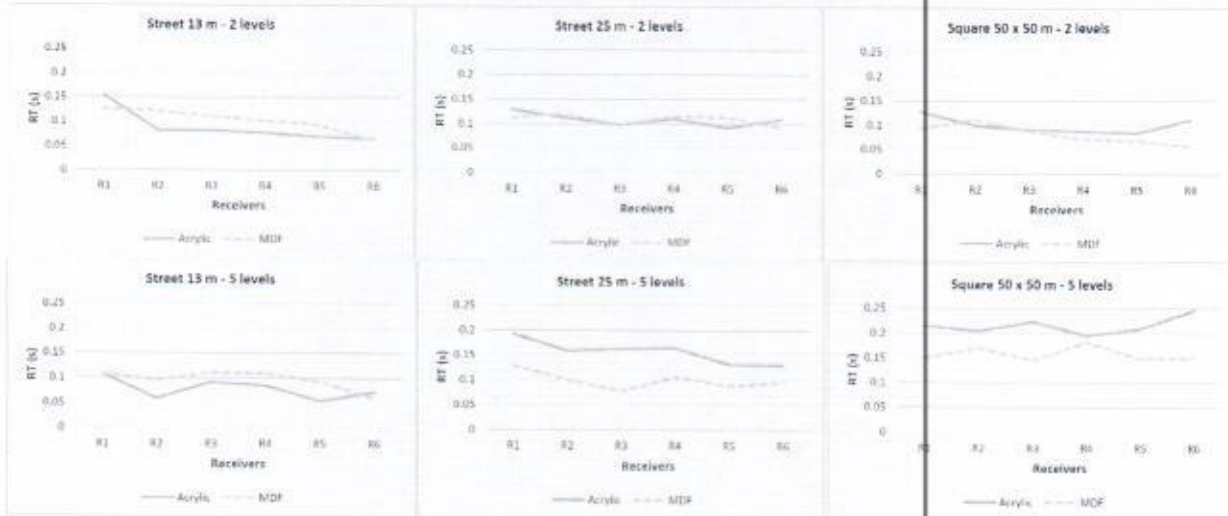


Figure 9: Reverberation Time (RT) for all configurations

## 5 Discussion and conclusions

An urban scale model of streets canyons and squares within the Mexico City urban and architectural typical configuration has been built for acoustic testing. The preliminary results obtained are mainly of SPL<sub>eq</sub> measurements and RT measurements first attempts.

All these measurements still need to be validated through computer models, noise maps and site measurements comparisons. Some problems have been presented through RT measurements since the scale models are somewhat higher results. This is probably due to the type of sound source and to the measuring and environmental conditions, but this is still under study.

The SPL<sub>eq</sub> differences show that the narrower the street canyon the more differences between sound receivers due to sound resonances. The use of acrylic and MDF as model materials showed a test consistent behaviour at 10 kHz and 20 kHz scale frequencies, but there were important differences at 5 kHz scale frequency.

This project has the aim of the acoustic scale modelling of the Mexico City Urban Space in order to study the relations between urban and architectural configurations and the sound environment, and will be finished next year. The environmental noise in the urban space of Mexico City, even when the urban configuration of Mexico City has similarities to other large cities, has such specific characteristics that makes it an important research problem.

## Acknowledgments

\*The author acknowledges the support that the National Council of Science and Technology in Mexico (CONACYT) has given to the research project titled: "El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México: Problemas y modelos de solución" (The environmental noise in the urban space of Mexico City: Problems and solution models). This communication is part of the preliminary results of the project. The support has been possible through funds of the "Fondo Sectorial de Investigación para la Educación SEP-CONACYT" (Sectorial Research Fund for Education).

## References

- [1] Wiener FM; Malme CI; Gogos CM. Sound Propagation in urban areas. *J Acoust Soc Am*, Vol. 37, Num. 4, 1965, 738-47.
- [2] Ismail MR; Oldham DJ. A scale model investigation of sound reflection from building facades. *Elsevier, Applied Acoustics* 66, 2005, 123-147.
- [3] Picaut J and Simon L. A scale model experiment for the study of sound propagation in urban areas. *Elsevier, Applied Acoustics* 62, 2001, 327-340.
- [4] Lyon R; Blair C; De Jong R. Evaluating effects of vegetation on the acoustical environment by physical scale-modeling. *Proceedings of the Conference on Metropolitan Physical Environment*, Upper Darby, PA, 1977, 218-225.
- [5] Hornikx M and Forssén J. A Scale Model Study of Parallel Urban Canyons. *Acta Acústica Unmited with Acustica*. Vol. 94. 2008. 265-281.
- [6] Kang J. Sound propagation in street canyons: Comparison between diffusely and geometrically reflecting boundaries. *J Acoust. Soc. Am*. Vol. 107 No. 3. 2000. 1394-1404.
- [7] K. K. lu & Li M. The propagation of sound in narrow street canyons. *J Acoust. Soc. Am*. Vol. 112 No. 2. 2002.
- [8] Molerón M; Félix S; Pagneaux V; Richoux O. Low frequency acoustic resonances in urban courtyards. *J. Acoust Soc Am*. Vol. 135. No. 1. 2014.
- [9] Jang H S; Chan Lee S; Jeon J Y; Kang J. Evaluation of road traffic noise abatement by vegetation treatment in a 1:10 urban scale model. *J. Acoust Soc Am*. Vol. 138. 2015.3884-3895.
- [10] Arnal L & Betancourt M. *Building Regulations of Mexico City*. Trillas. 2009.
- [11] *Design Manual Public Space*. Dirección General de Obras Públicas de Zapopan. Mexico.
- [12] Roberts, Cedric. Low Frequency Noise form Transportation Sources. *Proceedings of 20<sup>th</sup> International Congress on Acoustics, ICA*. 2010.

# La ciudad: crisis y sustentabilidad

Las áreas verdes  
en la ciudad  
sustentable

Ciudades difíciles,  
crisis y globalización  
neoliberal

La contaminación  
acústica y su impacto  
en el espacio urbano  
de la Ciudad de México

La crisis ambiental  
como crisis  
del conocimiento  
y la necesidad de  
enfoques  
epistemológicos  
más amplios



# Directorio

## Consejo Editorial

Dr. Ma. Eugenia Ibarraán Viniegra

(UIA-Puebla)

Dr. Rosalva Landa Ordaz

(Asesora en Sustentabilidad

de la UAM- Cuajimalpa)

Dr. Oscar Monroy Hermosillo

(UAM-I)

Dr. Jorge Soberón Manero

(Universidad de Kansas)

Mtra. Susana Cruz Ramírez

(UIA-Puebla)

## Comité Editorial

Dr. Eduardo A. Peñalosa Castro

Dr. Esperanza García López

Dr. Hiram Isaac Beltrán Conde

Dr. Rodolfo Suárez Molnar

Dra. Caridad García Hernández

Dr. Julio Rubio Oca

Dr. Diego Carlos Méndez Granados

Dra. Ana Leticia Arregui Mena

Dr. Bernardo Bolaños Guerra

Cuadernos universitarios de sustentabilidad  
año 2, número 4, julio-diciembre 2016  
Revista semestral de divulgación científica  
de la Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Cuajimalpa

## Director de la Revista

Manuel Rodríguez Viqueira

## Diseño de portada

Manuel Rodríguez Viqueira

## Diseño de interiores

Ricardo López Gómez

## Ilustración de portada

Leszek Maluga

Los interiores de esta revista  
se imprimen en papel reciclable.

# Contenido

Editorial ..... 1

## Artículos

Las áreas verdes en la ciudad sustentable  
Leszek Maluga ..... 2

Ciudades difíciles, crisis  
y globalización neoliberal  
Adolfo B. Nardéaz T. .... 14

La contaminación acústica y su impacto  
en el espacio urbano de la Ciudad de México  
Fausto E. Rodríguez Manzo ..... 30

La crisis ambiental como crisis  
del conocimiento y la necesidad de enfoques  
epistemológicos más amplios  
Erik Eduardo García Vázquez ..... 43

Castro, Universidad de Sonorlandad, Año 2, número 4, julio-diciembre de 2016, es un periódico académico editado por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Cuajimalpa, Prolongación Carretera México-Toluca, 3053, colonia Escobedo, Suelo de Desarrollo Urbano, Tlalcoyotl, C.P. 04970, México, Ciudad de México y Av. Votero de Quetzal, 4871 Torre III, 8º piso, Col. San Carlos, Ciudad de México, delegación Cuauhtémoc, México, código postal 05348, México, Ciudad de México, Teléfono: 58144505. Página electrónica de la revista: <http://www.cuajimilpa.metropolia.unam.mx> o <http://www.cuajimilpa.unam.mx>. Editor: Responsable: Dr. Manuel Rodríguez Viqueira. Certificado de Registro de Derechos al Uso Exhaustivo del Título: N° 04-2015-07241-02101505-2013, ISSN: 2448-4970, ambos otorgados por el Instituto Mexicano del Derecho de Autor Responsable de la última actualización de este número: Manuel Rodríguez Viqueira, Unidad Cuajimalpa, Avenida Votero de Quetzal, 4871 Torre III, 8º piso, colonia San Carlos, Ciudad de México, delegación Cuajimalpa de Mérida, C.P. 05348, México, Ciudad de México; fecha de la última modificación: 16 de septiembre de 2016. Teléfono del correo: 10 918. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda expresamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Artículo  
• Fausto E. Rodríguez Manzo

# La contaminación acústica y su impacto en el espacio urbano de la Ciudad de México

Fausto E. Rodríguez Manzo  
Profesor Investigador del Departamento de Procesos y Técnicas de Investigación en UAM-Azcapotzalco. Autor de artículos especializados. Autor de artículos especializados en contaminación acústica y vibración en países como Colombia, Ecuador, Chile, Argentina, España, México y Argentina (1991-9), ambos en colaboración con el Centro de Estudios de Ambiente y Desarrollo de UAM-Azcapotzalco, para la investigación y consultoría en acciones de planificación urbana. Coordinador de Finanzas para la UAM, en vinculación con la Secretaría del Medio Ambiente del CDMX.

## INTRODUCCION

El tema de la contaminación ambiental en la Ciudad de México ha estado recientemente en las primeras planas. Esta contaminación, la del aire, que tanto afecta a la población es una de las consecuencias de la urbanización, de las actividades cotidianas de la ciudad, así como del progreso tecnológico descrito.

La noción de contaminación ambiental entre la población, se ha ido reduciendo al problema de deshechos, partículas y gases, y ante ello se pierde de vista la existencia de otros problemas que también contaminan y afectan a los seres vivos, particularmente a los seres humanos. Entre estos problemas destacan los del ruido y la luz, el primero es tan importante como lo es el de la contaminación del aire y aun más, un contaminante que se propaga esencialmente también a través del aire, puede considerarse como un contaminante proveniente del aire en el cual se encuentran inmersos los ciudadanos.

Los habitantes de las ciudades y en particular de las grandes ciudades, metrópolis o megalópolis, se ven afectados por el ruido ambiental. Esta contaminación que proviene del sonido como fenómeno físico y natural, se convierte en contaminante por una diversidad de factores, todos provenientes o creados por los seres humanos al transformar los ecosistemas naturales.

Este artículo busca dar claridad acerca del problema de la contaminación acústica y sus implicaciones en las ciudades y hacer una revisión del problema en la Ciudad de México.

### EL CARACTER MULTIDISCIPLINARIO DEL PROBLEMA

La contaminación acústica en las ciudades contempla tres aspectos: el físico, el ambiental y el social. Es por ello un problema de carácter multidisciplinario que puede ser estudiado desde una cantidad importante de puntos de vista. Desde lo físico, disciplinas como la física, la matemática, la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo lo abordan; desde lo ambiental, disciplinas como la biología, la ecología, la geografía y el urbanismo ecológico; desde lo social y las humanidades,

disciplinas como la sociología, la antropología, el derecho, la psicología, la medicina, la economía, la historia, el arte y los estudios urbanos, entre otros.

### SONIDO: EL ORIGEN

El estudio de la contaminación acústica debe partir del estudio del sonido, que es lo que físicamente le da sustento. El sonido, es un fenómeno de la naturaleza que resulta de las fluctuaciones provocadas por las vibraciones del aire como consecuencia de la excitación proveniente de una fuente o evento emisor. Estas fluctuaciones u ondas sonoras, se perciben mediante el sistema auditivo de los seres vivos.

Una descripción física del sonido requiere del conocimiento de sus componentes esenciales, que son: la velocidad, la frecuencia, la longitud de onda y la presión sonora. La velocidad del sonido se describe generalmente de acuerdo al medio de propagación, y el medio más común es el aire y, en él, depende de la temperatura, la humedad y la presión atmosférica. El sonido viaja en el aire a una velocidad de 344 metros por segundo, a 20°C.

La frecuencia se refiere al número de oscilaciones de la onda sonora en un segundo, las cuales para escucharse fluctúan de 20 a 20,000 ciclos por segundo, y se le expresa en Hz (Hertz en honor a Heinrich Hertz). Así, el rango de audición humana en frecuencia va de 20 Hz a 20,000 Hz. La frecuencia del sonido tiene una relación directa con la altura tonal de los sonidos, donde las frecuencias bajas se refieren a tonos graves y las frecuencias altas a tonos agudos.

La longitud de onda se relaciona con el tamaño de la onda sonora de una frecuencia determinada, y se determina por la distancia que existe en un periodo completo de la misma. Así la longitud de onda es directamente proporcional a la velocidad del sonido, por lo que a mayor velocidad del sonido mayor longitud de onda, e inversamente proporcional a la frecuencia del sonido, es decir entre mayor sea la frecuencia, menor será la longitud de onda:  $\lambda = c/f$ . De esta forma la  $\lambda$  para 20 Hz será de 17 metros y para 20,000 Hz de 1.7 centímetros. Estas dimensiones explican la importancia del sonido en el medio construido de una ciudad, ya que son comparables con las dimensiones del espacio urbano y las edificaciones, a

Foto Archivo Ricardo López Gómez



diferencia de las longitudes de onda de la luz, donde las magnitudes se expresan en nanómetros ( $10^{-9}$  m).

La presión sonora depende de la amplitud del sonido. En su propagación, las oscilaciones de las ondas sonoras generan variaciones en la presión atmosférica las cuales a su vez generan zonas de compresión y zonas de distensión, este proceso se conoce como presión sonora, que es la característica por la cual se detecta el sonido y la cual determina el volumen sonoro, donde a mayor presión mayor volumen. La presión sonora se expresa en decibeles dB, que es el término que se usa para definir los niveles sonoros.

Estas características del sonido se combinan con las del comportamiento del sonido en ambientes construidos, donde el sonido se puede propagar libremente, reflejar, absorber, difundir, difractor o inclusive refractar; además de traspasar elementos de construcción. Con todos estos elementos se puede realizar un estudio del fenómeno sonoro en la ciudad y determinar su impacto en la contaminación acústica.

## DEL SONIDO A LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Si el sonido es un fenómeno que surge de la naturaleza, agrada a las personas a través de la música y los oídos, permite una comunicación hablada y da sentido espacial a la vida ¿en qué momento se convierte en contaminación?

El primer aspecto es aquél en el cual el sonido se convierte en ruido, que no necesariamente es un

asunto físico relacionado con decibeles. El ruido puede definirse a partir de una calificación personal o comunitaria que se le da a un sonido o conjunto de sonidos, debido a la molestia que genera, por lo que es un asunto de percepción, y como todo fenómeno perceptual, el ruido depende de los factores personales y de la experiencia de quien lo percibe y califica.

Por otro lado, también puede calificarse de ruido a un sonido que traspase cierto umbral de niveles sonoros, aún y cuando existan personas a las cuales no les molestan, en cuyo caso se está ante una situación de salud pública. Así, son dos los enfoques que se consideran:

- El objetivo, relacionado con los niveles sonoros
- El subjetivo, relacionado con la percepción individual y colectiva.

El siguiente aspecto tiene que ver con la forma en que el ruido se manifiesta en las ciudades. Partiendo de los dos enfoques antes mencionados, en el primer caso se relaciona con la intensidad de las emisiones sonoras, su combinación y el efecto acústico que se da en el espacio urbano. En el siguiente, la sensibilidad de las personas en lo individual o colectivamente tiene un papel preponderante tomando en cuenta que lo que para una persona o grupo es considerado ruido para otros podrá ser placentero. Esto último es posible entre grupos de edad de la población o en las prácticas distintas de las comunidades o en las diferencias culturales.

Pero el aspecto principal que convierte al sonido en contaminación es el de las afectaciones a la salud física y mental de las personas, donde a pesar de las diferencias en gusto, es necesario controlarlo para disminuir o evitar el impacto negativo del ruido.

¿Cuándo sucede esto? Cuando el ruido se convierte en un elemento perturbador de las actividades cotidianas, de las labores, de las escuelas o de las de descanso, entre otras.

## ¿CONTAMINACIÓN ACÚSTICA O CONTAMINACIÓN AUDITIVA?

Con objeto de una mayor claridad acerca de la terminología que se usa para nombrar a este tipo de

contaminación y evitar así confusiones, es importante tener un análisis sucinto. Para ello es importante partir de que si se trata de contaminación quiere decir que las condiciones normales y naturales se ven truncadas, corrompidas o modificadas por la introducción de emisiones y efectos sonoros que alejan al estado normal del ambiente urbano, afectando a la población.

En México es común encontrar que el término de mayor uso es el de contaminación auditiva, lo que haría alusión a que el sistema auditivo es el que se contamina, que en parte así es, pero en realidad es necesario preguntarse ¿se trata de contaminación auditiva, contaminación sonora, contaminación acústica o contaminación por ruido? Todos son términos que aparentemente aluden a lo mismo, sin embargo haciendo las siguientes preguntas se puede precisar mejor:

- ¿Por qué es contaminación? Porque los sonidos molestos, considerados ruido, alteran la salud física y mental de las personas, y no solo la audición, e impactan negativamente en su calidad de vida.
- ¿Qué es lo que se contamina? El ambiente sonoro de la ciudad y el entorno sonoro de las personas.
- ¿Cómo se da la contaminación? Por la intrusión de sonidos molestos, o por la combinación de dos o más sonidos o efectos sonoros urbanos que en conjunto se consideren ruido ambiental.
- ¿Cuál es el agente contaminante? El ruido ambiental.

De esta manera, aunque es el oído el que recibe el conjunto de vibraciones que emanan del ruido ambiental o ambiente sonoro contaminado, es el cerebro el que finalmente las interpreta y les da sentido, generando y enviando información de alerta al organismo en general, el cual reacciona de diversas maneras tanto a nivel fisiológico como psicológico.

En inglés a este tipo de contaminación se le denomina "noise pollution" o contaminación por ruido, en francés "pollution sonore" o contaminación sonora, en alemán "Lärmverschmutzung" o contaminación por ruido, en italiano "l'inquinamento acustico" o contaminación acústica y en portugués "poluição sonora" o contaminación sonora. En ningún caso se hace alusión a la contaminación auditiva.

Entonces los términos contaminación por ruido, contaminación sonora y contaminación acústica son más adecuados para denominar a este tipo de contaminación, sin embargo lo acústico que está referido a la ciencia de lo sonoro, y por lo tanto al ruido y la audición, abarca todas las situaciones. Por eso es correcto referirse de forma general a este tipo de contaminación como contaminación acústica, haciendo referencia de esta manera también a la contaminación del sonido o a la contaminación por ruido, y al agente contaminante, el ruido ambiental, de manera particular.

Por otro lado, la homogenización de términos alcanza también al de ruido, en el contexto de la contaminación acústica, donde lo correcto es referirse al ruido en la ciudad o ruido urbano como ruido ambiental, a diferencia del ruido en sí, que puede referirse al de una máquina o situación específica solamente.

## LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El ambiente sonoro de la ciudad se da por la emisión de fuentes sonoras, por eventos sonoros y por la existencia de efectos sonoros dada por la interacción de los dos primeros con la configuración urbana y arquitectónica de la ciudad.

Las fuentes sonoras son seres y objetos que tienen la capacidad de generar sonido por sí mismos, ya sea a voluntad o por intervención humana. Así una persona es capaz de generar sonido como lo es un perro o un pájaro, o en el caso de un automóvil o un autobús, que con la acción humana son capaces de emitir distintos tipos de sonido.

Los eventos sonoros son situaciones que generan sonido por efecto de la interacción de los elementos naturales entre sí, o entre elementos naturales y elementos urbanos, o la interacción de elementos y objetos urbanos, tal es en el primer caso, el correr de los ríos y cascadas, el zumbido del viento o el sonido de los árboles al interactuar con el viento; en el segundo caso en las ciudades, el sonido de la lluvia en las calles y plazas, el zumbido del viento en los cañones urbanos; o en el tercer caso, directamente el rumor o ronzono mecánico del tráfico vehicular constante en una avenida. Las fuentes y eventos sonoros principales en las ciudades son:

- El tráfico rodado de motocicletas, automóviles y vehículos pesados en general.
- El tráfico de trenes, metro y tranvías.
- El tráfico de aviones y helicópteros.
- La actividad industrial y de construcción pública y privada.
- La actividad comercial, así como las de ocio y diversión.
- El vecindario.
- Las manifestaciones sociales.
- Las festividades populares, culturales y musicales.
- Los sonidos de la naturaleza.

De estas fuentes y eventos sonoros se consideran contaminantes de alto impacto los cuatro primeros, debido a que pueden abarcar más allá de un ámbito local. El tráfico vehicular rodado es un evento sonoro continuo en la ciudad, este evento se presenta materialmente en cualquier ciudad y en algunas de manera muy desordenada como en algunas ciudades de la India (Figura 1).



Figura 1. Tráfico vehicular en la Ciudad de Guwahar en la India. Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Road\\_traffic\\_in\\_Guwahar.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Road_traffic_in_Guwahar.jpg)

En algunas ciudades el paso de ferrocarriles también es continuo, así como los tranvías y los tramos superficiales y elevados del metro, donde un ejemplo crítico es la ciudad de Chicago en EUA, en el área conocida como el "Loop" (Figura 2).

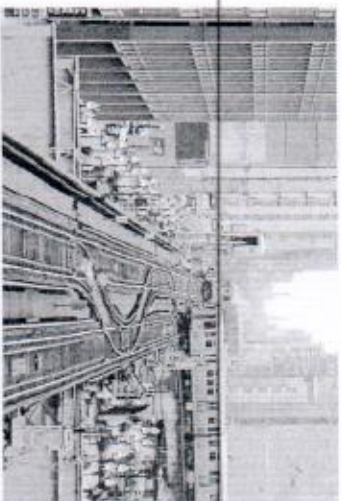


Figura 2. Tráfico de vagones del Metro en el "Loop" de la ciudad de Chicago, EUA. Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Chicago-Loop-Economy.jpg>

El paso de aviones y helicópteros sobre la ciudad en rutas de ascenso o descenso, tiene un ejemplo claro en la ciudad de Boston en los EUA (Figura 3).

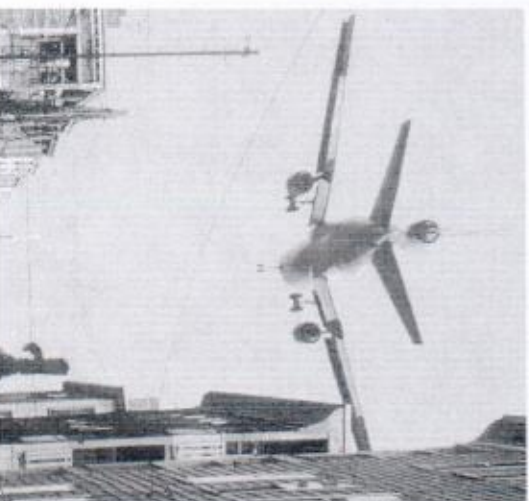


Figura 3. Ruta de aterrizaje hacia el aeropuerto de Boston, EUA, sobre un área poblada. Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Chicago-Loop-5Economy.jpg>

La actividad industrial en las ciudades genera ruido ambiental, particularmente la industria de la construcción que puede ubicarse en varios puntos de la ciudad o abarcar grandes extensiones sobre todo cuando se trata de obra pública de grandes vialidades (Figura 4).

Los niveles sonoros típicos de algunas fuentes sonoras dan una idea del impacto que pueden generar en la ciudad. La Tabla 1 muestra niveles sonoros típicos relacionados con el ámbito urbano.

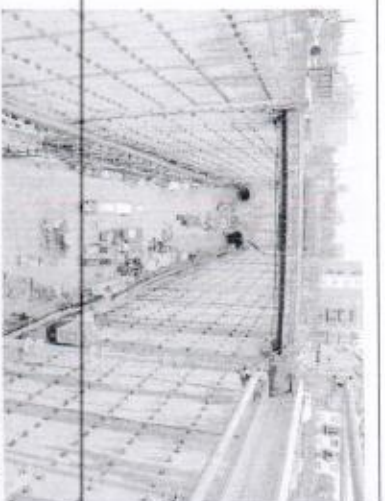
**Tabla 1. Niveles de presión sonora de fuentes a nivel urbano. Fuente**

| Nivel Sonoro (dB(A)) | Fuentes sonoras                    |
|----------------------|------------------------------------|
| 135                  | Sirena de alerta a 30 m            |
| 115                  | Misera a todo volumen              |
| 110                  | Jet a 60 m                         |
|                      | Martillo en placa de acero a 0.6 m |
|                      | Truenos (truenos y tormenta)       |
| 105                  | Rocios de locomotora a 15 m        |
| 100                  | Paso del metro a 10 m              |
|                      | Remachadora a 10 m                 |
| 90                   | Caminión pesado a 30 m             |
|                      | Chaxon de vehiculos a 15 m         |
| 85                   | Martillo neumático a 15 m          |
|                      | Calle tráfico pesado a 1.5 m       |
| 80                   | Paso del tren a 15 m               |
|                      | Ladrillo petra a 3 m               |
| 75                   | Cruce vial a 15 m                  |
| 70                   | Automóvil                          |
| 65                   | Conversación normal a 1 m          |
| 55                   | Calle en zona residencial          |
| 45                   | Área residencial                   |
| 40                   | Susurro a 1.5 m                    |
| 35                   | Insectos/guillos                   |
| 20                   | Susurro silencioso a 1.5 m         |

Fuente: Adaptado de Sauer, Ch., 1998: 56-58 y de Irvine, L.N. y Richards, R.L., 1998: 6

## LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Están documentados a nivel mundial los efectos que el ruido genera en los seres vivos, en especial en el ser humano, y éstos son más que solo molestias. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud



**Figura 4. Construcción pública de vialidades subterráneas en Seattle. EUA. Fuente: <http://know.org/posthis-sound-transit-been-sungng-publlc-lond-cliesp>**

(OMS), "La salud es un estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (WHO, 2006).

En este contexto la contaminación acústica afecta tanto al bienestar físico, como al mental, así como al bienestar social; es decir que se trata de un problema de salud pública y no solo un problema ambiental. Los efectos del ruido ambiental en la salud y bienestar de las personas se resumen, de acuerdo a la OMS (WHO, 2011), en cinco afectaciones:

- Molestia por ruido.
- Tinnitus.
- Perturbación del sueño.
- Discapacidad cognitiva en niños.
- Enfermedades cardiovasculares.

La molestia por ruido, según la OMS (WHO, 2011: 91), se considera un efecto adverso a la salud y se mide mediante la aplicación de cuestionarios y encuestas en busca de conocer la actitud de grupos de población.

La afectación, que resulta evidente ante el ruido ambiental, es la auditiva, la cual se relaciona directamente con niveles sonoros elevados, que al estar expuestos por tiempos prolongados trae como consecuencia la pérdida del oído. Una de las afecciones más comunes es la conocida como Tinnitus, que consiste en que las personas escuchan sonidos internos, ya sea un ronroneo, un zumbido o un "gts", los cuales

llegan a percibirse dentro de la cabeza, sin la existencia de una fuente sonora que lo esté provocando, y esto se atribuye generalmente a una exposición excesiva al ruido. Esto sucede generalmente al asistir a conciertos o lugares de ocio con volúmenes altos de sonido.

La perturbación del sueño, una actividad fisiológica vital, tiene un efecto a largo plazo en la calidad del sueño y por tanto en la salud, y puede suceder con niveles sonoros promedio por debajo de los 45 dBA (Passchier-Vermeer, W, 2005: 36), niveles que pueden ser fácilmente superados por el ruido ambiental proveniente de las actividades nocturnas en las ciudades.

La exposición de los niños al ruido ambiental es común, sobre todo en los centros escolares, por lo que pueden sufrir diversos trastornos que podrían afectarles a lo largo de su vida. Uno de ellos es el deterioro cognitivo que impacta en el aprendizaje y en la memoria (Hygge y Kim en WHO, 2011: 45). El deterioro cognitivo se define (Lopez et al en Hygge, S, y R. Kim, en WHO, 2013: 45) como "el desarrollo psicomotor retardado y un deterioro en el desempeño de habilidades de lenguaje, habilidades motoras y de coordinación, equivalente a un déficit de 5 a 10 puntos en el coeficiente intelectual". Esto es aplicable no solo a los niños sino a situaciones de aprendizaje a cualquier edad, cuando se ve implicada una institución escolar. En ciudades como México, donde no existe una

planeación para la ubicación de escuelas, existen instituciones que en ocasiones llegan a estar rodeadas de vialidades que generan niveles sonoros altos que se introducen a las aulas (Figura 5).

Otro tipo de afección muy seria son las enfermedades cardiovasculares que pueden ser producto de la exposición al ruido, según se ha estudiado desde tiempo atrás, hoy es posible asegurar que el ruido ambiental genera problemas de índole cardíaca hasta llegar al extremo de que se puede derivar en un infarto al miocardio.

Para la OMS (WHO, 2011: 15)

"Los estudios epidemiológicos sugieren un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la hipertensión y el infarto al miocardio, en personas crónicamente expuestas a altos niveles de ruido por tráfico rodado y aéreo."

Existe además un elemento esencial, que en sí significa la posibilidad misma de vivir en la ciudad, y esa es la calidad de vida de las personas, la cual puede verse seriamente afectada ante la presencia de ruido, y específicamente cuando el ruido invade el espacio personal de los seres humanos.

Finalmente, los seres vivos que habitan las ciudades no se reducen solamente a los humanos, sino que existen en ellas una gran cantidad de especies animales

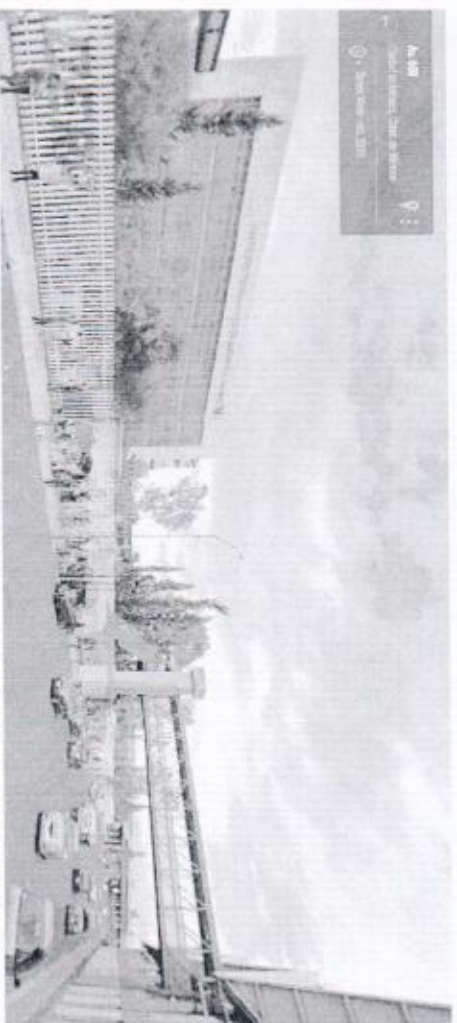


Figura 5. Instituto Tecnológico de Garzano A. Madero, inmerso entre vialidades transitadas. Fuente: Google Maps, Street View Av. 608 Oct 2015



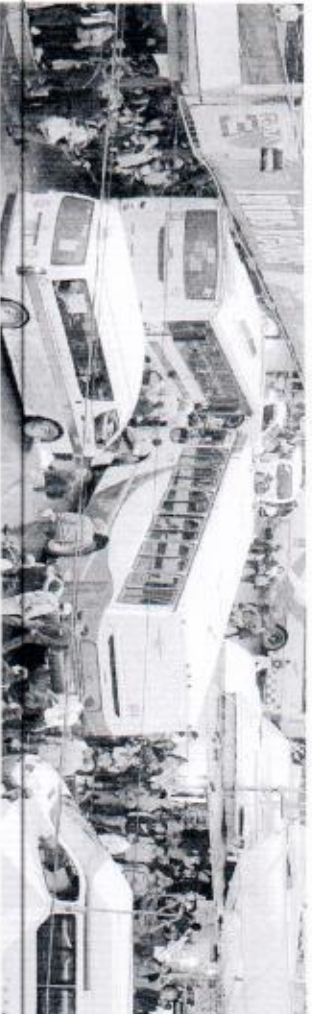


Figura 6. El problema del tráfico vehicular y el transporte público en la Ciudad de México. Fuente: <http://www.abcconvel.com.mx/55947-ad-transporte-publico-una-bombas-que-estallo-en-la-cdmx>

que también se ven afectadas por el ruido, particularmente los perros, los gatos y los pájaros. En este último caso las aves deben buscar estrategias para poder adaptarse al ruido ambiental, ya que su comunicación es eminentemente sonora (Bernández, E. y Perdomo, H., 2014).

### EL CASO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El problema de la contaminación acústica es inherente a todas las ciudades, particularmente las grandes ciudades. La Ciudad de México no se sustrae a ello y aún más, es un ejemplo claro donde la contaminación acústica está presente.

Al ser la megalópolis un conglomerado urbano de gran tamaño y con una población que ronda los 22 millones de habitantes, donde cada día se realizan todo tipo de actividades y los habitantes se mueven muchas veces de extremo a extremo de la ciudad, es admisible pensar que se trata de una ciudad ruidosa, una ciudad contaminada acústicamente bajo el impacto de múltiples fuentes y eventos sonoros.

La configuración urbana de la ciudad no es precisamente el resultado de una planeación urbana cuidada y menos prevista en términos del impacto que ella puede tener en la existencia y disminución del problema de ruido ambiental.

### EL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR

El primer problema y quizá el más grande es el del tráfico vehicular, con más de 8 millones de vehículos registrados en el área metropolitana, de acuerdo al Sistema

Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD) de INEGI (2014), donde cerca de 5 millones están registrados en la Ciudad de México y más de 3 millones en los municipios conurbados del Estado de México.

El área geográfica crítica es la de la Ciudad de México ya que un gran número de vehículos ingresan a la misma provenientes de los alrededores e inclusive foráneos, los que se suman a los locales que normalmente circulan en la misma. (Figura 6).

Un problema asociado es el del transporte público, que es insuficiente y de mala calidad, aunque este ha alcanzado una mayor versatilidad recientemente, diversificando su oferta en el tipo de servicios que se ofrece al incorporar el sistema Metrobús, el Tren Suburbano y la Ecobici, a los ya existentes de Metro, microbús, taxi, combi, autobús, trolebús y tren ligero. Aun así el crecimiento del parque vehicular sigue siendo mayor día con día.

La incorporación de casi 500 vehículos diarios (La Jornada, 2012) impacta directamente en la saturación del espacio público vehicular, el cual exige día a día crecer para darles cabida. Esta política la han ido siguiendo los gobiernos locales, lo que ha derivado en la construcción de los segundos pisos del Anillo Periférico. Esta situación se ha distinguido en materia de ruido ambiental y contaminación ya que se han incrementado los niveles sonoros y duplicado el área de contacto de vehículos sobre la misma vialidad. Es importante considerar que los vehículos no emiten ruido solamente por los motores, y otros dispositivos como el claxon, sino que también, y de manera importante, por el rodamiento de los neumáticos sobre la superficie o pavimento.

Por otro lado el "techar" la vialidad con un segundo piso incrementó los niveles sonoros debido a la reverberación causada por las reflexiones sonoras múltiples. En un estudio reciente (Rodríguez-Manzo *et al.*, 2016), se hizo un análisis de esta situación en varios puntos a lo largo de la vialidad, y como se puede apreciar en la Figura 7, en la comparación de una sección a la altura de Mixcoac en el antes y después de la presencia del segundo piso, los niveles sonoros se incrementaron además de ampliar significativamente la nube sonora, lo que hace que el rumor del tráfico vehicular se perciba desde una mayor distancia. Una de las conclusiones de este estudio es que en materia de ruido ambiental lo más adecuado hubiera sido construir vialidades deprimidas en lugar de las elevadas.

Existen aproximadamente 2,200 km de vialidades primarias en la Ciudad de México y su impacto en el ambiente sonoro es notable como lo muestra el Mapa de Ruido (Figura 8) (SMA-LAIDAC-UAM, 2011) elaborado por la UAM-Azcapotzalco. En este mapa se alcanza a percibir la influencia del ruido proveniente

del tráfico vehicular en vialidades primarias, vías viales y vialidades de acceso controlado.

### EL AEROPUERTO AL INTERIOR DE LA CIUDAD

Otro problema crítico en la Ciudad de México, es la presencia del Aeropuerto Internacional Benito Juárez, dentro de los límites de la ciudad, obligando a que las rutas de despegue y aterrizaje ocurran dentro de la ciudad cruzando zonas habitadas céntricas de la misma. Recientemente en 2014 se modificó la ruta que por cuarenta años había funcionado, la cual se daba sobre el Anillo Periférico norte para a la altura del Viaducto enlazar hacia el aeropuerto. Ahora pasa por encima de áreas residenciales del área de Las Lomas para dirigirse hacia el aeropuerto a la altura de Mixcoac. Con este cambio necesariamente las zonas residenciales que no acostumbraban escuchar el paso de los aviones se ha visto afectada de forma importante, por lo que se puede afirmar que existe una contaminación acústica debido al tráfico aéreo, que ante todo impacta en horas de sueño. El problema

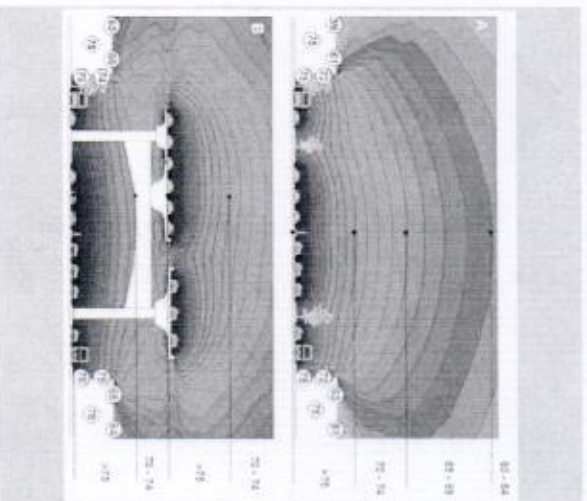


Figura 7. Comparación de niveles sonoros en una sección a la altura de Mixcoac en el antes y después del segundo piso del Anillo Periférico. Fuente: (Rodríguez Manzo *et al.* 2016:85)

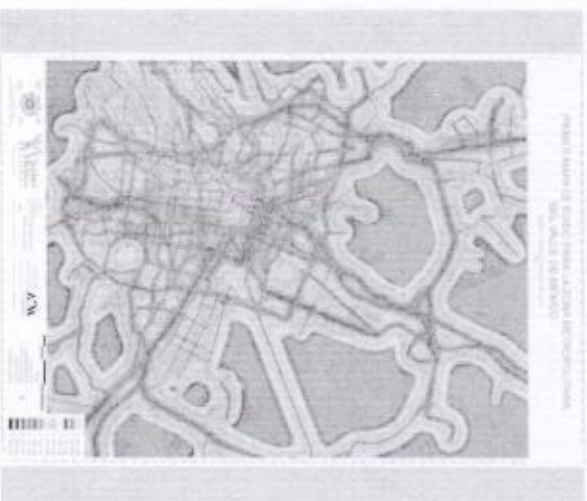


Figura 8. Primer Mapa de Ruido para la ZHVI. Fuente: SMAIDF-UAM-A. Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco. Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico. México, 2011.



Figura 9. Mapa y ruta hacia el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Fuente

que obliga actualmente a las aeronaves a cruzar la ciudad de poniente a oriente es la orientación de las pistas de aterrizaje (Figura 9).

El diseño y construcción del nuevo aeropuerto de la Ciudad de México está en proceso, aunque cercano al existente. Las rutas de aterrizaje y despegue, no conocidas aún, deberían rodear la ciudad o ingresar directamente por el norte, ya que las pistas estarían orientadas norte-sur, a diferencia de las actuales que siguen una dirección oriente-noroeste-poniente sur-poniente, por lo que materialmente el giro es de entre  $70^\circ$  y  $90^\circ$ .

#### **LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN PÚBLICA Y PRIVADA**

Una de las mayores molestias que sufre la población de la Ciudad de México es la del ruido ambiental proveniente de las obras de construcción que se realizan descontroladamente en ella. Sobre todo la obra pública como es el caso de aquella enfocada en vialidades, que utiliza maquinaria y procesos de construcción sumamente ruidosos.

Generalmente la obra pública de vialidades, con el objeto de no entorpecer el tráfico y molestar, se realizan por la noche, aspecto que impacta directamente

en la perturbación del sueño de los habitantes de las áreas aledañas.

La obra relacionada con los segundos pisos del Anillo Periférico en la ciudad inició desde el año de 2002 y aún ahora en 2016, prosigue en varios tramos. Por otro lado se realizan obras de vialidades deprimidas desde este año de 2016, lo que genera también ruido a las áreas aledañas. Pero en general la obra de construcción pública y privada son generadoras de ruido de alto impacto a lo largo de todo el proceso, debido a la operación de maquinaria, el equipo, la herramienta y a la falta de una previsión al respecto, que por cierto, las autoridades no exigen.

#### **OTRAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

Las fuentes y eventos sonoros hasta el momento señaladas para la Ciudad de México, constituyen los tres problemas de contaminación acústica a nivel general de la ciudad. Estos se pueden trasladar también al nivel local de delegaciones, colonias y barrios, obteniendo de esta forma una mayor resolución en la ubicación de los problemas. Sin embargo existen otros problemas que afectan específicamente el nivel local, que es el que está en contacto con la mayoría

de la población. La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México ha reportado que de todas aquellas denuncias relacionadas con la contaminación ambiental, la que corresponde a ruido y vibraciones es la que mayor cantidad de denuncias ha acumulado, siendo cada año más las que se presentan (Figura 10).

Las denuncias en áreas locales en distintas delegaciones, colonias y barrios se centran en dos tipos de fuentes: los lugares de ocio o antros y en el ruido del vecindario. La primera corresponde a espacios de entretenimiento donde los niveles sonoros nocturnos impactan al entorno que lo circunda. Actualmente las zonas de La Condesa, Roma Norte y el corredor de Mazarik en Polanco se caracterizan por presentar este tipo de problemas. El segundo se refiere a las quejas por el ruido que generan los vecinos ya sea por fiestas, por música a alto volumen o por otro tipo de ruidos que afectan a los vecinos, como el ladrido de perros. Quedan incluidas también las fiestas populares que en algunas delegaciones se llevan a cabo durante los fines de semana hasta altas horas de la noche y cuyos niveles sonoros alcanzan a una gran extensión de manzanas a su alrededor.

Un tipo de fuente de ruido que crece cada día más es el del ruido de establecimientos comerciales, incluidos los formales y los informales. Este tipo de ruido se genera mediante la emisión de música hacia el exterior a altos niveles con el objeto de llamar la

atención. Es muy común que los mercados informales o eventuales que se ubican en las calles y plazas cuenten con uno o dos puestos donde se emite este tipo de ruido, aunque en este caso se trata de venta de música y películas. Lo mismo sucede al interior de los vagones del Metro, donde vendedores ambulantes de música ingresan con mochilas donde cargan altavoces con música a muy alto nivel sonoro. Pero lo notable es que el comercio formal y organizado está incurriendo también en esta práctica de anunciar hacia el exterior con música a un volumen alto, basta pasear por la calle de Madero en el Centro Histórico para percatarse de ello. Esta situación genera una saturación acústica del ambiente urbano ya que generalmente son varios los comercios que se expresan y esto sumado al ruido ambiental y de fondo genera un caos sonoro. Todas estas fuentes de ruido tienen un impacto local de solo algunos metros pero son capaces de trastornar la vida de quienes las sufren, sobre todo si día a día se repiten.

#### **A MANERA DE CONCLUSIÓN: ¿QUÉ HACE FALTA HACER?**

El problema de la contaminación acústica en la Ciudad de México es real, y tomando en consideración la primera parte de este artículo, debe estar afectando a una gran cantidad de personas. Esto, se plantea así porque no existen hasta ahora estudios

### **Ruido y vibraciones**



Figura 10. Incremento anual por número de denuncias por ruido y vibraciones ante PAOT. Fuente [http://www.paot.org.mx/conteudos\\_graficas/delegaciones/reporte\\_completo.php](http://www.paot.org.mx/conteudos_graficas/delegaciones/reporte_completo.php)



Foto Archivo Ricardo López Gómez

que aborden el problema sobre el impacto del ruido ambiental en la salud de los habitantes de la Ciudad de México. La OMS ha brindado suficiente evidencia de este hecho a nivel europeo, que es donde se está llevando a cabo un enfrentamiento del problema comúnariamente con mapas de ruido, planes y acciones concretas (Directiva 049/ 2002).

Ante este escenario en la Ciudad de México, independientemente que se generen investigaciones de diversa índole, una de las situaciones que surge es la necesidad de informar a la población acerca de la existencia del problema y sus consecuencias. De alguna forma hay conciencia cuando se sufre personalmente el problema y las quejas e inclusive las denuncias se dan, pero todo queda ahí, muchas veces en un asunto entre particulares.

Aunada a la información es necesario una educación básica formal que incluya este tema en el currículo escolar, en compañía de los de la contaminación en general, para que a partir de la infancia se vaya formando y transformando la conciencia ciudadana. Es además necesaria precisamente la concienciación, es decir campañas enfocadas a la población que no tiene información ni ha sido educada con respecto a la existencia del ruido ambiental como problema grave de salud pública.

A las autoridades les toca enfrentar el problema desde varios ángulos, el primero es desde la realización de un diagnóstico profundo del problema a partir de generar y realizar los estudios necesarios que los ayuden a comprender el problema, como el uso de los mapas de ruido, que ya se ha iniciado con la vinculación del sector académico. Segundo de ello está la

práctica de la planeación urbana con la consideración del ruido ambiental como parte de las herramientas y enfoques que se emplean en busca de soluciones a los problemas urbanos existentes, así como hacia una previsión de todas las acciones urbanas que se planeen para la ciudad. El requerimiento de estudios de impacto de ruido ambiental es necesario y debe ser obligatorio para cada obra que la autoridad pretenda llevar a cabo o pretenda autorizar de los particulares.

Un aspecto importante es también la de la propuesta y creación de normas, leyes y reglamentos encaminados a regular las actividades generadoras de ruido, así como encasilladas al mismo tiempo a la protección de la población en materia urbana. Un capítulo especial merece la protección de las edificaciones contra el ruido ambiental ya que actualmente no existe nada en esa materia que obligue a arquitectos, ingenieros, constructores y promotores a prevenir la intrusión del ruido al construir una edificación.

Actualmente la Ciudad de México solo cuenta con una norma ambiental relacionada con el ruido, la NADP-005 AMBT 2013, aplicable a regular el ruido ambiental proveniente exclusivamente de establecimientos. Otra forma de atención ciudadana es la Ley de Cultura Cívica (2004) que solo hace una mención al problema de ruido como infracción a la tranquilidad de las personas. En este caso es el juez cívico de una delegación política quien dirime el conflicto y determina las sanciones. Fuera de esta norma y esta ley, aplicables ambas al ámbito local, los ciudadanos de la megaciudad no cuentan con una normativa que contribuya a una protección contra el ruido y por tanto una mejora en su calidad de vida.

Otro aspecto importante es la falta de organización de los ciudadanos con respecto al ruido ambiental, ya que no existen grupos u organizaciones ciudadanas importantes que promuevan una actitud contra el ruido. Recientemente con motivo del cambio de ruta aérea, algunos colonos de las Lomas se organizaron, pero sin efecto alguno hasta el momento.

Finalmente el problema del ruido ambiental en la Ciudad de México es un tema que surge para la generación de diversas líneas de investigación que hasta ahora poco se abordan en nuestro país. Como se indicó al principio se trata de un problema de carácter

inter multidisciplinario donde muchos sectores de las ciencias naturales y sociales tienen cabida.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al CONACYT el apoyo a través del Fondo Sectorial SEP-CONACYT para la realización del proyecto de ciencia básica "El Ruido Ambiental en el Espacio Urbano de la Ciudad de México: Problemáticas y Modelos de Solución", del cual este artículo es uno de sus productos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDE-III Legislatura (31 de mayo de 2004). Ley de Cultura Cívica del Distrito Federal. *GODF*.
- Directiva (2002). *The environmental noise directive 2002/49/EC*. Disponible en línea en: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>
- Gómez, L. (jueros 3 de mayo de 2012) Se triplicó en 20 años el número de autos en las calles: especialistas. *La Jornada*, p.40
- Hygge, S. y Kim, R. (2011). Environmental noise and cognitive impairment in children, en WHO. (2011). Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional office for Europe, p.45
- INEGI (2012). Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación. Disponible en línea en: [http://www.inegi.org.mx/es/lista\\_cubos/consulta.aspx?pa=adm&c=8](http://www.inegi.org.mx/es/lista_cubos/consulta.aspx?pa=adm&c=8)
- Irving, L.K. y Richards, R. L. (1998). *Acoustics and noise control handbook for architects and builders*. Malabar Florida, EUA. Krieger Publishing Company, p. 6
- Lopez AD et al. *Global burden of disease and risk factors*. Washington, DC. & New York, The World Bank & Oxford University Press, 2006. en Hygge, S. y Kim, R. (2011) Environmental noise and cognitive impairment in children, en WHO. (2011). *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional office for Europe, p.45
- Passchier-Verniet, W. (2005). Environmental noise annoyance and sleep disturbance en P. Nicolopoulou-Stamati et al. (eds), *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*. Springer, Holanda p.25-38.
- Bernádez, F. y Perdomo H. (2014) Aprender a cantar con ruido urbano. Un desafío acústico y de supervivencia. *Ciencia y desarrollo*. Vol. 40, No. 272, julio-agosto.
- Rodríguez Manzo, F. E. et al. (2016). Planificación de viviendas y ruido ambiental en la Ciudad de México en Rodríguez, F. E. et al. *La Ciudad de México. Visiones críticas desde la arquitectura, el urbanismo y el diseño*. UAM-Azcapotzalco, p.65
- Salter, Ch. M. (1998). *Acoustics. Architecture-Engineering. The Environment*. William Stout Publishers, San Francisco EUA, pp 56-58
- SEDENA-GDF (29 de diciembre de 2014). Norma ambiental para el Distrito Federal. NADF-005-AMBT-2013, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal. *GODF*.
- SMA-UAM-A-LADAC. (2011). *Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México*. Disponible en línea en: <http://www.azc.uam.mx/privado/difusion/adjuntos/MAPA%20DE%20RUIDO%20ANEXO1.pdf>
- WHO (2006). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Documentos Básicos 45ª Edición. Nueva York.
- WHO (2011). *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional office for Europe.

Proceedings of the

# INTER-NOISE 2016

## 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering

Towards a Quieter Future

August 21 - 24, 2016, Hamburg, Germany



ISSN 0105-175x  
ISBN 978-3-939296-11-9

FOREWORD  
WELCOME BY  
I-INCE  
TABLE OF  
CONTENTS  
SEARCH  
BROWSE BY  
SESSION TITLE  
BROWSE BY  
DATE  
AUTHOR INDEX  
SPONSORS  
AND  
EXHIBITORS  
COMMITTEES  
AND IMPRINT

### IMPRINT

#### Proceedings Editor

Wolfgang Kropp, Otto von Estorff, Brigitte Schulte-Fortkamp

#### Organizing Committee

- Congress President:  
Otto von Estorff (Hamburg University of Technology)
- Congress Vice-President:  
Brigitte Schulte-Fortkamp (Technical University of Berlin)
- Technical Program Chair:  
Wolfgang Kropp (Chalmers University of Technology)
- Technical Program Co-Chair:  
Luigi Maffei (Second University of Naples)
- Treasurer:  
Klaus Genuit (HEAD acoustics GmbH)
- Technical Organization Chair:  
Stephan Innert (Hamburg University of Technology)

## Table of Contents - INTER-NOISE 2016

|  |      |
|--|------|
| Monitoring the environmental impact of individual vehicles in a traffic flow<br><i>Truls Berge, Herold Olsen and Audun Solvang</i> | 5038 |
|--|------|

Tuesday, August 23, 2016

### 24.3 Underwater Acoustics and Ship Noise: Vibroacoustics and Marine Applications

|   |      |
|---|------|
| Underwater flow noise measurements with a towed body<br><i>Jan Abshagen, Dennis Küter and Volkmar Nejedl</i>  | 5048 |
| Development of Ship Noise Prediction System using Vibration and Acoustic Data Base for Shipbuilders' Engineers<br><i>Hideyuki Shuri</i>   | 5056 |
| Wall pressure models for non-equilibrium boundary layers<br><i>Elena Ciappi</i>   | 5068 |
| Flow Induced Structural Noise on a Sonar Dome of a Ship<br><i>Francesca Magionesi</i>   | 5079 |
| Vibroacoustic Modelling of Submerged Stiffened Cylindrical Shells with Internal Structures under Random Excitations.<br><i>Valentin Meyer, Laurent Maxit, Ygaël Renou and Christian Audoly</i>  | 5091 |
| Acoustic analyses on jet-bubble formation based on 3D numerical simulations<br><i>Jingting Liu, Ning Chu, Shijie Qin and Dazhuan Wu</i>   | 5103 |
| A new approach of acoustic characteristics analysis in jet- bubble noise<br><i>Dazhuan Wu, Jingting Liu, Tiancheng Miao, Ning Chu, Shijie Qin and Peng Wu</i>                                   | 5112 |
| Passive acoustic localization and imaging for jet bubble acoustics<br><i>Ning Chu, Jingting Liu, Shijie Qin and Dazhuan Wu</i>  | 5119 |
| Underwater acoustic target recognition algorithm based on EK- NN<br><i>Jianhua Yang, Yang Zhang and Hong Hou</i>  | 5126 |
| A new evidence classification algorithm for target recognition in underwater acoustic research<br><i>Yang Zhang, Jianhua Yang, Hong Hou and Jing Shi</i>  | 5132 |
| Learning robust features from underwater ship-radiated noise with mutual information group sparse DBN<br><i>Sheng Shen, Honghui Yang, Zhen Han, Junjun Shi, Jinyu Xiong and Xiaoyong Zhang</i>  | 5137 |
| Modulation Recognition of Underwater Acoustic Communication Signals Based on Denoting & Deep Sparse Autoencoder<br><i>Honghui Yang, Xiaohui Yao, Sheng Shen, Jinyu Xiong and Xiaoyong Zhang</i> | 5144 |

Tuesday, August 23, 2016

### 25.1 Urban Sound Planning II

|  |      |
|--|------|
| Preventive Planning Helps Keeping Traffic Noise at Bay in Hong Kong<br><i>Samson K. W. Cheng, Ken Lam, Edwin Chui, Maurice Yeung and David Yeung</i>   | 5150 |
| Post Assessment on Environmental Management Policy about Urban Sound Qualified Zones Construction - A Case study on the effectiveness of environmental noise control technology and policy<br><i>Jiping Zhang, Maurice Yeung, Lei Zhang, Liuqing Zheng, Xin Zhang, Li He, Wenbo Xiong and Shaodong Zhang</i> | 5156 |
| Towards an acoustic categorization of urban areas in Mexico City<br><i>Fausto E. Rodriguez-Manzo, Elisa Garay-Vargas, Silvia Garcia-Martinez, Laura Lancon-Rivera and Dulce Ponce-Patron</i>   | 5164 |
| Planning methodology for noise reduction in the contexts of sustainable and smart urban development<br><i>Andrey Yordanov</i>  | 5176 |



## Towards an acoustic categorization of urban areas in Mexico City

Fausto E. RODRIGUEZ-MANZO<sup>1</sup>; Elisa GARAY-VARGAS<sup>1</sup>; Silvia GARCIA-MARTINEZ<sup>1</sup>,  
Laura LANCON-RIVERA<sup>1</sup>, Dulce PONCE-PATRÓN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico - Universidad Autónoma Metropolitana-AZC, México

### ABSTRACT

The complexity of large cities requires spatial organization such as the designation of land use, roads, transportation systems, infrastructure and risk areas, etc. The city should be assessed in all of its components. One of the leading problems being analyzed in cities nowadays is environmental noise. Noise maps are the main tool used to study this problem, as they provide solution strategies. In order for these strategies to be effective, urban areas and their sensibility levels to environmental noise should be categorized. Although Mexico City already has a noise map, there is a lack of acoustics standards. Acoustic pollution is severe, and is aggravated particularly by road traffic. From an urban standpoint, Mexico City needs a system of acoustic zones. This paper presents the process developed to establish such categorization based on each zone's activities and their corresponding acoustic sensibility level. The categorization was primarily based on space analysis, demographic studies and acoustic cartography. This categorization is still at a proposal level and is intended to be utilized in the future as part of urban planning strategies for Mexico City.

Keywords: Noise mapping, Acoustic zones, Environmental noise I-INCE Classification of Subjects Number(s): 51.4

### 1. INTRODUCTION

We all know today that environmental noise is a threat to urban dwellers, particularly those who live in cities with intense economic activities that have become Megalopolis by reaching neighboring towns and incorporating them to its metropolitan area. The effects of environmental noise on health, which are widely documented by organizations such as WHO and other national institutions, cannot be ignored. However, there are still countries that both government and population do not have awareness of this major pollution problem. Although the main sources of noise are common to all big cities, such as road traffic, aviation, railways, industry, trade and construction, road traffic is the one that most impacts cities, and mainly the cause of major health problems due to environmental noise in large cities.

MCMA or Metropolitan Area of Mexico City, with more than 20 million people and the mobility of more than 5 million vehicles a day is a conurbation affected mainly by environmental noise due to road traffic. A noise map was developed in 2011 (Fig. 1), which shows this situation and notes the important influence of the main roads in the sound environment of the city.

The MCMA is comprised of two key political areas, Mexico City and all the neighboring municipalities that belong to the State of Mexico. Thus, Mexico City has 16 districts and each district neighborhoods or colonies. The municipalities of the metropolitan area are 18. Although it is a metropolitan region, there is no metropolitan government. A central government of Mexico City with district governments and for the State of Mexico, 18 municipal governments. The metropolitan issues are decided through specific thematic commissions as is the case of the Environmental Commission of the Megalopolis, which encompasses several states around the city and among other situations, is responsible for environmental pollution problems, but this commission do not consider the environmental noise problem.

Urban planning of the city is mainly based on the organization of land uses. The roads and transportation suffer from a strict urban planning and until now, there is no relationship between land use and road and transportation planning.

This situation has impacted the overall environmental noise levels affecting areas of the city where we find also affected sensitive land uses and urban facilities such as housing, hospitals and schools. There is no urban planning that includes an acoustic approach, on one hand due to the absence of regulations aimed at mitigating and controlling the existing noise pollution. And in the other hand due to the lack of information regarding the effects of noise pollution on population's health and further exploration and characterization of the problem of the city.

The first noise map for Mexico City Metropolitan Area represents an important antecedent of the problem of

<sup>1</sup> [ladac@correo.azc.uam.mx](mailto:ladac@correo.azc.uam.mx), [faustoarq.net@gmail.com](mailto:faustoarq.net@gmail.com)

environmental noise and it requires further studies to characterize urban space in specific areas of the city.

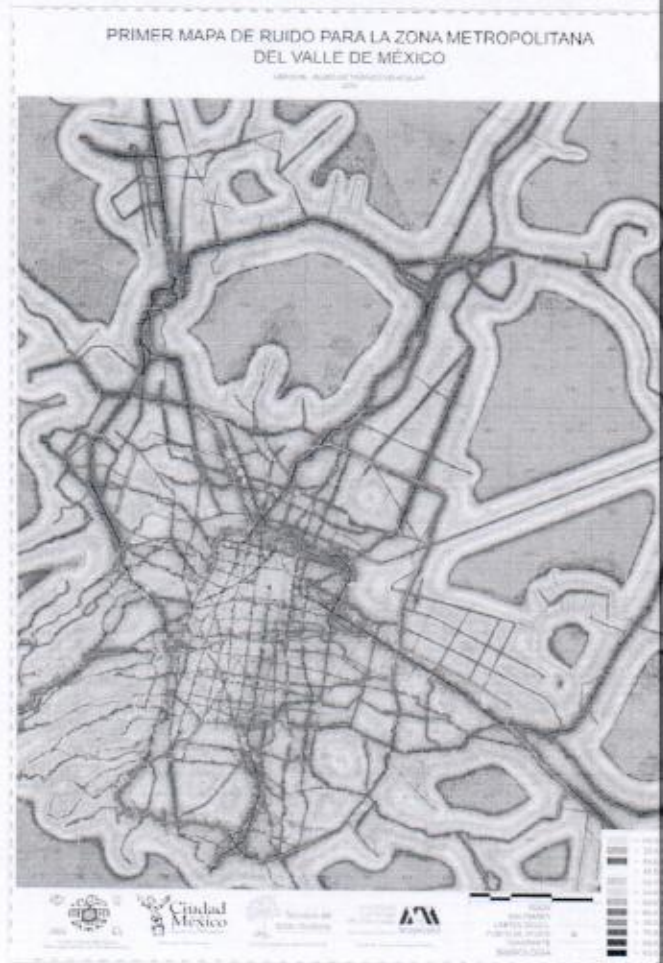


Figure 1 – First Noise Map for Mexico City Metropolitan Area (1)

To carry out a study with this characteristics is necessary to make a global analysis of the city starting from land uses, sensitive noise areas and demographic aspects, besides the review of environmental noise studies of the city in order to take a broad view and a greater detail of it.

The central idea of this research is to find an acoustic classification of the city with great detail. This classification will allow the identification of the acoustic zones with which recognize and determine sound sources, human activities, sensitive areas and social and cultural population aspects.

Nowadays Mexico City doesn't have guidelines to develop a methodology for an acoustic classification of urban areas. There are important studies in Europe, particularly in Spain, Germany and Italy, which have been used as background to establish a new methodology that can be applied to Mexico City.

The acoustic classification presented at this document is a partial result of what is intended to be applied in all the city. It is based on the review of literature and studies made from different districts of Mexico City. In this document is presented and developed various concepts and analysis of the most important and contrasting district of Mexico City: Miguel Hidalgo District.

## 2. BACKGROUND STUDIES AND METHODOLOGY

### 2.1 Background studies

Derived from Directive 200/49/EC of the European Parliament Council (2), about the assessment and management of environmental noise, it has evolved in Europe a great concern about the noise pollution problem. Regulations have been created for the evaluation and management of the environmental noise and its acoustic zoning.

In Spain is recommended that autonomous regions or municipalities are in charge of the acoustic zoning. The objective

of making an acoustic zoning is to establish a relationship between land use and noise sensitivity associated with certain areas. This way the acoustic areas are classified due to its predominant land use, in the way the autonomous regions or municipalities recommend and have to provide, at least, the residential, industrial, recreational and entertainment, health, education and cultural use, and others that require special protection against noise pollution (Table 1) (3).

Table 1 – Royal Decree 37/2003, quality objective on urban areas (Spain)

| Acoustic Area                            | Level LAeq Ld/Le/Ln |    |    |
|--|---------------------|----|----|
| Health, Education and Culture            | 60                  | 60 | 50 |
| Housing                                  | 65                  | 65 | 55 |
| Tertiary Use (Housing, Commerce, Office) | 70                  | 70 | 65 |
| Recreation and Entertainment             | 73                  | 73 | 63 |
| Industrial                               | 75                  | 75 | 65 |

Other decrees, such as Andalusia (4) have regulated the areas of acoustic sensitivity, as homogeneous noise zones, in which will have to be maintained or decreased the existing values defining areas of acoustic sensitivity, as those areas where it is intended to have an homogenous sound quality. Thus it was established the following classification (Table 2).

Table 2 – Decree 326/2003, Andalusian Regulation for the protection against noise pollution

| Acoustic Sensitivity Area | Equivalent Noise Level LAeq (Day/Night) |
|---------------------------|---|
| Silent Area               | 55/40                                   |
| Slightly noisy area       | 55/45                                   |
| Tolerably noisy area      | 65/55                                   |
| Noisy Area                | 70/60                                   |
| Especially noisy area     | 75/65                                   |

In Germany it is determined ideal acoustic limits for areas with an urban planning approach (Table 3) (5).

Table 3 – Acoustic reference values for traffic noise according to DIN 18005 Supplement 1 (in dB(A))

| Using Area   | Levels (Day/Night) |
|--|--------------------|
| Housing Area   | 50/40              |
| Housing Areas with shops and restaurants; camps        | 55/45              |
| Cemeteries, parks and home gardens                     | 55/55              |
| Housing Areas with commerce, hotels and offices        | 60/45              |
| Urban center and mixed Areas with entertainment places | 60/50              |
| Central and commercial Areas                           | 65/55              |
| Protected Areas  | 45-65/35-65        |

The acoustic zoning in Italy sets the limit values of sound sources during the day and night according to the land use and classified them into 6 areas, in which are considered the main activities and conditions of land use (Table 4) (6).

Table 4 – President of the Council of Ministers decree (11/14/1997)

| Sound Quality Values – Leq in dB (A) |   |
|--------------------------------------|---|
| Land use                             | Temporary Reference                     |
|                                      | Day (06.00-22.00) / Night (22.00-06.00) |
| Protected Area                       | 47/37                                   |
| Housing Area                         | 52/42                                   |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Housing / Mixed Use Area    | 57/47 |
| Intense Human Activity Area | 62/52 |
| Mainly Industrial Area      | 67/57 |
| Exclusively Industrial Area | 70/70 |

These examples show the criteria used to define acoustic zones in three European countries using a subjective perception and land use approach. Particularly they refer to a universal character criteria.

## 2.2 Methodology

It has been necessary to select specific cases in order to carry out the study for the definition of acoustic areas of the city. Mexico City is divided into 16 districts and Miguel Hidalgo has been chosen for this study. This district is located in the western part of the city (Fig. 2).

Primarily, an analysis for a general definition of the acoustic areas has been conducted based on an urban analysis, which have considered the noise map, urban and socioeconomic characteristics and land use. Thus it has defined general acoustic areas (Fig. 3), and it has been determined specific areas: Tacuba and Polanco, where after a detailed analysis, acoustic specific zones for each one are proposed. Two zones were chosen as an example of what within each district can occur with a brief comparative analysis.

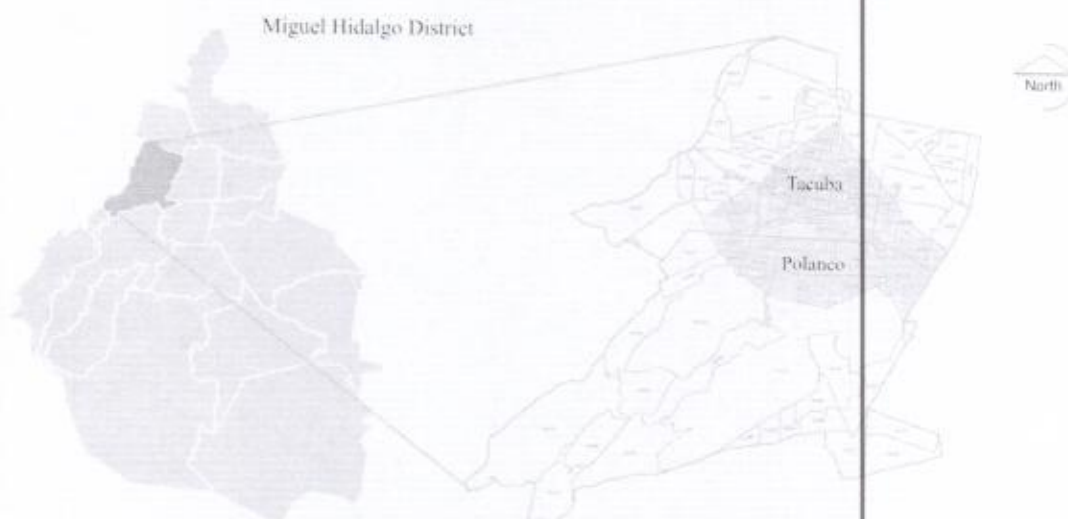


Figure 2 – Political Division of Mexico City and Miguel Hidalgo location<sup>2</sup>

Figure 3 – Political Division of Miguel Hidalgo<sup>3</sup>

## 2.3 Analysis of urban characteristics and the case of study

The Miguel Hidalgo District is part of the central city of Mexico City. It has a population of 392.244 inhabitants. It is an consolidated district, and from 1970 has initiated a restructuring land use to become nowadays in a typical service district, such as offices, commerce, administration, culture, education, recreation, among others; attracting 872.757 travel/person/day, this means 222.50% higher than its current population.

According to the Development Plan from 1997, it was encouraged to reverse the decline of population in residential use (Fig. 4). Nevertheless, in 2008 this plan was not fulfilled, however uses as housing and mixed use, commerce and offices went grow beyond expectation (Fig. 5). According to this and an upgrade of the urban development plans (7, 8), this district maintains its structure and uses at the west area, but the north zone tends to have residential and mixed use and the central and east zone tend to housing, mixed, office and commerce use mainly (Fig. 6).

<sup>2</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Miguel\\_Hidalgo\\_\(Ciudad\\_de\\_M%C3%A9xico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Miguel_Hidalgo_(Ciudad_de_M%C3%A9xico))

<sup>3</sup> <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/plan-maestro-rehabilitacion-segunda-seccion-bosque-chapultepec>



Figure 4 – Projection of population from 1985 to 2015 (9, 10)

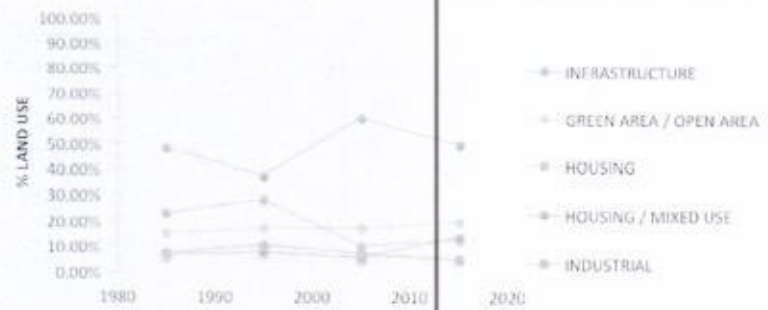


Figure 5 – Percentage of land use against period (7, 8, 11, 12, 13, 14, 15)

A peculiarity that is producing noise in the district are the main and secondary roads. This happens firstly, due to external and internal mobility of native and floating population, and secondly, due to the connections between main roads with the north and west zone of the city, besides urban areas of the metropolitan area (15). Such is the degree of urbanization, that some of these pathways are within the sensitive land uses, like large urban facilities and services. Alternate transportation systems in the district besides cars, are the subway, buses and bicycle system, being the insufficient and in some occasions inadequate.

Miguel Hidalgo District locates the central park of the city known as the Bosque de Chapultepec, a residential area of greater exclusivity known as Lomas de Chapultepec, the most important shopping area known as Polanco, which includes also a wealthy residential area. It also situates new large developments of residential areas in the city known as "Nuevo Polanco", museums, theaters and shops. Some neighborhood centers, with low and medium socioeconomic classes, are located in the northern part of the district. These neighborhoods are mixed with shops, workshops and local trade and services.

### 2.3.1 Land Use

Most of the current land uses of Miguel Hidalgo District (Fig. 6), correspond to housing with two variations: the housing with commerce and housing mixed use. In the first case, the residential land use (yellow) in the southern part of the district tends to be residential, homes on individual lots without exceeding an average of three levels; in the central part of the district, for its proximity to principal roads, buildings come to exceed five levels. The housing with commerce land use (orange) corresponds to a type of housing that has trade in ground floor and whose average height is two to three levels in local areas and buildings up to 5 levels or more on principal and secondary roads; and the housing mixed use (in pink) provides housing with diverse services and infrastructure.

There are also important areas such as open spaces and green areas, which are shown in light green and dark green respectively; where Chapultepec Park is located, with an area of almost 700 hectares (16) and are known to be the major internal lungs of the city.

In blue color, health, education and culture land use is shown, which are scattered within the entire district, large areas in this color are shown in the map, and correspond to cemeteries, which are considered part of the cultural equipment.

### 2.3.2 Population density

An analysis of the concentration of population within the district (Fig. 7), can see that the residential housing area, on south-west of the district, has the lowest density. The highest concentration is located at north and north-east of it, being the land uses of housing and housing with commerce which have higher saturation with more than 400 inhabitants per acre. This density is also due to the proximity of the historic center of the city and major office centers and services as well as transport networks found in this area of the city.

### 2.3.3 Socioeconomic status

Much of the district has a high socioeconomic level, shown in red color in Figure 8 and corresponds too with a low population density. The area with a medium-high level in orange color, is a transition between the high and medium level, located in the center of the district and mostly made up of buildings and new housing complexes whose population density tend to rise considerably in next years. The areas of medium socioeconomic status are ancient streets that are on the periphery of the district whose land use varies between pure housing and housing with commerce. Areas in blue color show areas with medium socio-economic status, most self-help housing with commerce. Green and gray colors, show open spaces and industrial zones respectively.

### 2.3.4 Roads

Limited-access roads, One way principal roads and principal roads are shown in Figure 9. The first are characterized by communicating the population with other districts and allow continuity in communication. Principal roads and One way principal roads also communicate the population with other districts or blocks, with the exception to exist traffic lights in some intersections. All these roads connecting north-south and east-west direction, Mexico City with the State of Mexico. With this, Miguel Hidalgo district, has the most important roads in the city.

This network of principal roads that were considered for the noise map of vehicular traffic, has a length of over 20 km and exceeded in some sections 80 dBA, in the limited-access roads as the Viaduct President Miguel Aleman and the Anillo Periférico, since their capacity is very high.



Figure 6 – Map of land use of Miguel Hidalgo District

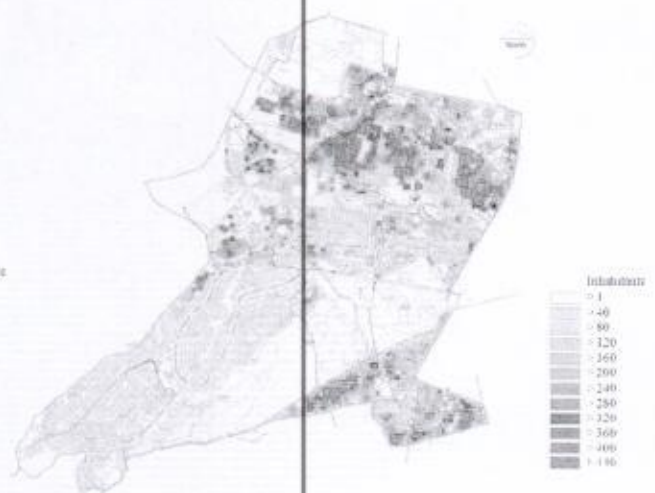


Figure 7 – Map of population density of Miguel Hidalgo District



Figure 8 – Map of socio-economic classification of Miguel Hidalgo District

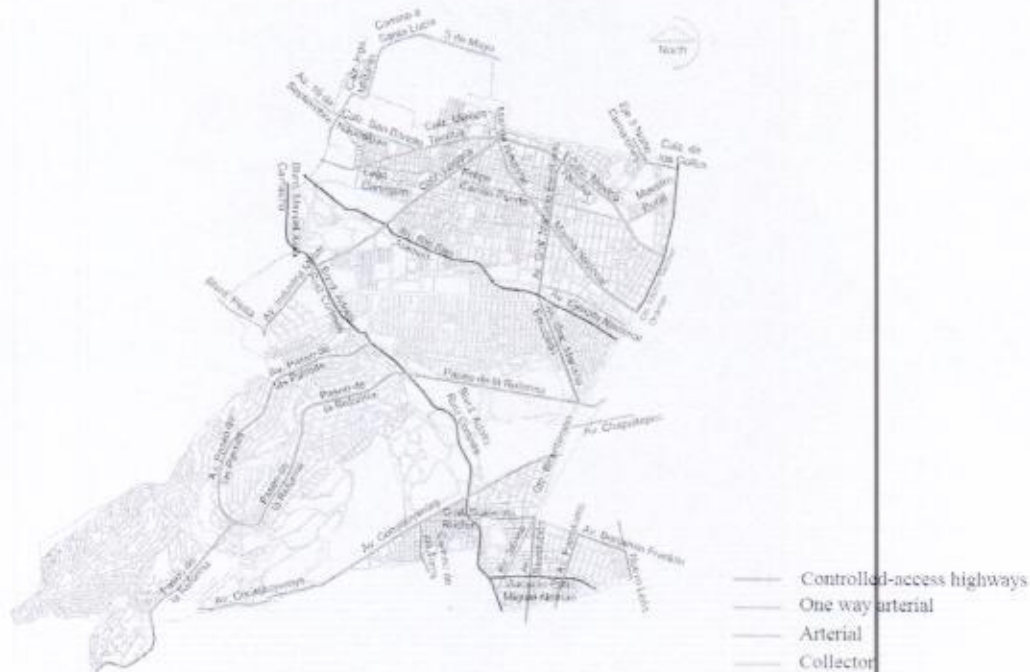


Figure 9 – Map of main streets of Miguel Hidalgo District

### 2.3.5 Noise Map

The noise map (Fig. 10) of vehicular traffic of Miguel Hidalgo district, includes principal roads and limited-access roads. The seating capacity of these roads generate high noise levels in residential areas mostly. Considering that the acceptable noise level according to Berglund (17) is 55 dBA and that most of the district has housing land use, we can see in the graph of Figure 11 that 52% of the district exceeds this limit, being tolerable values between 55 and 65 dBA to 40% of the area, annoying in the range of 65-70 dBA, corresponding to 6% and unacceptable those who exceed the 70 dBA and whose percentage in the district is also 6%.

Keep in mind that this map shows only the noise generated by principal roads, but not by secondary roads, which affect more locally to the inhabitants of the district. For this reason specific studies of areas for an approach of what happens in each area of Mexico City are made.

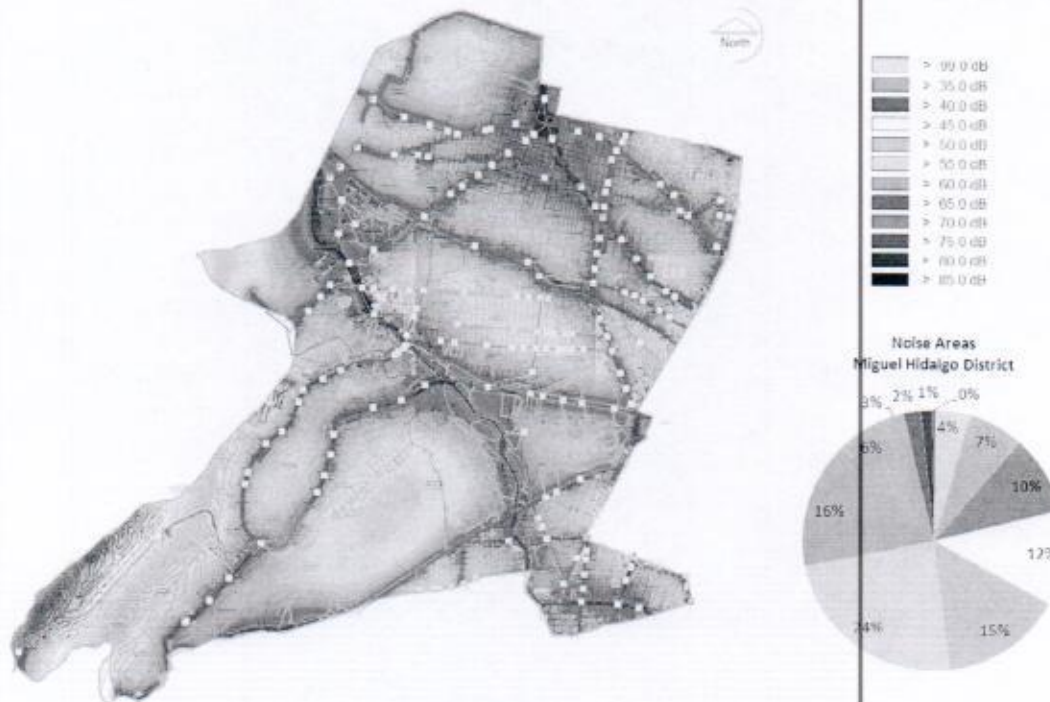


Figure 10 – Noise map of Miguel Hidalgo District  
 Figure 11 – Miguel Hidalgo District Noise Areas

#### 2.4 A first general acoustic classification approach

To define general acoustic areas of the district of Miguel Hidalgo and from the previous urban analysis, it has been necessary to establish a general classification based on general land uses that have different areas of the district. Thus it has come to the general classification of Table 5. This classification takes in part established by Berglund (17) as well as the analysis in section 2.1.

Table 5 – Acoustic classification approach for Miguel Hidalgo District

|   | Using Area  | Land use category  | Input limit value<br>$L_{dn}$ (dBA) |
|---|---|--|-------------------------------------|
| A | Protected areas   | Outdoor natural areas, schools and hospitals   | 45/40                               |
| B | Quiet and rest areas                                    | Residential, open areas, streets, pedestrian zones, parks and playgrounds.   | 50/45                               |
| C | Moderate commercial areas                               | Blend zones of residential areas, office buildings and retail restores.  | 55/50                               |
| D | Intensive commercial areas                              | Blend zones of residential areas, office buildings, commercial areas, hotels, museums, libraries and theatre. Small industry and workshop. | 60/55                               |
| E | Industrial areas, intensive human traffic and services. | Industrial areas, transportation hubs and heavy traffic roads  | 65/60                               |

This classification has been applied to the District of Miguel Hidalgo and is reflected in the map of Figure 12 and the correlation of these acoustic area criteria for application in specific areas shown in Table 6.

Thus a general zoning (Figure 12) based on the type of land use and intensity of commercial activities in accordance with Table 5. It can be seen the influence of the principal roads and in contrast to the general noise map (Figure 10). They are well defined areas covering each of the zoning type A to type E, certain due to the nature of the predominant activity in the area.



If this zoning regulations in accordance with the levels set out in Table 5, certainly at this time would not be possible to achieve it is determined, however it is possible zoning level goal like this that promote mitigation and acoustic conditioning of the district in the future.



Figure 12 – Mapa de áreas Zonas Acústicas generales del distrito de Miguel Hidalgo

Furthermore may apply a criterion of a general acoustic zoning would rebase or could limited with respect to land uses and particular activities of each area. Being a zoning to an existing city, uses that exceed or are sensitive to the established levels may exist, so it is important to make a local acoustic zoning which are protected by a use side and sensitive equipment and uses excess will limit the established levels. This requires a mapping table acoustic zones (Table 6) indicate specific cases where proposed.

Table 6 – Correlation criteria of acoustic zones for its application on specific acoustic areas

|   | A  | B  | C  | D  | E  |
|---|--|--|--|--|--|
| A |  | Parks, health and educational                                    | Parks, health and educational                                    | Parks, health and educational                        | Parks, health and educational                                    |
| B | Isolated housing, open spaces, walkways and bikeways             |  | Isolated housing, open spaces, walkways and bikeways             | Isolated housing, open spaces, walkways and bikeways | Isolated housing, open spaces, walkways and bikeways             |
| C | Mix use, offices, local commerce                                 | Mix use, offices, local commerce                                 |  | Mix use, offices, local commerce                     | Mix use, offices, local commerce                                 |
| D | Isolated areas of intense social, cultural and economic activity | Isolated areas of intense social, cultural and economic activity | Isolated areas of intense social, cultural and economic activity |  | Isolated areas of intense social, cultural and economic activity |
| E | Industry, roads and transportation hubs                          | Industry, roads and transportation hubs                          | Industry, roads and transportation hubs                          | Industry, roads and transportation hubs              |  |

### 3. DETAILED ACOUSTIC ZONING IN THE AREA OF TACUBA-POLANCO

Within the case study, the Tacuba and Polanco area was selected, which by themselves are two contrasting areas that

include several colonies divided one from each other by a main road (San Joaquin River Ave.), as well as by the railway tracks, where currently rail freight runs sporadically. These areas are contrasting in terms of population density and socioeconomic status; in both the residential land use prevail with its different variants. In general, these acoustic zoning areas appear mostly as intense commercial activity, i.e. areas of mixed use with office and retail, entertainment, hotels and cultural services. There appears also a moderate commercial activity with medium and small industry areas, small workshops; and mixed-use areas of housing, offices, shops and neighborhood shops. In detail, these zones require different zoning criteria, whether for protection or control, according to the following analysis.

### 3.1 Roads and land use

The Tacuba and Polanco area contains all kind of roads. Controlled access highways (blue) and arterials (red) with high levels of road traffic are bounding this area. Roads connect the primary areas and within each area, there are collectors (green and orange) which communicate arterials or controlled access highways within the district. These roads may or may not contain traffic light systems.

Collectors have a second classification: collector with services (orange) and local collector (green). The first one is characterized by high traffic density caused by services offered in the area and public transport running through it, and the second one are alternate routes without public transport and with only few services (Figure 13).

Tacuba is an area with residential land use with commerce, and with the existence of some informal trade, causing a great flow of population into this area due to the services offered. The Polanco is a predominantly residential land use area located central and south; north there is a mixed with presence of large housing complexes, blended with commercial and cultural developments; and to the east on major avenues an intense commercial use in addition to the presence of exclusive department stores. It should be noted that the mixed land use development generates diverse infrastructure, which increases the gain of the area. There are also dispersed land uses such as social infrastructure, green areas and open spaces (Figure 14).

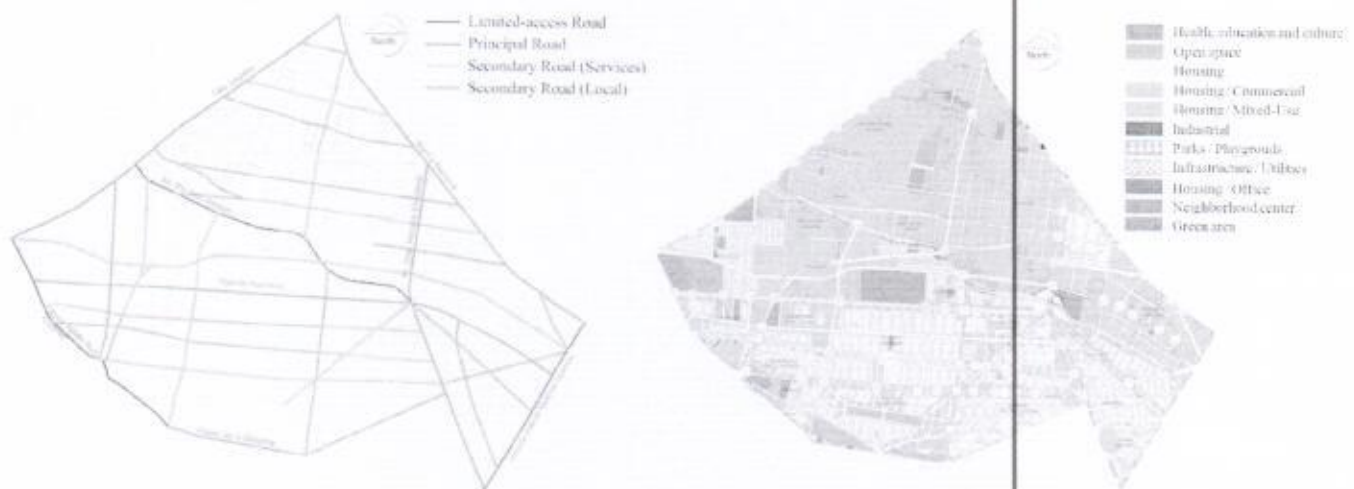


Figure 13 – Main and secondary avenues of Tacuba and Polanco areas

Figure 14 – Land Use of Tacuba and Polanco areas

### 3.2 Population distribution

In terms of population this section is very contrasted between the southern area (Polanco) and the northern (Tacuba). The latter can be seen as the highest density population area defined by the highest number of people per block (Fig. 15), particularly the north-west side where many multifamily dwellings are located blended with workshops and shops. The northeastern area, with a little more housing land use, has a lower population density.

In contrast, there is the Nuevo Polanco and Polanco area with a very low population density and with some points of medium density with mixed-use areas to the southeast, where buildings of significant height prevail.

### 3.3 Socioeconomic distribution

The socio-economic conditions are distributed at all levels: in the north the lower status and lower middle condition are located; at the center the middle and the upper middle condition; to the south the high status condition. This situation correlates with population density in the sense that the southern zone of low density corresponds to the upper and middle socio economic conditions; and the northern area of high density with low and lower middle conditions (Fig. 16).



Figure 15 – Map of population density of Tacuba and Polanco areas

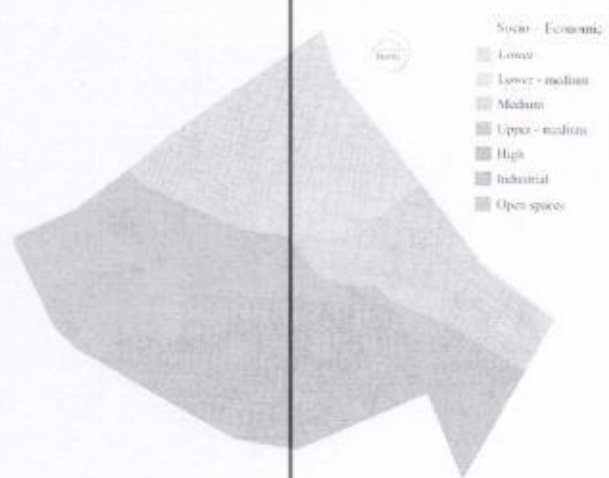


Figure 16 – Map of socio-economic classification of Tacuba and Polanco areas

### 3.4 Specific acoustic zoning

By observing the General Acoustic Zones map, (Figure 12) the study area of Tacuba-Polanco appears defined by three main acoustic zones: north an area of moderate commercial activity, with a detail of intense activity on the northern end. To the center and south, Nuevo Polanco and Polanco, an intense commercial activity acoustic zone and an area of acoustic tranquility, being residential. The arteries are commercial corridors either severe or moderate.

Within the specific area of Tacuba-Polanco (Figure 17), the general acoustic zones are broken down according to the activity or real and concrete use. Small specific areas (in green) are acoustic protection zones corresponding to the social infrastructure: education and health facilities, they are scattered throughout the district without conforming specific areas, as can be seen. In this case, they are located as an alert for acoustic protection points.

The controlled access highways as main roads imply by themselves a special classification, due to the level of acoustic emissions from road traffic; arteries are related to intense and moderate commercial activities, in blue and purple. In some cases, the very presence of the acoustic effect of the road defines an acoustic zone, as in the case of the controlled access highway that divides the whole area at the middle.

Areas of intense commercial activity surround as belts the north areas of moderate commercial activities. These areas inside belts are of moderate commercial activity blended with housing, shops and local workshops. At the central area, an industrial acoustic zone is defined and next to it, the development zone of Nuevo Polanco, with its intense commercial activity.

To the south of this region, tranquility residential areas in orange, including moderate business activity in purple; and west, specific areas of intense commercial activity in blue, delimit the Polanco area.

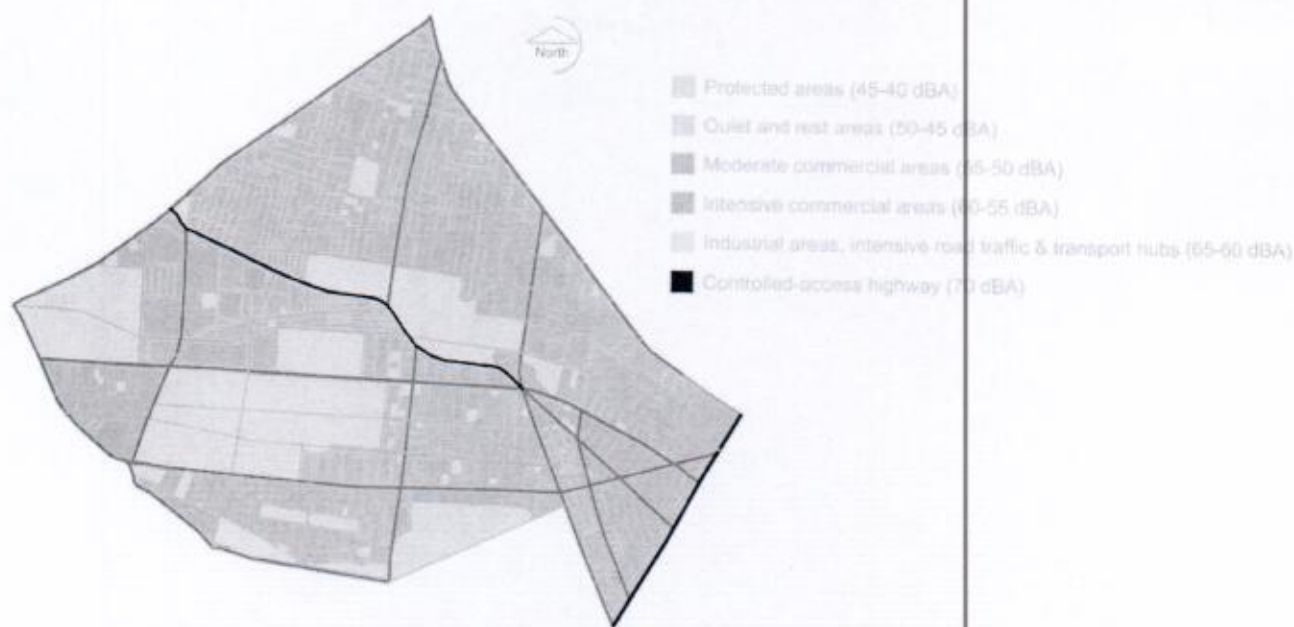


Figure 17. Tacuba and Polanco acoustic zones

#### 4. FINAL DISCUSSION

The acoustic zoning is a complex activity when applied to already built cities and especially to those where urban planning has not contemplated, in fact it is common that acoustic zoning is not part of the urban plans of any city.

Mexico City is a complex case of acoustic zoning also because of the absence of acoustic criteria in their planning, and a poor urban planning due primarily to the lack of compliance of plans and in some cases the lack of a prospective vision. Planning for Mexico City has focused in recent years on solving the problem of road traffic by implementing elevated or depressed roads. The result of this policy is a further increase of the vehicle fleet. Another big problem associated with this is the insufficient and poor public transportation.

A fundamental problem is the absence of legislation focused on environmental noise, to prevent, reduce and monitor noise pollution in all aspects in order to protect human health, property or the environment, and to establish mechanisms to improve environmental quality from the acoustic point of view.

Although an acoustic zoning should be derived from existing regulations, in this case it has been a result of a research aimed at exploring Mexico City in order to define the acoustic environment of its urban space. One of the objectives of this research is to define acoustic zones trying to understand the acoustic behavior of the urban space.

Two-way classification have been proposed: The overall city level or district level, and the specific classification at a neighborhood level. The general classification will always be more demanding, but it is necessary to develop classifications to protect sensitive areas not considered and limit those areas that by its nature acoustically polluted urban space. This exercise is just the beginning of a study that will include both the existing acoustic environment as the ideal acoustic environment and the possible, accompanying the latter with solution models.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The author acknowledges the support that the National Council of Science and Technology in Mexico (CONACYT) has given to the research project titled: "*El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México: Problemas y modelos de solución*" (The environmental noise in the urban space of Mexico City: Problems and solution models). This communication is part of the project. The support has been possible through the funds of the "*Fondo Sectorial de Investigación para la Educación SEP-CONACYT*" (Sectorial Research Fund for Education).

#### REFERENCES

1. SMAGDF-UAM-A. Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, Mexico, 2011.

2. Directive 2002/49/CE. The Environmental Noise Directive 2002/49/EC (2002). Accessed April 27, 2016. <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>
3. Real Decreto, 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Government of Spain, Spain. Accessed April 27, 2016. [http://www.fomento.gob.es/mfom/lang\\_castellano/direcciones\\_generales/ferrocarriles/\\_informacion/normativa/3impacto/rd\\_1367\\_2007.htm](http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/ferrocarriles/_informacion/normativa/3impacto/rd_1367_2007.htm)
4. Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, Spain. Accessed April 25, 2016. <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2003/243/boletin.243.pdf>
5. DIN 18005-1. Noise abatement in town planning, Germany. Accessed April 27, 2016. <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/?p=97&p2=3.1.2.1>
6. DPCM 14/11/97 in Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 280 del 1/12/97. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Italy. Accessed April 25, 2016. <http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/dpcm-14-11-97.pdf/view>
7. Federal, G. O. D. D., Plan Parcial de Desarrollo urbano para Zona patrimonial de Tacubaya, delegación Miguel Hidalgo, versión 2012, Distrito Federal, Mexico, 2012.
8. Federal, G. O. D. D., Plan Parcial de Desarrollo urbano para Polanco, delegación Miguel Hidalgo, versión 2014, Distrito Federal, Mexico 2014
9. INEGI, Censo General de Población 1980, Distrito Federal. México, 1980.
10. INEGI. Distrito Federal, Resultados Definitivos; IX, X, XI y XII Censos de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990, 1995, 2005 y 2010. Accessed November, 2015. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>
11. Federal, G. O. D. D., Programa delegacional de Desarrollo urbano para la delegación Miguel Hidalgo versión 1982, Distrito Federal, Mexico, 1982.
12. Federal, G. O. D. D., Plan Parcial de Desarrollo urbano para Lomas altas, Real de lomas, Lomas de reforma y Lomas de Chapultepec, delegación Miguel Hidalgo, versión 1992, Distrito Federal, Mexico, 1992.
13. Federal, G. O. D. D., Plan Parcial de Desarrollo urbano para Lomas de Bezares y Bosques de las Lomas, delegación Miguel Hidalgo, versión 1993, Distrito Federal, Mexico, 1993.
14. Federal, G. O. D. D., Programa delegacional de Desarrollo urbano para la delegación Miguel Hidalgo versión 1997, Distrito Federal, Mexico, 1997.
15. Federal, G. O. D. D., Programa delegacional de Desarrollo urbano para la delegación Miguel Hidalgo versión 2008, Distrito Federal, Mexico, 2010.
16. Delegación Miguel Hidalgo. Accessed November, 2015.: <http://www.miguelhidalgo.gob.mx/>
17. Berglund, et al. Guidelines for Community Noise. World Health Organization, Geneva, 1999.



**ICA** 2016  
BUENOS AIRES

**22<sup>nd</sup> International  
Congress on Acoustics**

**PROCEEDINGS**

5-9 September, 2016 - Catholic University of Argentina

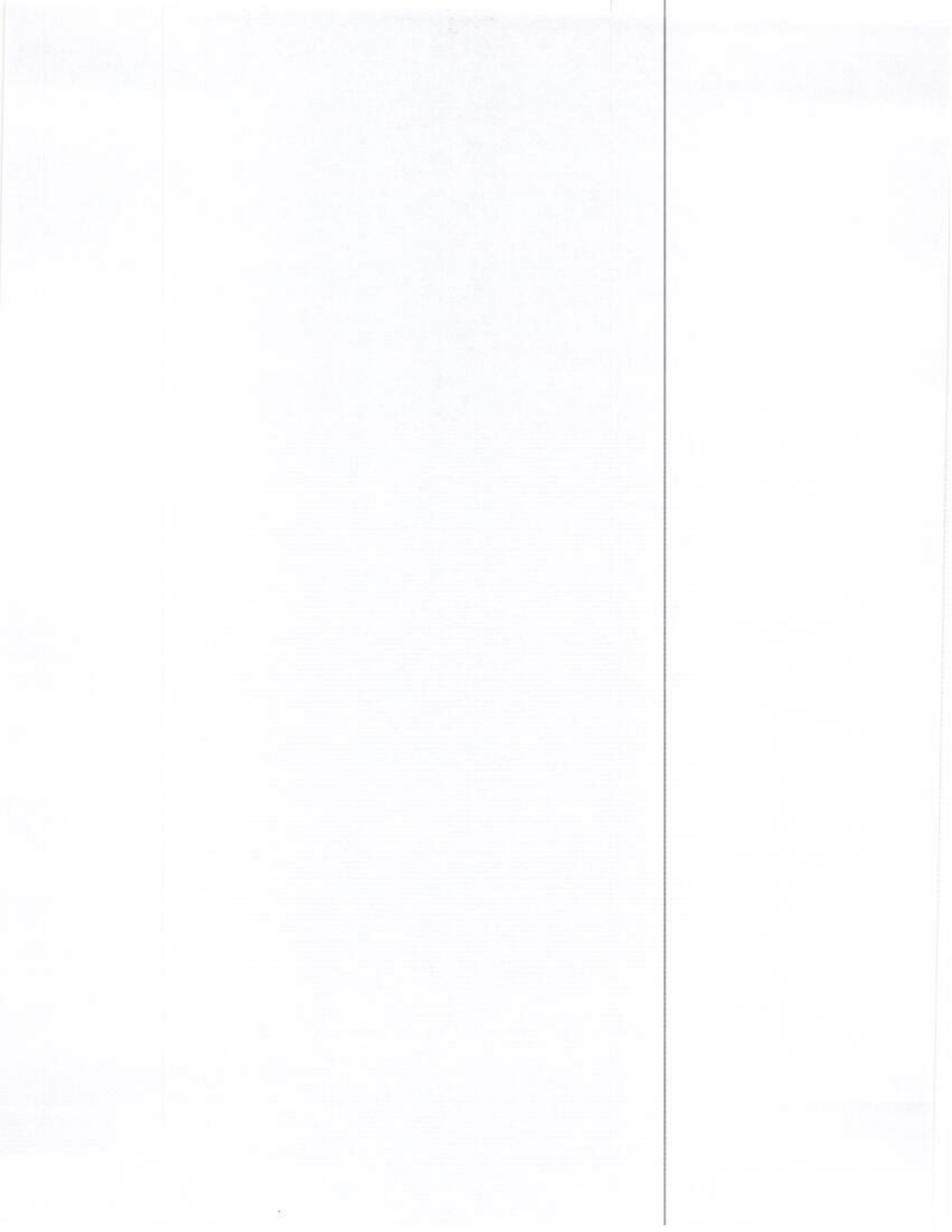
X Congreso Iberoamericano de Acústica  
XIV Congreso Argentino de Acústica  
XXVI Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica

Editors:

Federico Miyara | Vivian Pasch  
Ernesto Accolti | Nilda Vechiatti



*Page intentionally left blank*







# 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016

## PROCEEDINGS

Editors:

Federico Miyara  
Ernesto Accolti  
Vivian Pasch  
Nilda Vechiatti

**X Congreso Iberoamericano de Acústica**  
XIV Congreso Argentino de Acústica  
XXVI Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica



## Sound Monitoring: Paper ICA2016-545

A proposal for a mobile phone's application alerting  
and warning about noise pollution

Verónica\_1 Arroyo-Pedroza\_1<sup>(a)</sup>, Fausto E.\_2 Rodríguez-Manzo\_2 <sup>\*(b)</sup>, Roberto A.\_3  
García-Madrid\_3<sup>(c)</sup>, Iván\_4 Díaz-de-León\_4<sup>(d)</sup>, Héctor\_5 Reyes Aguilar\_5<sup>(e)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco (UAM-Azc.) Departamento de Evaluación 1,  
México 1, vap@correo.azc.uam.mx 1

<sup>(b)</sup> (UAM-Azc.) Departamento de Procesos 2, México 2, rfme@correo.azc.uam.mx 2

<sup>(c)</sup> (UAM-Azc.) Departamento de Investigación 3, México 3, gmra@correo.azc.uam.mx 3

<sup>(d)</sup> (UAM-Azc.) Posgrado en Diseño 4, México 4, al2153801222@alumnos.azc.uam.mx 4

<sup>(e)</sup> (UAM-Azc.) Licenciatura en Ing. Computación 5, México 5, al210331413@alumnos.azc.uam.mx 5

## Abstract

The emerging concept of Smart Cities promotes self-managing citizen relationships: a way of improving efficiency around resources. An increasing number of cities currently opened to free Wi-Fi policy look for greater democratization of smartphones. Apps market is rapidly growing and widening promoting social interaction and social activism. Noise apps like NoiseWatch, NoiseTube, or those like sound level meters allow collecting data and sending it by e-mail. In order to promote public awareness about noise pollution in Mexico City's Metropolitan Area, we present here a proposal for a cell-phone application bound to collecting data about citizen's concerns regarding environmental noise.

The aim of our project is to develop an application that will connect with citizens from a friendly, practical and accesible interface, inviting them to collaborate and benefit themselves and their community by alerting and raising awareness about the importance of environmental noise and its effects on health. We envision a tool that helps, educate, alert and link people to take decisions on this important pollution problem.

A Mexico City Metropolitan Area Noise Map has been already made, showing the impact of noise levels emitted by road traffic noise on main city roads. However there is a need to develop other tools which can interact with citizens giving them the possibility of developing a digital map of Mexico City that can display the status of noise in it, in real time.

This paper presents an approach to that tool: the architecture and content of the app, along with an interface that will seek to promote fundamental citizen's participation and the kind of results that are expected.

Keywords: Noise pollution, Citizen complaint, Mobile App, Smart cities.

## 1 Introduction

The need for higher quality life in cities has brought the search for ways to achieve it. In this 21<sup>st</sup> century where technologies of information and communication have grown so quickly, insomuch that have enabled monitoring and communication systems about large cities problems. On the other hand, the fact that technology has advanced in this way is also a problem that generates an impact on the human quality of life, in terms of sound environment mainly because of noise emitted by equipment, vehicles and urban systems. However, it is needed the use of technology in the benefit of citizens, due to the many advantages it has.

Some scientific sectors focus the theme of Smart Cities as an issue supported by the employment of technology in the city, insomuch that in some cases this is an excess. Smart cities is a relatively new concept that requires normalizing its definition and purposes. The use of technology in itself is not bad, but an excess could cause the loss of human natural abilities, then a line of thought should be in the direction of Smart Cities that use technology for the benefit of citizens.

This paper presents a proposal precisely for the building of an application towards the benefit of the inhabitants of Mexico City. This application pursue citizen monitoring of noise pollution to generate alerts and complaints that enable information about the noisy areas of the city. This paper shows the process that has so far been developed to achieve this objective, through the next steps:

- A research on existing applications related to environmental noise.
- An inquiry on technologies used in applications as microphones, geolocation and network connections.
- A survey about population attitudes against the issue of environmental noise in their environment, and
- To explore different user's viewpoints with respect to environmental noise applications.

The structure of this paper begins with this introduction where the purpose and the contents are planted. Subsequently an approach to Smart Cities in which this proposal is based. Next, some considerations regarding existing applications are done. Subsequently important points arise regarding the development of the application proposed and finally a discussion of what has been achieved so far is performed.

## 2 Smart Cities and Environmental Noise

### 2.1 About the concept of Smart City

The concept of Smart City reflects the need for social participation in the design of new cities, due to current technological framework and the developing one. This concept assumes among other things the creation of urban spaces that substantially improve the quality of life of citizens through a sustainable vision that can reduce pollution levels and rationalize resources.

The Smart City refers not only to the physical issue of an urban space, but also involves social, political, economic and cultural aspects. However, today one of the axes that move more

strongly for the creation of Smart Cities is the technology, which assumes the use of computer engineering and the development of advanced technologies in information and communication.

There are several concepts that have emerged due to the smart city concept, such as the digital city, the technological city and the green city. These concepts tend to generate a fashion, a trend, but mostly are based on the idea of the employment of new technologies.

Another approach is that city governments and systems tend to implement new technologies in order to cope with the challenges and problems that occur inside the large conurbations or megalopolis of the world, problems related to the general urban activity, the human mobility, urban services and infrastructure and the prevention of urban disasters, among others.

However, a very important aspect is, not to forget people, their health, their welfare and above all their quality of life. From there is that we should focus the concept of Smart City.

Recently Guillermo Peñalosa (Smart Cities Congress Puebla 2016) mentioned that when he searches the word Smart City over the internet, he usually obtains images where no human being appear, something like if the Smart Cities were just only buildings, highways and technology; and all isolated from people. A Smart City, he states, has to be a city for people, a city where people is the priority. A Smart City is a successful city with healthy communities and where all people, whether rich, poor, old and young, live happier as possible. Therefore, we have to think about, how we want to live. One approach in which he insists is to create public space where we all see as equals, where all, regardless of our condition, can meet; where we can develop tolerance, where we believe in attitudes of solidarity and a sense of belonging, creating a shared vision among the population. Somehow, to create cities for all, dignifying the pedestrian, the citizen, and recovering the space assigned to cars in order to recover public space.

This Smart City vision creates a base of common sense to address all the problems of the city: people and citizens.

## 2.2 The citizen and the Smart City

The citizen scenarios that are promoted on Smart Cities can fit into various stereotypes, from very futuristic approaches where humans are something like robots, to the approach where citizens are concerned about the recovery of the city of environmental, social and economic problems as well as from the loss of cultural identity.

One of the features that today regard to citizens and Smart Cities, is the possibility of a different social interaction, since digital technologies promote collaborative and participatory inertia in cities.

The issue of inter-communication technology, i.e. with the use of electronic devices such as cell phones, smart devices access to networks and different applications for them, have changed the scenery of social communication. Regardless of judging whether this is appropriate or not, the fact is that it provides extraordinary opportunities for social interaction and is especially useful for citizens and city authorities as a key information mean.

Applications focused on creating information systems useful to society have begun to popularize and have become somehow necessary.

The citizen, using them can become a sensor, using their sensory skills. It is possible to establish a system of sensors that through their observations can improve phenomena or process databases that affect population in urban areas and thus they contribute to the substantial improvement of the citizen's quality of life. Such is the case of environmental pollution problems among others, and within this, the environmental noise pollution problem.

### 2.3 Smart cities, citizens and environmental noise

As it is known, environmental noise is a global pollution problem that affects the inhabitants of all cities, particularly those in big cities or megalopolis.

Considering that the Smart City definition here handled, where the pursuit of quality of life of citizens is the linchpin of thought, environmental noise becomes a problem to be controlled or mitigated in order to consider a city as a Smart City.

In this sense both the Smart City issue and the environmental noise become important since the latter affects citizens, and citizens are precisely those that can directly contribute to provide information about the problem and assist with solutions for them.

There are smartphone applications in the market referred to the problem of environmental noise, perhaps the most popular in Europe are NoiseWatch, which provides sound level information and location and NoiseTube, which include sound walks.

The advantages of human sensors with respect to noise pollution are very large, they can function not only as sound level monitors, even it is possible to record and even more, to qualify and identify the type of noise.

A system of human sensors can allow the generation of human sensor noise maps, unlike traditional noise maps these are formed by direct observations of citizens, which are enriched by the personal appreciation of them and not only by equal noise level areas. Finally, a system like that becomes a citizen laboratory that provides many opportunities for social, academic and cultural interaction.

## 3 Some considerations on existing apps

The growing use of mobile applications or "apps" aimed at issues of health, has grown significantly in recent years. Parallel the capabilities that accompany cell phones include sensors of different types [1]. On health issue, measurement noise with both professional sense, and recreational finds place in market.

On sound measurement, different studies conducted, pointed out that the Sound Meter app achieves a higher measurement accuracy [2]. Given the characteristics of a varied smartphone market, it is not possible to standardize the measurement accuracy of all equipment due to their own brand characteristics, and operating system models [3].

Smart City seek to integrate persons and city, measuring and studying the data recovered for a decision-making relationship. The "trace data" allow to collect trails and information in a daily, direct and real-time manner. One category of this technique are mobile devices [4]. This allow apps to work in real time, faster and easy, to use and promote participation over accuracy. On the other hand this kind of data and traces allow in case of environmental noise, to construct alternating noise maps. In this case, Mexico City has an environmental noise map since 2010 (Fig. 1) and a layer of this kind could be complementary to it.



Source: (LadAc UAM Azc., 2011) Fig. 1. First Noise Map of Mexico City Metropolitan Area

Additionally it is important to know that for an optimal measurement a set of minimum requirements exist, even if there is a need to obtain a more accurate measurement, a calibration with a professional sound level meter is necessary.

## 4 App development

### 4.1 Beginning

For this aspect in order to know more about the impact of noise phenomenon in Mexico City a first approach to a community within the city took place. It was held in the Azcapotzalco area, north of the city within a program about the Noise Awareness Day 2016, April 27th. In this event, children's leisure activities and information talks to the general assistance were conducted. As a product of the day, data about the impact of noise on the community were obtained. (Figure 2, 3 and 4)



Source: (Authors, 2016) Fig. 2, 3 and 4 Showing the activity with children on the International Day to Combat Noise.

Three type of polls were conducted at the end of the event, two for adults and one for children (Fig. 5, 6 and 7), the most relevant results are discussed below.

For adults the most annoying noises were:

- Speakers inside business establishments.
- Speakers at informal businesses.
- Public transport high volume music and
- Road traffic noise coming mainly from garbage and gas trucks.

For children the most annoying noises were:

- Noise from neighbors
- Road traffic noise coming mainly from garbage and gas trucks.
- Noise in their classrooms and
- Noise within their own homes when doing homework or trying to sleep.

The last complaint is something that stands out in a relevant way and was continuously told by almost all children. This exercise pointed us about the need of a tool aimed at public complain of the noise effects on citizens, even children citizens.



Source: (Authors, 2016) Fig. 5, 6 and 7 Adults opinion poll

#### 4.1.1 Case

The design of an apps, inherits a history of preceding interactive systems. Principles in force converge in different perspectives to propose a development plan on users. Some of these principles to be taken into account are: User Interface and Interaction Design, the first, promotes a simple and powerful design for user in order to have clarity about the use and management of apps [6], the second proposes a support in everyday systems [7]. This is essential considering the human being as the center of interest, taking into account that needs are coming from users and not from who designs [8], as defined by Norman & Nielsen (UX) [9]. In this way the user will be the center of the app design proposal, which through a targeted strategy can be achieved a more responsive and sensible design to user needs.

UX implementation, for the development of this app is supported by applying techniques of sketching user experiences, which allow and promote collaborative work by cells of people who provide important results in an agile way.

#### 4.1.2 Methodology

##### 4.1.2.1 Sketch techniques

There are varieties of techniques to obtain data for the application design. Sketching techniques can be translated into graphic proposals. Of the various techniques they were chosen two in particular:

- The Collaborative Sketch, which allows to draw together on the same support, and feed the same idea.
- The Vanilla Sketch, which from more structured drawings accompanied by annotations, explain in detail the actions that are intended to obtain for the app [5].

These techniques promote work on paper, sketching and even layout design, in order to obtain data about the number of steps to realize the task sequence of use and content.

#### 4.1.2.2 Sketch Exploration

This technique was applied to four different groups, one of noise specialists and three of different field university students.

Each group worked through cells of four to five people and the work sequence was the same in all cases.

- A brief introduction to the subject of noise pollution as a public health problem.
- A presentation about the Mexico City Noise Map.
- Instruction on the sketch technique.

After this, all groups were provided with letter-size sheets with a double impression of a cell phone cover. The working groups implemented their proposals, at the discretion of their experiences with other apps, as well as their academic training. The exercise consisted of proposing the necessary actions for geolocation, measuring and alert about an annoying sound at a particular location, using a noise alert app.

The first group was the members of Acoustic Analysis and Design Laboratory UAM Azc. (Fig. 7 and 8), composed by specialists who have experience in issues of acoustics, sound and noise among others, this allowed a comparative reference to the following groups in terms of the ratio of the number of shares to realize the task and the sequence of use, as well as the basic content that the app should have.



Source: (Authors, 2016) Fig. 7 and 8 Activity sketch and results with the LadAc UAM Azc.

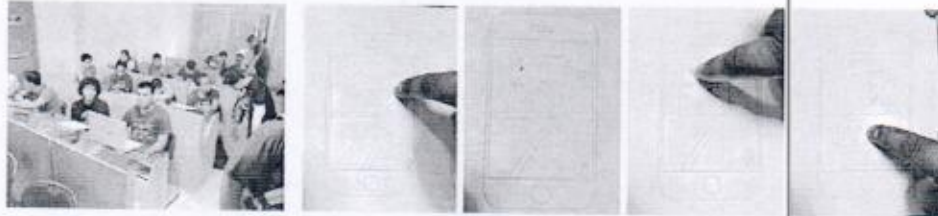
University students formed subsequent groups. The first was with students of Graphic Communication Design (UAM Azc.) Fig. 9 to 14. The expectation with this group was the visual proposals for the app.



Source: (Authors, 2016) Fig. 9 to 14 Design students UAM Azc.



The second group was with students of Computer Engineering (UAM Azc.), with the expectation of a perspective of proposals coming from programming developers. Fig. 15 to 19



Source: (Authors, 2016) Fig. 15 to 19 Engineering Students UAM Azc.

Communication students from the National University UNAM conformed the third group, as a perspective of users trained in the field of the social sciences. Fig. 20 to 23



Source: (Authors, 2016) Fig. 20 to 23 Communication students UNAM.

#### 4.1.3 Results

The results were obtained in relation to the number of steps "taps" needed for the app from 23 work teams. This is an important aspect since it shows the simple and fast mood you can make an alert about noise pollution. Regarding the number of steps or "taps" to actuate the warning, are shown in the following table:

Source: (Authors, 2016) Table1: Taps results by groups

| number of groups | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |     |
|------------------|---|---|---|---|---|----|---|---|-----|
| Design           | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3  |   |   | 3.5 |
| Engineering      | 3 | 4 | 8 | 7 | 3 | 6  | 3 | 4 | 4.7 |
| Communication    | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 11 |   |   | 4.7 |
| Specialists      | 9 | 4 | 3 |   |   |    |   |   | 5.3 |
|                  |   |   |   |   |   |    |   |   | 4.6 |

The average obtained is 4.6 taps to activate the alert action.

#### 4.1.4 App development

In parallel with the exploration with people and the development work (UX) with university students, a prototype based on the Model Prototyping [10] was developed, which allows the building of a prototype in a short time, using fewer resources. It is characterized by its evolutionary development, since it focuses on the aspects that the end user needs, so that the data resulting from the exploration were adapted to the development of the app.

The Unity 3D platform was the basis for the development phase of the prototype, because it allows creating cross-platform apps from a single project, in order to allow both, iOS and Android users to utilize the alert app. Open Street Map supports the mapping consultation and geolocation service, due mainly for its ODbL license (Open Database License).

To analyze the audio input of the microphone to turn it into useful information, first a sample audio in real time was obtained to represent the instantaneous sound pressure. To calculate the sound pressure level (SPL) the mean square of the instantaneous sound pressure and the result was divided by the reference pressure. The SPL result from 20 times the logarithm of the previous ratio. Moreover, for measuring noise the tools of the same platform were employed.

The final development of the User Interface is related to the sketch technique previously developed and its final appearance is under construction, but it can be mentioned that from the data obtained four taps are contemplated to activate the app:

- 1) Welcome screen leading after 2 seconds to geolocation and the sound level meter.
- 2) Tap the button "measuring" which calculates and sends to the next screen
- 3) The user describes the source of noise and intensity through icons called "emoji".
- 4) Tap to send information and finally users are notified of their contribution.

In a first approach, these are the simple actions that users must perform to alert about a situation bothered by noise pollution and collaborate with their citizen participation for the construction of an additional layer of the Mexico City Noise Map.

## 5 Conclusions

While a sound level meter as an app is not a new idea, it is to involve citizens as a real-time sensor noise complaint. This will allow an alternate map layer of the Mexico City Noise Map show the contributions of citizens to the definition of noisy areas of the megalopolis. Moreover, the way the data for building the app were obtained offers an approach to the actual needs of users. Sketch techniques in the working groups allowed to obtain concise results:

- The number of steps "taps" to run alerts.
- Lay out proposals of the app display that showed solutions enriched by the user experience.
- The suggestion of social networking complaints is an important contribution, but to achieve this technical issues have to be solved.

Technically it was observed that :

- The noise measurement smartphones is conditioned on the microphone capabilities.
- At 95 dB smartphone microphones are saturated [11]
- Smartphones require, equipment calibration for a more accurate measurement.
- It is necessary that the app should occupy a small space on the smartphone, for which the design of the User Interface will be decisive.

## Acknowledgments

\* The author acknowledges the support being possible through funds of the "Fondo Sectorial de Investigación para la Educación SEP-CONACYT" (Sectorial Research Fund for Education) of the National Council of Science and Technology in Mexico (CONACYT)

Acknowledges to the Laboratory of Acoustic Analysis and Design, Interactive Systems Laboratory and Eye Tracking Area and the Semiotics of Design for the support for the realization of this document. The Delegation Azcapotzalco for the facilities to carry out the survey in the community of Azcapotzalco. A group of university students who supported the citizens' proposal ideas.

## References

- [1] Stoyanov, S.; Hides, L.; Kavanagh, D.; Zelenko, O.; Tjondronegoro, D.; Mani, M. Mobile App Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps. *JMIR mHealth and uHealth*, 3.1 (2015): e27 doi:10.2196/mhealth.3422.
- [2] Nast, D.; Speer, W.; Le Prell, C. Sound level measurements using smartphone "apps": Useful or inaccurate?. *Noise Health* Vol 12 (72), 2014, pp 251-256.
- [3] Kardous, C.; Shaw, P. Evaluation of smartphone sound measurement applications. *The Journal of the Acoustical Society of America*. Vol 134 (4), 2014, pp 186-192.
- [4] Pan, G.; Qi, G.; Zhang, W.; Li, S.; Wu, Z. Trace analysis and mining for smart cities: issues, methods, and applications, *IEEE Communications Magazine*, Vol 55 (6), 2013, pp 120-126.
- [5] Greenberg, S.; Carpendale, S.; Marquardt, N.; Buxton, B. *Sketching user experiences*, Morgan Kaufmann, Waltham (USA), 2012.
- [6] Shneiderman, B.; Plaisant, C. *Designing the user interface: strategies for affective human-computer interaction*, Pearson Education, (USA), 4<sup>th</sup> ed., 2005.
- [7] Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H. *Interaction design: beyond human-computer interaction*, John Wiley, West Sussex (United Kingdom), 4<sup>th</sup> ed., 2015.
- [8] Kolko, j. *Thoughts on interaction design: a collection of reflections*, Morgan Kaufmann, Burlington (USA), 2<sup>nd</sup> ed., 2011.
- [9] Norman, D.; Nielsen, J. *The Definition of User Experience*. NN/g Nielsen Norman Group. Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting (Consulted 10 June 2016) <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- [10] Cantone, D. *Biblia del programador implementación y debugging: claves, técnicas y herramientas para construir código sólido y confiable*. MP Ediciones, Buenos Aires (Argentina) 1<sup>st</sup> ed., 2006.
- [11] Keene, K.; Merovitz, E.; Irvine, E.; Manji, N.; Everett, M.; Chung, I.; Moodie, S.; Scollie, S.; Gamble, A.; Zimmo, S.; Morrison, C.; Chan, B. Accuracy of Smartphones Sound Level Meter Applications. *Canadian Hearing Report*. Vol.8 (6), 2013, pp 24-28.

**ACTITUDES Y OPINION CON RESPECTO AL RUIDO  
AMBIENTAL O CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**  
(Encuesta de opinión entre población de la CDMX  
que reside en 12 polígonos del corredor Reforma  
previamente seleccionados)

---

**Reporte elaborado por:  
Lic. Leticia Juárez González  
Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo**

**AGOSTO 2017**

|   |    |
|---|----|
| 5.6 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por sexo           | 33 |
| 5.7 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por ocupación      | 34 |
| 5.8 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por AVIA           | 35 |
| 5.9 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: por índice de marginalidad* | 36 |
| 6 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA  | 37 |
| 6.1 Ruido y salud   | 38 |
| 6.1.1 Molestias causadas por el ruido                                       | 38 |
| 6.1.2 Afectación y padecimientos provocados por el ruido                    | 39 |
| 6.2 Actividades dejadas de hacer por ruido en el ambiente                   | 41 |
| 6.3 Contribución del entrevistado a generar ruido                           | 42 |
| 6.4 Ruido: problema de salud pública  | 43 |
| 7 INFORMACIÓN PÚBLICA Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA                              | 44 |
| 7.1 Difusión de información sobre daños de la contaminación acústica        | 44 |
| 7.2 Dependencia que debe atender el ruido en la ciudad                      | 45 |
| 7.3 Acciones para quejas por ruido  | 46 |
| 7.4 Conocimiento de regulación de contaminación acústica                    | 47 |
| 7.5 Opinión sobre reglamentos para regular el ruido                         | 48 |
| 7.6 Implementación de acciones para combatir contaminación acústica         | 50 |
| 8 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA  | 52 |
| 8.1 Aislamiento de ruido de la vivienda                                     | 53 |
| 9 PERFIL DE LOS ENTREVISTADOS   | 54 |
| ANEXO 1   | 61 |

INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA  | 6  |
| 1.1. Objetivo  | 6  |
| 1.2. Objetivos Específicos   | 6  |
| 1.3. Metodología   | 6  |
| 2 SITUACIÓN GENERAL  | 7  |
| 2.1. Calidad de vida de la Ciudad de México y en la colonia                                | 7  |
| 2.2. Calidad de vida de la colonia   | 8  |
| 2.3. Ventajas y desventajas del barrio o colonia donde vive el entrevistado                | 9  |
| 2.4. Características de la COMA  | 11 |
| 3 OBJETIVOS DE LA COMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE INVESTIGACIÓN                         | 11 |
| 4 SONIDO Y RUIDO: ASOCIACIÓN CON LAS PALABRAS  | 12 |
| 4.1.1 Asociación con la palabra "sonido"   | 13 |
| 4.1.2 Léxico* de la palabra sonido   | 14 |
| 4.2.1 Asociación con la palabra "ruido"  | 15 |
| 4.2.2 Léxico* de la palabra ruido  | 16 |
| 4.3 Definición de contaminación acústica   | 17 |
| 5 RUIDOS EN EL ENTORNO Y CÓMO DE LA VIVIENDA   | 19 |
| 5.1 Ruido en el entorno  | 19 |
| 5.2 Frecuencia de los ruidos cerca de la vivienda  | 20 |
| 5.3 Molestia por ruidos percibidos en el entorno   | 22 |
| 5.4 Ruidos percibidos e intensidad de molestia de los ruidos en el exterior de su vivienda | 26 |
| 5.5 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por polígono                      | 28 |

## 1 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 1.1. Objetivo:

- Recrear las actitudes y opiniones de la población de la Ciudad de México con respecto al ruido ambiental y la contaminación acústica.

### 1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar en la población qué se entiende por ruido ambiental y contaminación acústica.
  - Identificar opiniones y actitudes sobre el ruido ambiental en la vivienda.
- ### 1.2. Metodología
- Encuesta en vivienda con tamaño de muestra de 800 entrevistas efectivas a ciudadanos que residen en 12 polígonos, previamente definidos por los responsables del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico – LADAC en el corredor Reforma de Santa Fe al Área de la Villa en la delegación Gustavo A. Madero. Las entrevistas se distribuyeron en 160 manzanas y abarcaron todos los pisos.
  - La encuesta representó a la población que habita dentro de los polígonos definidos por Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico – LADAC. Tiene un margen de error teórico de ± 3.5 puntos con un nivel de confianza del 95%.
  - Se realizó un muestreo probabilístico. La primera etapa fue la selección de las manzanas mediante un muestreo sistemático con probabilidad proporcional al tamaño de cada una. El tamaño se definió por el peso de la población según el Censo de Habitación y Vivienda del INEGI 2010.
  - La selección de la vivienda se hizo mediante un muestreo sistemático de arranque aleatorio y la selección del entrevistado mediante el listado de todos los habitantes en la vivienda por su fecha de cumpleaños. A partir de este listado se seleccionó a la persona con la fecha de cumpleaños más cercana a la fecha del levantamiento. En caso de que la persona seleccionada no se encontrara al momento de la visita se realizó una segunda visita para contactarla. Cuando no se encontró se sustituyó la vivienda.

6

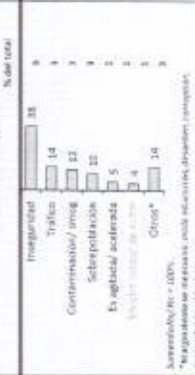
- Para el análisis de los datos se consideró el factor de expansión generado como el inverso de la probabilidad de selección del entrevistado. También se consideraron factores de ajuste por no respuesta y por desviaciones de los parámetros poblacionales de sexo y edad de quienes habitan en esta polígono.

## 2 SITUACIÓN GENERAL

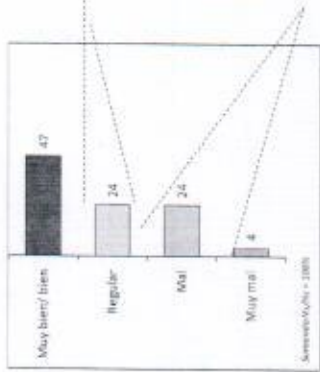
### 2.1 Calidad de vida de la Ciudad de México y en la colonia

Cerca de la mitad de la población califica bien su calidad de vida en la ciudad. Quienes aluden a una regular/mala/muy mala calidad de vida lo reflejan, principalmente, a problemas de inseguridad, contaminación, tráfico y sobrepoblación. El ruido se menciona marginalmente.

¿Por qué?  
Respuesta espontánea



Dígale en general, cómo califica usted su calidad de vida en la Ciudad de México, bien o mal?



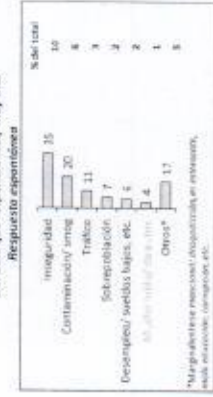
### 2.2 Calidad de vida de la colonia

Al indagar sobre la calificación sobre la calidad de vida en la colonia que reside 53% la califica de muy bien/ bien, las personas que mencionan una regular/mala/muy mala calidad de vida lo aludido, gualmente a problemas de inseguridad y tráfico, y en menor medida de manera importante el alcoholismo y la drogadicción; y el ruido nuevamente es mencionado de manera marginal.

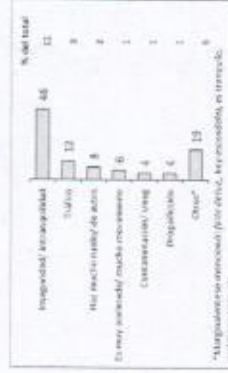
¿Por qué?

Del 25% que respondió regular/Respuesta espontánea

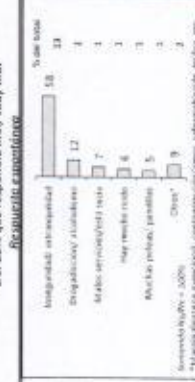
¿Por qué?  
Del 18% que respondió mal/ muy mal



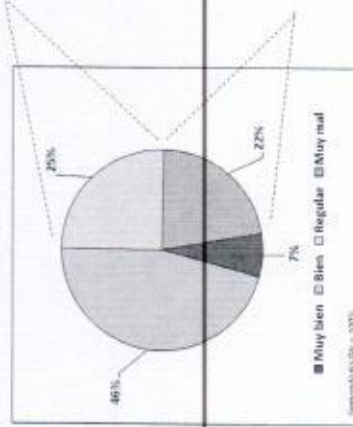
¿Por qué?  
Del 25% que respondió regular/Respuesta espontánea



¿Por qué?  
Del 22% que respondió mal/ muy mal



V, dígame en general, cómo califica usted su calidad de vida en su colonia, bien o mal?



### 2.3 Ventajas y desventajas del barrio o colonia donde vive el entrevistado

Las principales ventajas que perciben los entrevistados de vivir en su barrio o colonia fueron que tienen acceso a múltiples servicios (cerca de plazas comerciales/ de todo/ en el centro, etc.) que son céntricas y se trata de lugares seguros. La inseguridad, el tráfico y cansal son las primeras desventajas.

VENTAJAS

Dígale por favor, ¿cuáles son las ventajas de vivir en este barrio/colonia?

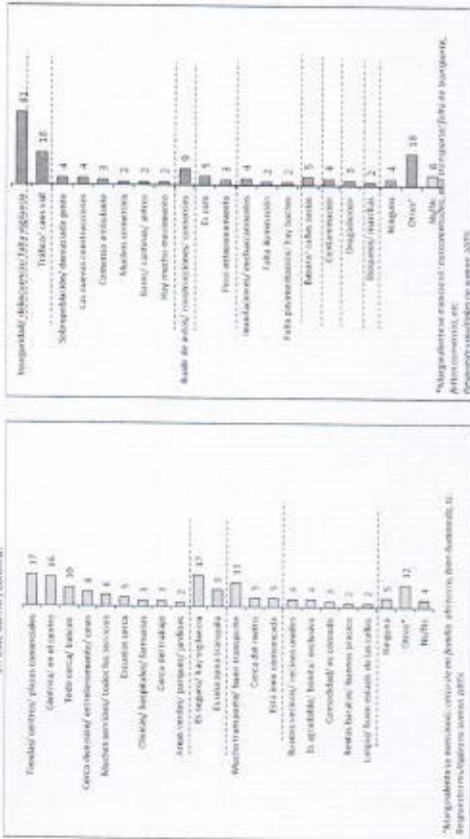
DESVENTAJAS

Y, ¿cuáles son las desventajas de vivir en este barrio/colonia?

7

9

en este barrio / colonia?



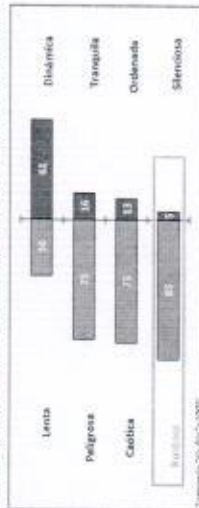
Al ofrecer seis diferentes razones por las que podría pensar en cambiarse de vivienda, la población refiere en forma destacada al ruido (59%) en porcentaje similar a la del cuestionario (58%) como las principales razones para cambiarse de vivienda. Al ofrecer cuatro aspectos que pueden caracterizar a la CDMX, esta se consideró dinámica (61%) más que lenta (34%); peligrosa (73%) más que tranquila (16%); caótica (75%) más que ordenada (12%); y ruidosa (85%) más que silenciosa (5%).

Ahora dígame si por alguna de las siguientes situaciones, en el último año ¿ha pensado en mudarse de esta vivienda?



2.4 Características de la CDMX

¿Cuál de las siguientes palabras se acerca a la descripción que usted haría de la Ciudad de México?



3 CONTAMINACIÓN EN LA CDMX: IERARQUIZACIÓN Y NIVEL DE PREOCUPACIÓN

\* El nivel de prioridad cambia de la contaminación del aire a la contaminación del agua en el primer lugar, según el porcentaje de entrevistados que mencionó.

De 5 tipos de contaminación (la contaminación por ruido fue considerada en segundo lugar de importancia y también se consideró en segundo lugar como la que más afecta a los entrevistados).

La Ciudad de México como en otras ciudades muy grandes o megacities enfrentan situaciones de contaminación, de las siguientes dígame, en orden de importancia ¿cuál considera que contamina más a la ciudad en primer lugar, segunda y cual en tercer lugar, cuarto y quinto lugar?

Y de las siguientes situaciones de contaminación, dígame, en orden de importancia ¿cuál le afecta más a usted en primer lugar, segundo y en tercer lugar en cuarto y quinto lugar?

| Orden de importancia | Contaminación                      |
|----------------------|------------------------------------|
| 1                    | Contaminación del aire             |
| 2                    | Contaminación acústica o por ruido |
| 3                    | Contaminación del agua             |
| 3                    | Contaminación del suelo            |
| 3                    | Contaminación visual               |

| Orden de importancia | Contaminación                      |
|----------------------|------------------------------------|
| 1                    | Contaminación del aire             |
| 2                    | Contaminación acústica o por ruido |
| 3                    | Contaminación visual               |
| 4                    | Contaminación del agua             |
| 4                    | Contaminación del suelo            |

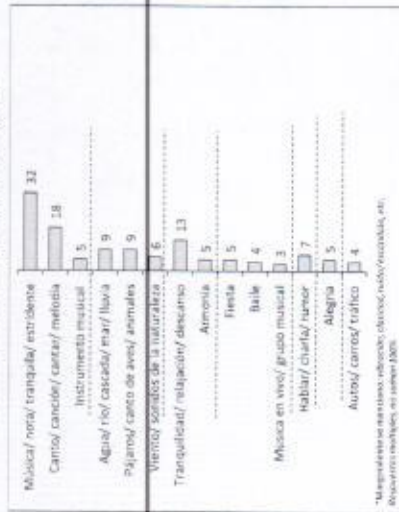
\*A más mencionada se la ubicamos 5 acciones para que las cubriera según nivel de importancia. Pero cada acción se cubrió, la prioridad por tanto se le otorgó en consecuencia. Estas acciones pueden ser algunas o todas las mencionadas. Si en las acciones que se mencionaron se otorgó prioridad a alguna de ellas, esa acción se le otorgó en primer lugar. Si no se otorgó prioridad a ninguna de las acciones que se mencionaron, se le otorgó prioridad a la acción que se mencionó con mayor número de veces.

4 SONIDO Y RUIDO: ASOCIACIÓN CON LAS PALABRAS

4.1.1 Asociación con la palabra "sonido"

La palabra sonido de manera espontánea se asocia, principalmente, con música, canto/ coro/corrido, tranquilidad o algún sonido de naturaleza. Estas palabras o enunciados tuvieron en su mayoría connotaciones positivas.

Con la palabra dinero ya se asocia las palabras COMPANYY MONEDA. Dígame DOS PALABRAS que a usted se le asocien con "sonido".



#### 4.1.2 Léxico\* de la palabra sonido

Asociación espontánea y connotación positiva o negativa de la primera respuesta espontánea

Unidad asoció la palabra "sonido" con... dígame en una escala que va de 1 a 5 donde 1 es muy malo y 5 muy bueno, ¿dónde ubicaría lo que significa para usted la palabra "sonido"?

ASOCIACIÓN  
"SONIDO"

CALIFICACIÓN

|                                    | Porcentaje | Muy malo | 2  | 3  | 4  | Muy bueno | Calificación |
|------------------------------------|------------|----------|----|----|----|-----------|--------------|
| Música/esta/ tranquila             | 20         | 1        | 1  | 19 | 42 | 37        | 4.1          |
| Canta/ canción/ cantar/ melodía    | 10         | 0        | 2  | 15 | 51 | 32        | 4.2          |
| Tranquilidad/ relajación/ descanso | 6          | 2        | 4  | 17 | 33 | 44        | 4.0          |
| Agua/ río/ cascada/ mar/ lluvia    | 6          | 0        | 0  | 35 | 29 | 56        | 4.4          |
| Pájaros/ canto de aves/ animales   | 5          | 2        | 8  | 25 | 60 | 25        | 3.7          |
| Armonía                            | 3          | 0        | 0  | 32 | 40 | 48        | 4.4          |
| Viento/ Sonidos de la naturaleza   | 3          | 0        | 0  | 13 | 44 | 43        | 4.4          |
| Suave/ ligero/ agradable           | 2          | 0        | 0  | 7  | 40 | 53        | 4.5          |
| Claridad                           | 2          | 0        | 0  | 0  | 79 | 21        | 4.4          |
| Hablar/ hablar/ hablar             | 4          | 0        | 0  | 25 | 43 | 32        | 4.1          |
| Fiesta                             | 3          | 0        | 0  | 14 | 54 | 32        | 4.2          |
| Baile                              | 2          | 0        | 31 | 19 | 5  | 44        | 3.5          |
| Instrumento musical                | 2          | 11       | 11 | 6  | 33 | 39        | 3.8          |
| Vibración                          | 2          | 0        | 0  | 53 | 47 | 0         | 3.5          |
| Avión/ avión/ tráfico              | 2          | 10       | 20 | 50 | 20 | 0         | 2.2          |
| Otros                              | 11         | 5        | 20 | 15 | 30 | 30        | 3.6          |

14

\* El porcentaje se determinó a partir de aplicar los resultados con aquellos grupos y obtener el promedio de cada grupo.  
Posteriormente se realizó un corte de palabras para identificar la connotación positiva o negativa que se otorga a cada término a nivel global.

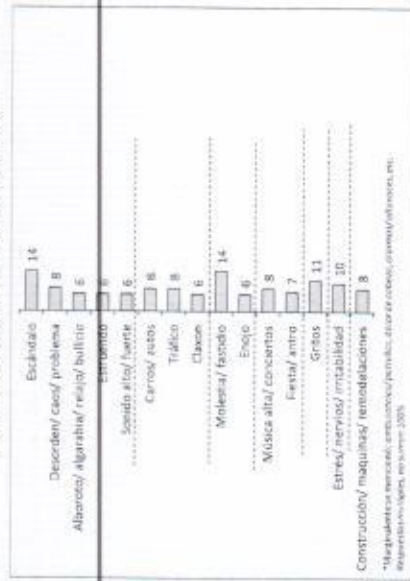
#### 4.2.1 Asociación con la palabra "ruido"

La palabra ruido de manera espontánea se asoció, principalmente, con estruendo, molesto, gritos. Estas palabras o enunciados tuvieron connotaciones negativas.

Con la palabra "ruido" se asoció, principalmente, con estruendo, molesto, gritos. Estas palabras o enunciados tuvieron connotaciones negativas.

DE LAS PALABRAS que asoció con la palabra "ruido"\*

Respuesta espontánea, se circulearon los resultados



\* Respuestas marcadas como positivas, circulearon; positivas, dote al círculo; (www.gafar.com.ve)

15

\* El estudio se realizó con los estudiantes de la primera y segunda secciones independientemente del aula en que está enmarcado la hora mencionada por lo que representó el porcentaje de respuestas del momento. Categorías representadas en el orden de menor a mayor.

#### 4.2.2 Léxico\* de la palabra ruido

Asociación espontánea y connotación positiva o negativa de la primera respuesta espontánea

Unidad asoció la palabra "ruido" con... dígame en una escala que va de 1 a 5 donde 1 es muy malo y 5 muy bueno, ¿dónde ubicaría lo que significa para usted la palabra "ruido"?

ASOCIACIÓN  
"RUIDO"

CALIFICACIÓN

|  | Porcentaje | Muy malo | 2  | 3  | 4  | Muy bueno | Calificación |
|--|------------|----------|----|----|----|-----------|--------------|
| Escuchado                                | 30         | 52       | 40 | 4  | 1  | 3         | 1.6          |
| Molesto/ fastidio                        | 8          | 68       | 19 | 6  | 4  | 3         | 1.6          |
| Música alta/ conciertos                  | 6          | 60       | 13 | 16 | 4  | 7         | 1.9          |
| Gritos                                   | 6          | 45       | 55 | 0  | 0  | 0         | 1.5          |
| Construcción/ maquinas/ remodelaciones   | 5          | 49       | 34 | 17 | 0  | 0         | 1.6          |
| Carros/ autos                            | 5          | 36       | 28 | 31 | 5  | 0         | 2.0          |
| Desorden/ caos/ problema                 | 5          | 58       | 11 | 18 | 16 | 0         | 1.9          |
| Tráfico                                  | 3          | 44       | 50 | 3  | 3  | 0         | 1.6          |
| Alboroto/ algarabía/ ruido/ bullicio     | 3          | 67       | 20 | 13 | 0  | 0         | 1.2          |
| Tráfico                                  | 4          | 59       | 32 | 9  | 0  | 0         | 1.5          |
| Sonido alto/ fuerte                      | 4          | 40       | 40 | 7  | 3  | 10        | 2.1          |
| Claxon                                   | 4          | 26       | 21 | 3  | 0  | 0         | 1.1          |
| Bocinas/ Alaridos/ alarmas               | 2          | 38       | 38 | 6  | 6  | 12        | 2.1          |
| Estrés/ nervios/ inestabilidad/ ansiedad | 4          | 70       | 10 | 0  | 0  | 0         | 1.2          |
| Fiesta/ antro                            | 3          | 46       | 33 | 8  | 15 | 0         | 1.8          |
| Enjío                                    | 3          | 43       | 13 | 0  | 4  | 0         | 1.3          |

16

Dolor de cabeza

2

100

\* El porcentaje se determinó a partir de aplicar los resultados con aquellos grupos y obtener el porcentaje del total de respuestas. Posteriormente se realizó un corte de palabras para identificar la connotación positiva o negativa que se otorga a los términos.

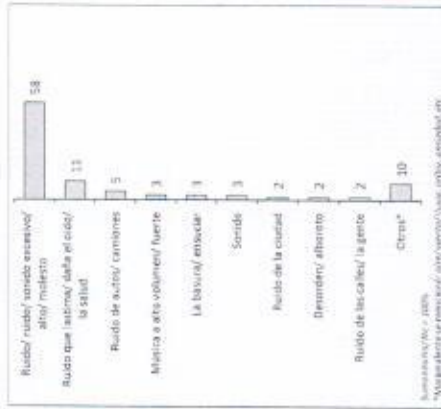
#### 4.3 Definición de contaminación acústica

Espontáneamente contaminación acústica se define como ruido excesivo o molesto, que lastima o hace mala la salud.

Me puede decir en sus palabras ¿qué es la contaminación acústica?  
Respuesta espontánea

17



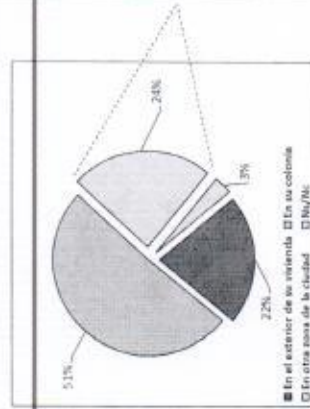


**5 RUIDOS EN EL ENTORNO Y CERCA DE LA VIVIENDA**

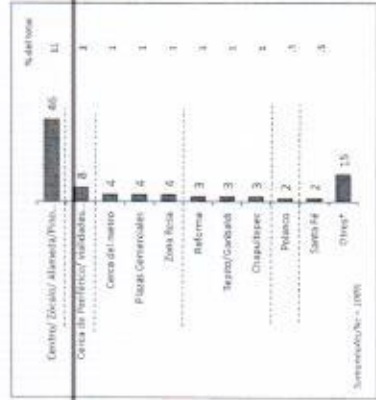
**5.1 Ruido en el entorno**

51% de los entrevistados perciben más ruido en el exterior de su vivienda (22%) o en otras partes de la ciudad (24%). Entre quienes perciben mayor ruido en otras zonas mencionaron, principalmente, el centro, Zócalo, Alameda y, cerca del Periférico o vialidads grandes.

Y, ¿dónde hay más ruido?



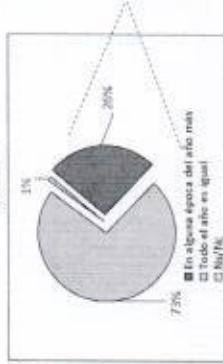
¿En cuáles?



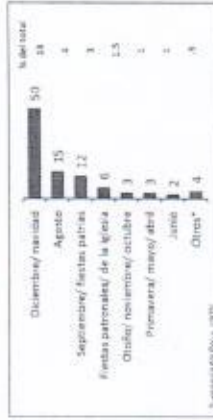
**5.2 Frecuencia de los ruidos cerca de la vivienda**

La mayoría percibe que el ruido en el exterior de la vivienda es igual todo el año (73%) más que en alguna época del año (26%). Precipalmente diciembre/enero (59%), más que en la noche (32%) aunque el ruido molesta más en la noche que a lo largo del día. Por otra parte los entrevistados expresaron que hay más ruido el fin de semana (63%) que entre semana (37%) y también en este caso resulta más molesto el ruido los fines de semana. A 53% el ruido exterior molesta/mucho.

Y dígame ¿cuándo hay más ruido en el exterior de su vivienda?

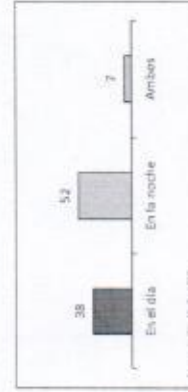


Del 26% que respondió en alguna época del año más



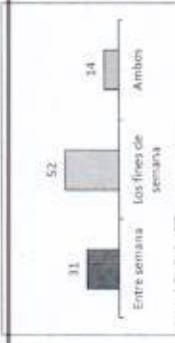
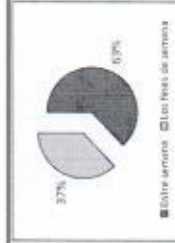
Y dígame ¿cuándo hay más ruido, en el día o en la noche, en el exterior de su vivienda?

¿Y cuándo le molesta más a usted el ruido...?

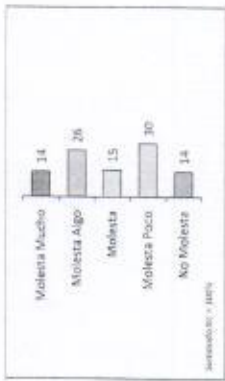


Y dígame cuándo hay más ruido en el exterior de su vivienda...?

¿Y cuándo le molesta más a usted el ruido...?



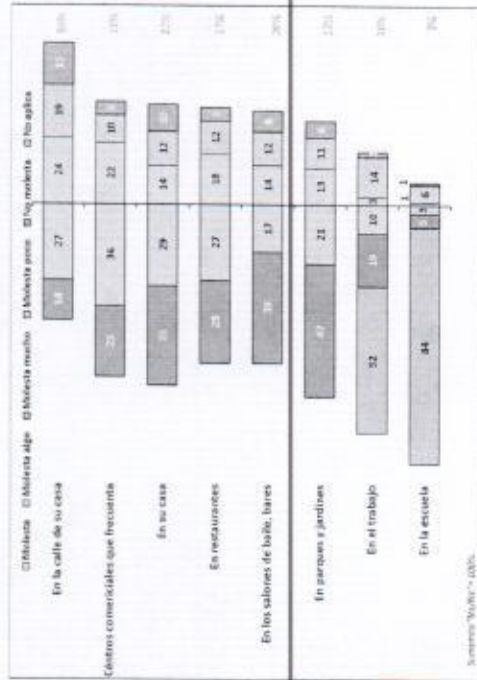
¿Cuándo está en su casa ¿qué tanto le molesta el ruido que hay en el exterior de su vivienda?



### 5.3 Molestia por ruidos percibidos en el entorno

Al indagar sobre ruido en 3 lugares, los ruidos que más molestan fueron los de la calle (45%), los de centros comerciales que frecuentan (37%) y el ruido que hay en casa del entrevistado (36%). Los lugares donde molesta poco el ruido son los del lugar de trabajo, escuela y los del parque y jardines (8%), molestia poco/ no molesta). Molesta poco el ruido de salones de bares y bares (56%).

Le voy a leer algunos lugares donde transcurre parte de la vida de las personas, dígame (qué tanto le molesta el ruido...?)

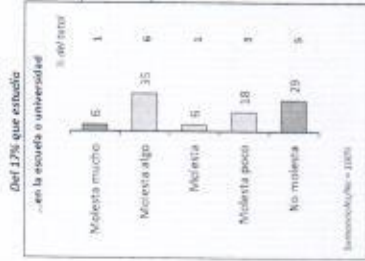


Entre las personas que estudian y refieren ruidos que molestan (mucho/ algo) mencionaron el bullicio de los alumnos y los autos que pasan cerca de las escuelas.

Le voy a leer algunos lugares donde transcurre parte de la vida de las personas, dígame (qué tanto le molesta el ruido...?)

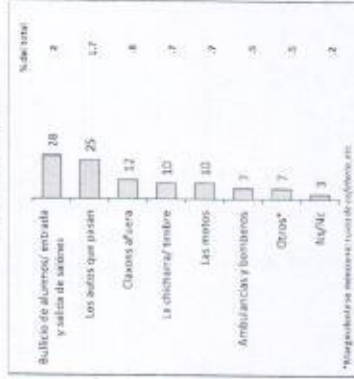
### Escuela

Le voy a leer algunos lugares donde transcurre parte de la vida de las personas, dígame (qué tanto le molesta el ruido...?)



¿Cuál es el ruido que le molesta en escuela o universidad?  
Del 7% de la muestra total que respondió que le molesta mucho/algo el ruido dónde estudio

Respuesta expónome

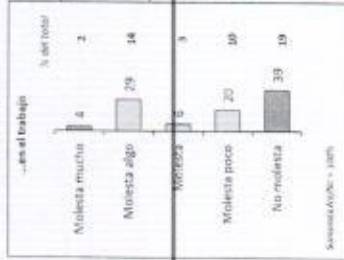


Entre las personas que trabajan y refieren molestar en sus centros de trabajo, los ruidos que más molestan (mucho/ algo) están el sonido de máquinas/ troques y el de los autos que pasan cerca del lugar de trabajo

### Trabajo

Le voy a leer algunos lugares donde transcurre parte de la vida de las personas, dígame (qué tanto le molesta el ruido...?)

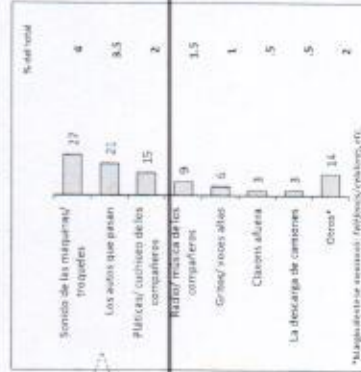
Del 49% que trabaja



¿Cuál es el ruido que le molesta en su trabajo?

Del 18% de la muestra total que respondió que le molesta mucho/algo el ruido dónde trabaja

Respuesta expónome



#### 5.4 Ruidos percibidos e intensidad del malestar que provocan los ruidos en el exterior de su vivienda

Al ofrecer una lista de 13 sonidos e indagar si son frecuentes en el exterior de la vivienda de los encuestados, los ruidos más mencionados percibidos con mayor frecuencia en el exterior de la vivienda fueron: el de los claxon de autos, los sonidos constantes de automóviles y el de transporte público y camiones. Entre los ruidos escuchados que más molestan se mencionó con más frecuencia el ruido de los claxons (100% molesta/ mucho/algo).

En el análisis realizado por polígono\* se detectó que, a menor estrato socioeconómico, más expresaron a ruidos y por consiguiente más molestia. Los sonidos referidos con mayor frecuencia en cada polígono fueron: nuevamente claxons, automóviles y transporte público y camiones. Fueron también los sonidos que más molestia ocasionan.

Los polígonos en que se concentra la mayor frecuencia de ruidos y molestia se encuentran en las delegaciones Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero.

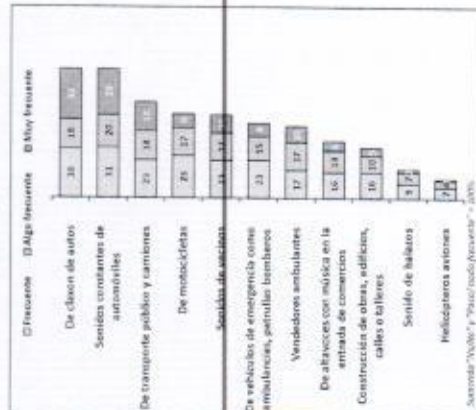
Las mujeres refieren más que es frecuente el ruido del transporte público y los vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas y bomberos. También entre las mujeres está más extendido el malestar por el sonido generado por vehículos.

Entre las personas que trabajan está más extendida la referencia a la existencia frecuente de sonidos de transporte público y camiones.

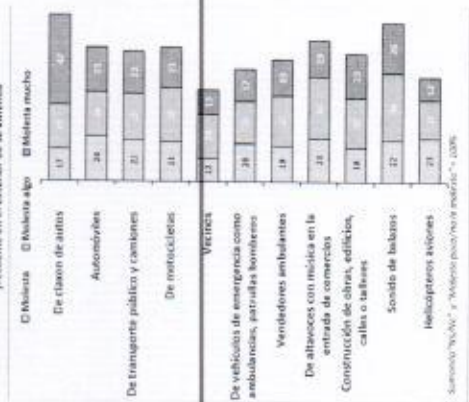
Por nivel socioeconómico (AMM) en el nivel (D+, D/E) está más extendido la referencia a escuchar con más frecuencia sonidos en el exterior de la vivienda y la molestia hacia estos. En el nivel alto (ABC+) el malestar está más extendido respecto a los ruidos originados por construcción de obras en edificios, calles o talleres y en el ruido causado por helicópteros o aviones.

También en la población ubicada en el borde de marginación medio y bajo (CONAPO 2010) está extendida la referencia a todo tipo de sonidos fuera de su vivienda y a expresar que molestan mucho o algo estos.

Por favor dígame, ¿qué tan frecuente es que en el exterior de su vivienda escuche... muy frecuente, bastante, poco o nada frecuente...?



Y, ¿cómo calificaría este sonido constante de... en el exterior de su vivienda como sonido que molesta mucho, molesta algo, molesta, molesta poco o no molesta? Del % que respondió que es un ruido muy/ algo/ frecuente o poco frecuente en el exterior de su vivienda



#### 5.5 Ruidos percibidos e intensidad de molestias: análisis por polígono

Revelación que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Polígono   | 1           | 2          | 3        | 4*     | 5          | 6          | 7          | 8          | 9*         | 10         | 11*        | 12         |
|--|-------------|------------|----------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Zona   | Guerrero    | Guerrero   | Guerrero | Centro | Juárez     | Cuauhtémoc | Condesa    | Polanco    | Polanco    | Lomas      | Lomas      | San Rafael |
| Estrato  | Bajo/ medio | Alto/ bajo | Medio    | Medio  | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto |
| Claxon de los autos  | 91          | 79         | 74       | 71     | 72         | 70         | 70         | 70         | 70         | 70         | 70         | 70         |
| Automóviles  | 79          | 78         | 74       | 71     | 71         | 77         | 77         | 77         | 77         | 77         | 77         | 77         |
| Transporte público y camiones                                  | 51          | 50         | 69       | 63     | 51         | 33         | 53         | 53         | 53         | 53         | 53         | 53         |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 63          | 28         | 49       | 49     | 49         | 35         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         |
| Vendedores ambulantes  | 63          | 28         | 49       | 49     | 49         | 35         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         |

Más frecuente

Los molestia mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Polígono   | 1           | 2          | 3        | 4*     | 5          | 6          | 7          | 8          | 9*         | 10         | 11*        | 12         |
|--|-------------|------------|----------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Zona   | Guerrero    | Guerrero   | Guerrero | Centro | Juárez     | Cuauhtémoc | Condesa    | Polanco    | Polanco    | Lomas      | Lomas      | San Rafael |
| Estrato  | Bajo/ medio | Alto/ bajo | Medio    | Medio  | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto |
| Claxon de los autos  | 66          | 66         | 66       | 66     | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         |
| Automóviles  | 66          | 66         | 66       | 66     | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         | 66         |
| Transporte público y camiones                                  | 58          | 63         | 63       | 63     | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 62          | 58         | 52       | 51     | 51         | 51         | 51         | 51         | 51         | 51         | 51         | 51         |
| Vendedores ambulantes  | 55          | 37         | 76       | 40     | 40         | 39         | 31         | 31         | 31         | 31         | 31         | 31         |

Más frecuente

Del total de entrevistados

\*Polígonos con tamaños de muestra menor o igual a 30 casos.

Le molesta más

Le molesta menos

Población que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

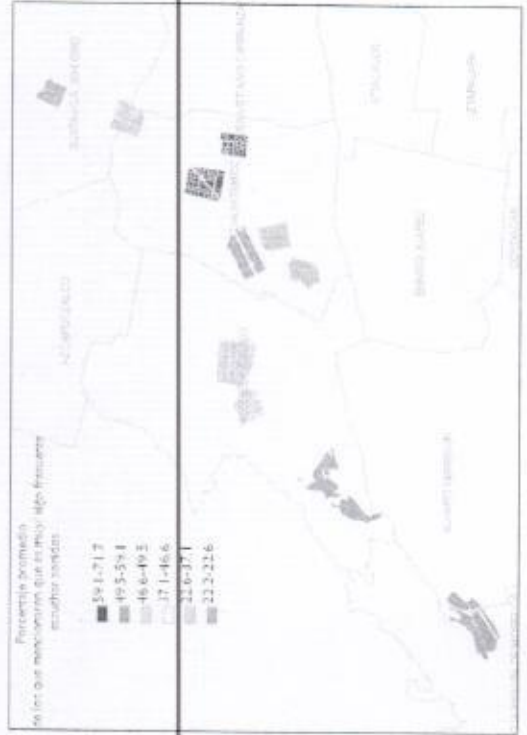
| Polígono   | 1          |      | 2          |      | 3 y 4 |            | 5          |            | 6          |            | 7          |            | 8 y 9      |            | 10 y 11    |            | 12         |            |
|--|------------|------|------------|------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|  | Bajo/medio | Alto | Bajo/medio | Alto | Medio | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto |
| Claxon de los autos  | 79         | 74   | 79         | 74   | 70    | 70         | 79         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         |
| Autopistas   | 74         | 74   | 74         | 74   | 74    | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         |
| Trasporte público y camionetas                                 | 51         | 50   | 67         | 63   | 63    | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 61         | 58   | 58         | 58   | 58    | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         |
| Vendedores ambulantes  | 61         | 58   | 58         | 58   | 58    | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         |

Los que más molesta mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

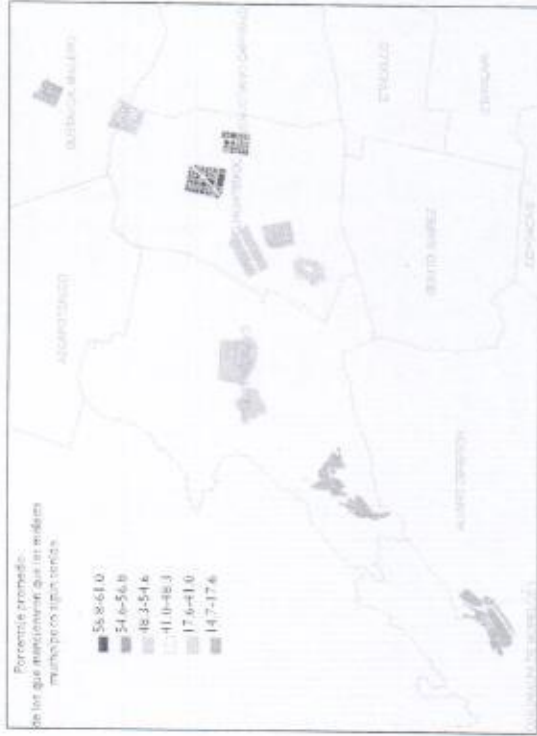
| Polígono   | 1          |      | 2          |      | 3 y 4 |            | 5          |            | 6          |            | 7          |            | 8 y 9      |            | 10 y 11    |            | 12         |  |
|--|------------|------|------------|------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
|  | Bajo/medio | Alto | Bajo/medio | Alto | Medio | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto | Medio alto |  |
| Claxon de los autos  | 79         | 74   | 79         | 74   | 70    | 70         | 79         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         | 78         |  |
| Autopistas   | 74         | 74   | 74         | 74   | 74    | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         | 74         |  |
| Trasporte público y camionetas                                 | 51         | 50   | 67         | 63   | 63    | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         | 63         |  |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 61         | 58   | 58         | 58   | 58    | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         |  |
| Vendedores ambulantes  | 61         | 58   | 58         | 58   | 58    | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         | 58         |  |

\*Se unieron los polígonos 3 con el 4, el 8 con el 9 y el 10 con el 11 para tener un número de casos estadísticamente significativo. La mayoría de los entrevistados les parece agradable/ muy agradable el ruido de pájaros (72%), la lluvia (70%), y la música grabada o en vivo (59%), en cambio les parece desagradable/ muy desagradable el de perras y gatos (62%) e insectos (72%).

Escala por polígono: ¿En general, qué tan frecuentes son los sonidos que hay en el exterior de su vivienda?



Escala por polígono: ¿En general, qué tanto le molesta los sonidos que hay en el exterior de su vivienda?



5.6 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por sexo

Población que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido   | Mascosino |          | Femenino  |          |
|--|-----------|----------|-----------|----------|
|  | Mascosino | Femenino | Mascosino | Femenino |
| Claxon de los autos  | 80        | 81       | 84        | 84       |
| Constantes de autos  | 78        | 82       | 66        | 69       |
| Trasporte público y camionetas                                 | 55        | 63       | 61        | 61       |
| Motocicletas   | 51        | 53       | 55        | 58       |
| Sonido de sus vecinos  | 47        | 54       | 51        | 55       |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 47        | 50       | 46        | 46       |
| Vendedores ambulantes  | 42        | 46       | 41        | 48       |
| Altares con música en la entrada de comercios                  | 34        | 36       | 39        | 42       |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 30        | 35       | 34        | 42       |
| Balaces  | 16        | 21       | 30        | 31       |
| Helicópteros o aviones   | 13        | 13       | 21        | 24       |

Respuestas independientes en su suma 100%

Les molesta mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido   | Mascosino |          | Femenino  |          |
|--|-----------|----------|-----------|----------|
|  | Mascosino | Femenino | Mascosino | Femenino |
| Claxon de los autos  | 84        | 84       | 84        | 84       |
| Constantes de autos  | 66        | 69       | 66        | 69       |
| Motocicletas   | 61        | 61       | 61        | 61       |
| Trasporte público y camionetas                                 | 55        | 58       | 55        | 58       |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 51        | 55       | 51        | 55       |
| Altares con música en la entrada de comercios                  | 46        | 46       | 46        | 46       |
| Vendedores ambulantes  | 41        | 48       | 41        | 48       |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 39        | 42       | 39        | 42       |
| Sonido de sus vecinos  | 34        | 42       | 34        | 42       |
| Balaces  | 30        | 31       | 30        | 31       |
| Helicópteros o aviones   | 21        | 24       | 21        | 24       |

Respuestas independientes en su suma 100%

5.7 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por ocupación

Población que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido*  | Si trabaja | No trabaja |
|--|------------|------------|
| Claxon de los autos  | 81         | 80         |
| Constantes de autos  | 78         | 81         |
| Transporte público y camiones                                  | 53         | 65         |
| Motocicletas   | 53         | 50         |
| Sonido de sus vecinos  | 51         | 52         |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 45         | 48         |
| Vendedores ambulantes  | 44         | 44         |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 36         | 34         |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 32         | 31         |
| Balazos  | 17         | 20         |
| Helicópteros o aviones   | 12         | 13         |

Respuestas independientes no suman 100%.

Les molesta mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido   | Del total de entrevistados |            |
|--|----------------------------|------------|
|  | Si trabaja                 | No trabaja |
| Claxon de los autos  | 85                         | 83         |
| Constantes de autos  | 66                         | 69         |
| Motocicletas   | 62                         | 61         |
| Transporte público y camiones                                  | 55                         | 59         |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 51                         | 54         |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 46                         | 46         |
| Vendedores ambulantes  | 45                         | 46         |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 40                         | 41         |
| Sonido de sus vecinos  | 40                         | 38         |
| Balazos  | 29                         | 32         |
| Helicópteros o aviones   | 23                         | 22         |

Respuestas independientes no suman 100%.

5.8 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: análisis por AMAI

Población que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido*  | ABC+ | C  | D+ | D/E |
|--|------|----|----|-----|
| Constantes de autos  | 72   | 83 | 94 | 89  |
| Claxon de los autos  | 70   | 82 | 97 | 92  |
| Sonido de sus vecinos  | 43   | 55 | 65 | 57  |
| Transporte público y camiones                                  | 39   | 67 | 94 | 85  |
| Motocicletas   | 36   | 65 | 71 | 66  |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 36   | 51 | 64 | 61  |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 33   | 32 | 29 | 33  |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 33   | 39 | 40 | 41  |
| Vendedores ambulantes  | 30   | 50 | 70 | 58  |
| Helicópteros o aviones   | 11   | 11 | 13 | 17  |
| Balazos  | 7    | 28 | 46 | 49  |

Les molesta mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido*  | Del total de entrevistados |    |    |     |
|--|----------------------------|----|----|-----|
|  | ABC+                       | C  | D+ | D/E |
| Claxon de los autos  | 77                         | 90 | 88 | 97  |
| Constantes de autos  | 61                         | 79 | 67 | 77  |
| Motocicletas   | 56                         | 65 | 56 | 60  |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 51                         | 50 | 46 | 67  |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 45                         | 38 | 28 | 42  |
| Transporte público y camiones                                  | 44                         | 73 | 65 | 73  |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 42                         | 56 | 47 | 47  |
| Vendedores ambulantes  | 35                         | 53 | 59 | 58  |
| Sonido de sus vecinos  | 31                         | 43 | 42 | 52  |
| Helicópteros o aviones   | 28                         | 15 | 14 | 22  |
| Balazos  | 16                         | 40 | 42 | 50  |

Respuestas independientes no suman 100%.

5.9 Ruidos percibidos e intensidad de molestia: por índice de marginalidad\*

Población que dice que es muy/ algo frecuente escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

| Sonido*  | Muy bajo | Bajo | Medio |
|--|----------|------|-------|
| Constantes de autos  | 70       | 88   | 90    |
| Claxon de los autos  | 68       | 89   | 93    |
| Sonido de sus vecinos  | 40       | 54   | 67    |
| Motocicletas   | 34       | 50   | 73    |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 32       | 31   | 30    |
| Transporte público y camiones                                  | 32       | 46   | 79    |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 31       | 62   | 58    |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 24       | 35   | 46    |
| Vendedores ambulantes  | 22       | 42   | 62    |
| Helicópteros o aviones   | 12       | 13   | 13    |
| Balazos  | 6        | 24   | 33    |

Les molesta mucho/ algo escuchar en el exterior de su vivienda sonidos de...

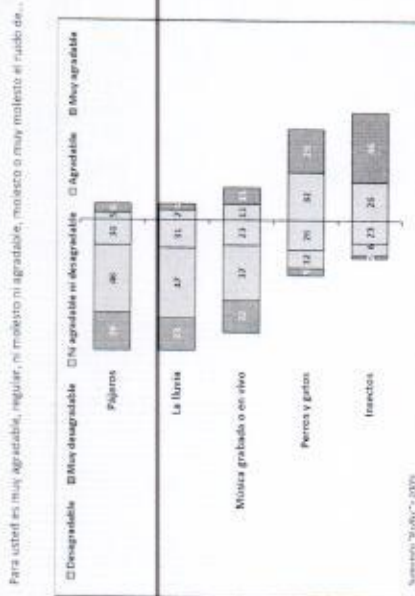
| Sonido*  | Del total de entrevistados |      |       |
|--|----------------------------|------|-------|
|  | Muy bajo                   | Bajo | Medio |
| Claxon de los autos  | 75                         | 93   | 91    |
| Constantes de autos  | 59                         | 80   | 69    |
| Motocicletas   | 33                         | 50   | 78    |
| Vehículos de emergencia como ambulancias, patrullas o bomberos | 49                         | 59   | 52    |
| Construcción de obras en edificios, calles o talleres          | 49                         | 37   | 31    |
| Transporte público y camiones                                  | 43                         | 68   | 68    |
| Ataques con música en la entrada de comercios                  | 38                         | 48   | 40    |
| Vendedores ambulantes  | 30                         | 54   | 64    |
| Helicópteros o aviones   | 29                         | 44   | 49    |
| Sonido de sus vecinos  | 29                         | 44   | 49    |
| Balazos  | 14                         | 46   | 42    |

Reporte independiente no suma 100%.

\*ÍNDICE DE MARGINALIDAD URBANA (COMUNO 2010) (COWAD) estima el índice de marginación urbana 2010 estimado como factor de información el Censo de Población y Vivienda 2010. Una vez definidos los vocábulos (variables) y la forma de cálculo, se definió el espacio de análisis a escala AGEB (unidades de mayor nivel de particularidad) habiéndose con información de ocupantes, representando al 77.8% de la población total del país. Tercer 5 niveles de marginación: "muy alta", "alta", "media", "baja" y "muy baja". Para la estimación del índice de marginación urbana 2010 se empleó como fuente de información el Censo de Población y Vivienda 2010.

Como era de esperar a la mayoría de los entrevistados les resulta agradable/muy agradable el sonido de pájaros (72%), la lluvia (70%) y la música grabada o en vivo (59%). En cambio resulta desagradable/muy desagradable el de perros y gatos (65%) e insectos (73%).

Para usted es muy agradable, regular, ni molesto ni agradable, molesto o muy molesto el ruido de...



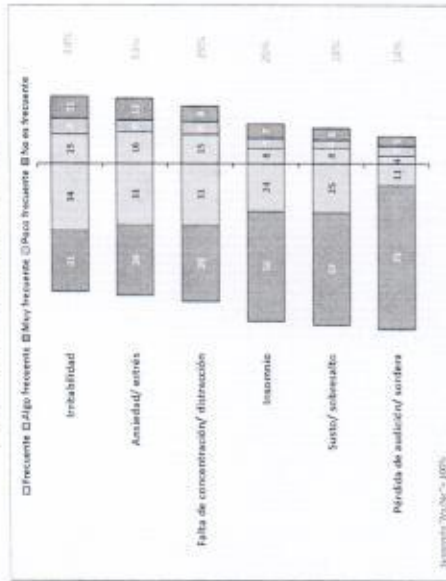
## 6 CONTAMINACIÓN AUDITIVA

### 6.1 Ruido y salud

#### 6.1.1 Molestias causadas por el ruido

Irregularidad (34%; frecuente/ algo muy frecuente) y ansiedad/ estrés (33%), seguida de la falta de concentración/ distracción (28%) y el insomnio (20%) fueron los molestos más reconocidos por el ruido.

¿Con qué frecuencia el ruido le ha llegado a causar...?

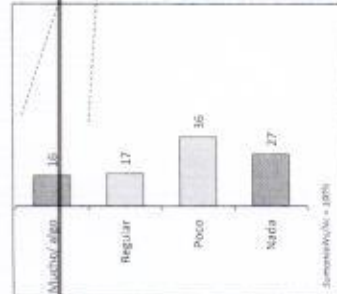


36

#### 6.1.2 Afectación y padecimientos provocados por el ruido

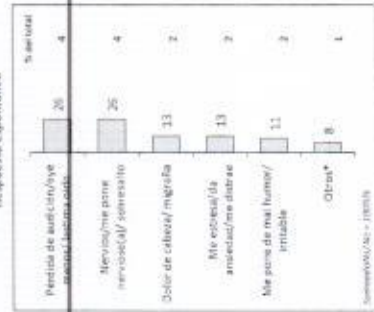
En general no se percibe reconocimiento de afectaciones a la salud por el ruido. La mayoría de los entrevistados no reconoce que el ruido conlleva a la salud afectada (63%). Del 16% que opina que sí le ha afectado mucho/ algo más, principalmente, a pérdida de audición o oídos. Al afectar tres posibles molestias físicas ocasionadas por el ruido, la mayoría manifiesta no padecerlas, marginadamente reconocen sufrir a causa del ruido hipertensión (17%), escuchar ruidos en casa aparente (12%), palpitaciones/ problemas cardíacos (15%).

En general, ¿qué tanto cree usted que el ruido que escucha cotidianamente le afecta a su salud?



¿De qué manera?

Del 16% que respondió mucho/ algo respuesta espontánea

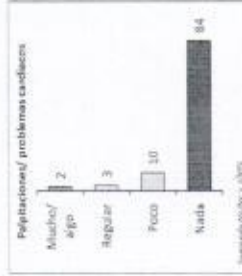


39

y dígame, a causa del ruido ¿qué tanto padecen usted algunas de las siguientes molestias físicas?



40



#### 6.2 ACTIVIDADES DESPUÉS DE HACER POR RUIDO EN EL ENTORNO

A causa del ruido más de la cuarta parte de los entrevistados reconoce que ha dejado de hacer actividades que requieren concentración (28%). En menor medida a dejado de leer (1%) o escuchar música (12%).

De las siguientes actividades que son frecuentes en la vida cotidiana, ¿hay alguna que usted ha dejado de realizar a causa del ruido en el exterior de su casa?

41



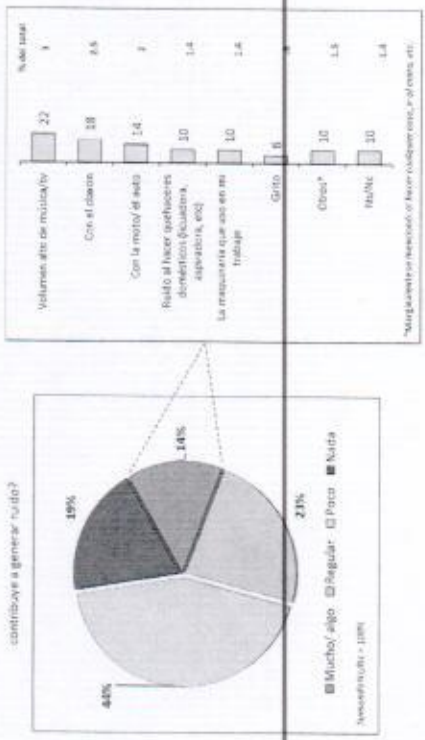
**6.3 Contribución del entrevistado a generar ruido**

50% 14% de los entrevistados reconocen que contribuye mucho/ algo a generar ruido, principalmente con el volumen de la música/ TV o con el celular.

¿De qué manera?

Del 14% que respondió mucho/ algo  
Respuesta espontánea

Ahora digame francamente, ¿qué tanto cree usted



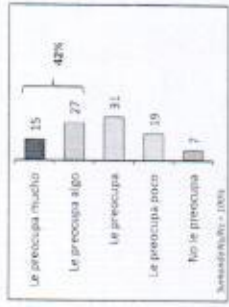
**6.4 Ruido; problema de salud pública**

62% de los entrevistados consideran al ruido como un problema de salud pública y, a cerca de la mitad les preocupa mucho/ algo que el ruido afecte la salud (42%).

Con lo que usted sabe o ha escuchado, ¿el ruido es un problema de salud pública o no?



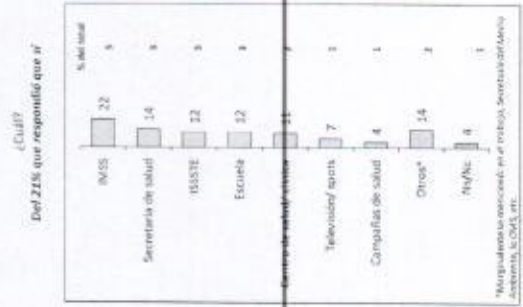
y dígame, ¿a usted no le preocupa, le preocupa poco, le preocupa, le preocupa al go o le preocupa mucho saber que el ruido afecta la salud de las personas?



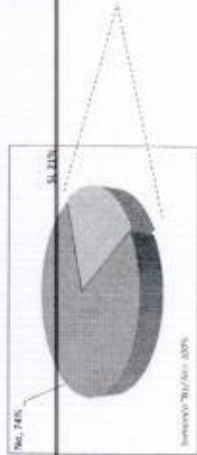
**7 INSTITUCIONES PÚBLICAS Y CONTAMINACIÓN AUDITIVA**

**7.1 Difusión de información sobre daños de la contaminación auditiva**

Menos de la cuarta parte de los entrevistados han recibido información sobre los daños causados por el ruido por parte de alguna institución (21%). Entre quienes reconocen haber recibido referencias, principalmente, a las instituciones del sector salud.



¿En su opinión hasta ahora alguna organización, empresa o institución le ha proporcionado información sobre el daño a la salud que causa el ruido?

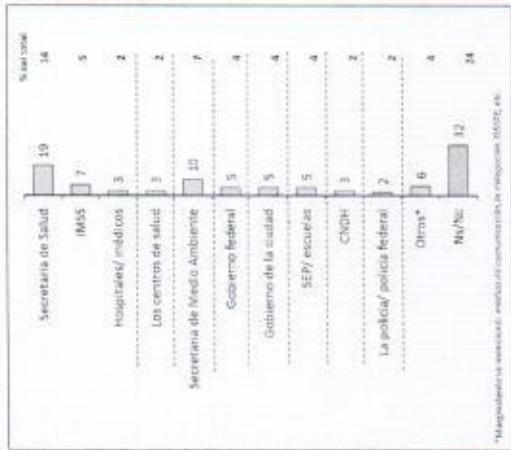


**7.2 Dependencia que debe atender el ruido en la ciudad**

Entre quienes no han recibido información alguna de los daños causados por el ruido (74%) consideran que a las instituciones de salud a las correspondiera atender el asunto de la contaminación acústica.

¿Qué institución cree que debería atender este asunto?

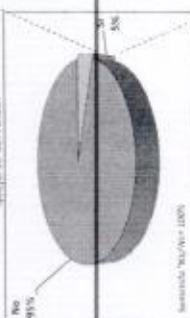
**Del 74% que respondió que no**



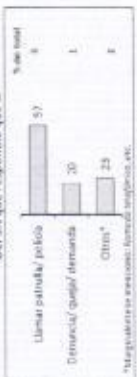
**7.3 Acciones para quejas por ruido**

Únicamente 5% de los entrevistados reconoce que ha presentado alguna queja o demanda por el ruido, entre ellos poco más de la mitad mencionó que llamó a una patrulla o policía con un resultado satisfactorio pues bajaron el volumen y pusieron orden.

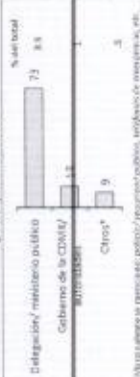
Y dígame, ¿usted ha realizado alguna acción ante una autoridad de la Ciudad de México para quejarse del ruido?



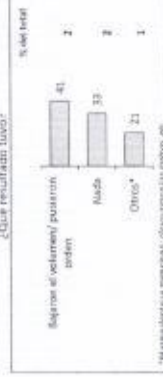
**¿Qué acción realizó? Del 5% que respondió que sí**



**¿Ante quién la realizó?**



**¿Qué resultado tuvo?**

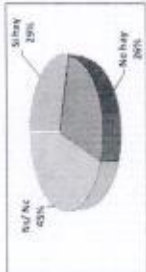


**7.4 Conocimiento de regulación de contaminación acústica**

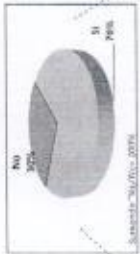
29% de los entrevistados sabe de algún reglamento o sanción para regular el ruido en la CDMX. En tanto que 70% piensa que hay ruidos que deberían regularse, principalmente: los claxon, música/ fiestas, autos/ tráfico, etc.

¿Sabe Usted si en la Ciudad de México hay algún tipo de reglamento o sanción para evitar ruidos frecuentes?

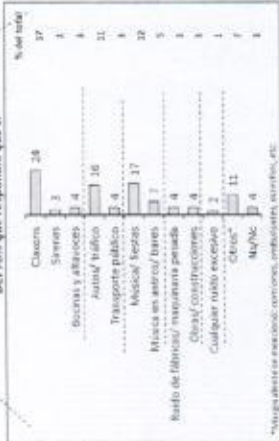
En el exterior de los hogares donde viven los papá al hoy?



Hay algún ruido que usted considere se debe regular para evitar la contaminación acústica y daño en la salud?



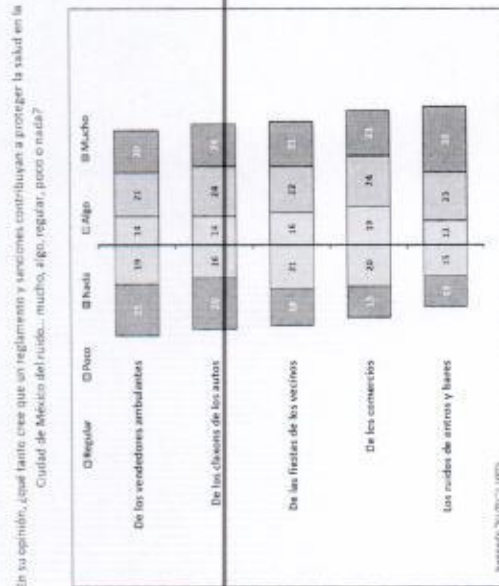
**Del 70% que respondió que sí**



**7.5 Opinión sobre reglamentos para regular el ruido**

Al dar una lista de cinco tipos de ruido que podrían regularse se opina que estos reglamentos serían poco eficaces para controlar estos ruidos: vendedores ambulantes (55%, serviría regular/poco/ nada), clases (38%, serviría regular/poco/ nada); de fiestas de vecinos (59%, serviría regular/poco/ nada); de los comercios (64%, serviría regular/poco/ nada); de ruidos de autos y bares, (66%, serviría regular/poco/ nada).

En su opinión, ¿qué tanto cree que un reglamento y sanciones contribuirían a proteger la salud en la Ciudad de México del ruido... mucho, algo, regular, poco o nada?





### 7.6 Jerarquización de acciones para combatir contaminación auditiva

Sobre la contaminación auditiva, se ofrecieron cinco acciones que pueden promoverse para atender este asunto. La población considero en primer lugar exigir que el gobierno informe y reglamente el ruido, en segundo lugar aparece exigir al gobierno que organice mejor el tráfico en las calles y avenidas; en tercer lugar, organizarse con los vecinos, movilizarse con los vecinos para que se expliquen las regulaciones, así como exigir que se rebaje o las construcciones a proteger o las viviendas con instalaciones adecuadas para evitar el ruido.

El ruido afecta el medio ambiente y la salud de los habitantes de la ciudad... ¿cuál de las siguientes acciones promoverá usted en primer lugar, tal en segundo y cual en tercer lugar para solucionar el problema del ruido en la Ciudad de México?

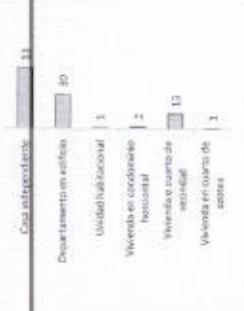
|   | Orden de importancia* |
|---|-----------------------|
| Exigir que el gobierno informe y reglamente el ruido  | 1                     |
| Exigir al gobierno que organice mejor el tráfico en las calles y avenidas   | 2                     |
| Organizarse con los vecinos   | 3                     |
| Monitorear con los vecinos para que se apliquen los reglamentos   | 3                     |
| Exigir que se rebaje a las construcciones a proteger a las viviendas con instalaciones adecuadas para evitar el ruido | 5                     |

\*A cada entrevistado se le ofrecieron 5 opciones para que las ordene según nivel de importancia. Para cada opción se obtuvo la puntuación promedio y su error estándar, estos estándares permiten determinar diferencias estadísticamente significativas en los ordenamientos. Las ideas reportadas en la tabla reflejan la jerarquización obtenida a partir de la posición promedio. Entre más pequeña es la cifra, más relevante es la opción, es decir, la opción con el menor promedio tiene la jerarquía 1, la siguiente opción la jerarquía 2 y así sucesivamente. Las opciones con el mismo valor reportado indican que no hay diferencia estadísticamente significativa en su ordenamiento promedio, esto es, para la población tienen el mismo nivel de importancia.

## 8 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

### TIPO DE VIVIENDA

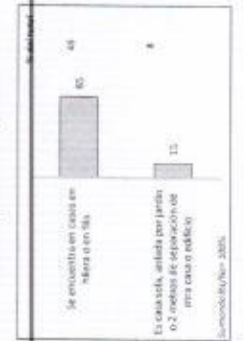
Encuestador indique por observación si la vivienda...



### CASA EN HILERA O SOLO

Encuestador indique por observación si la vivienda...

Del 53% que es caso independiente



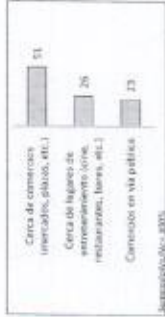
### MATERIALES

¿De qué material en la mayor parte de las paredes o muros de esta vivienda?



### ENTORNO A LA VIVIENDA

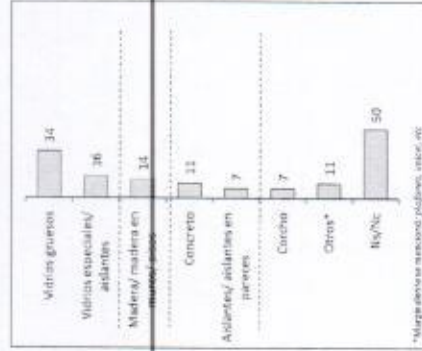
Encuestador indique por observación si la vivienda está...



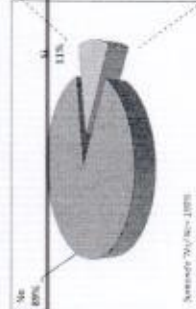
### 8.1 Aislamiento de ruido de la vivienda

¿Con qué materiales está aislada su casa del ruido?

Del 13% que respondió que sí Respuestas múltiples, no suman 100%

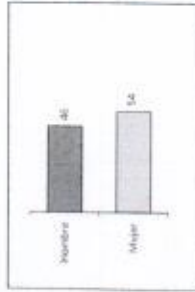


Dígime, ¿cabe si su casa está protegida o no contra los ruidos que hay en su exterior?

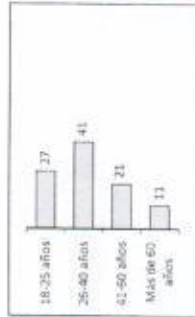


9 PERFIL DE LOS ENTREVISTADOS

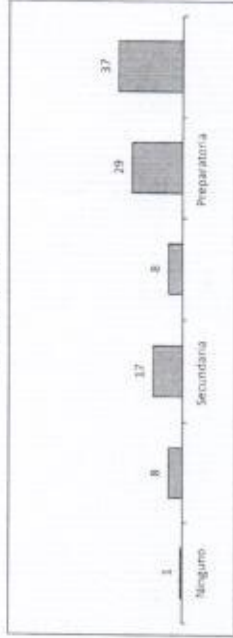
SEXO (%)



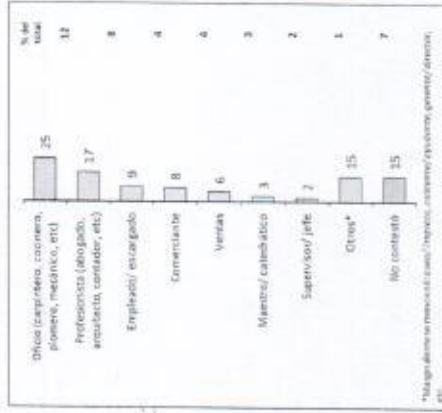
EDAD (%)



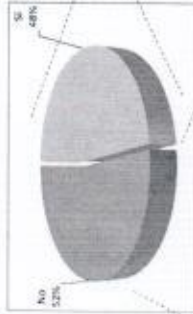
ESCOLARIDAD (%)



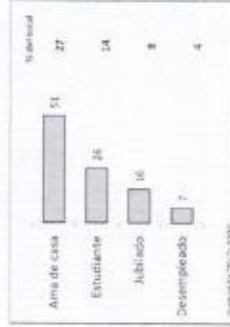
¿Cuál es su actividad principal?  
Del 48% que respondió que sí



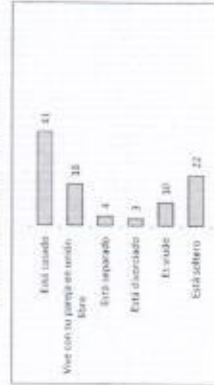
¿Tiene usted empleo por el que reciba algún ingreso actualmente o no?



Si no tiene empleo, usted es:  
Del 52% que dijo que no tener empleo remunerado

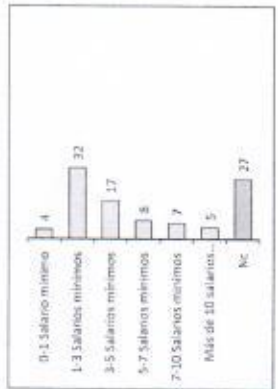


Ahora por favor dígame, actualmente...

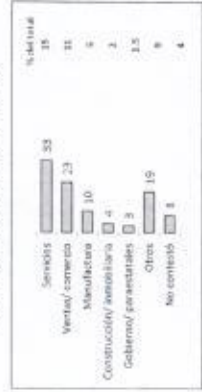


INGRESO

Sumando los ingresos de todas las personas que trabajan en su casa, ¿Cuál es el rango de ingreso familiar mensual?

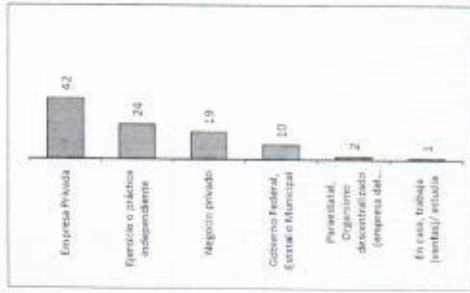


¿A qué se dedica la empresa o institución desde trabaja?  
Del 48% que dijo tener empleo remunerado



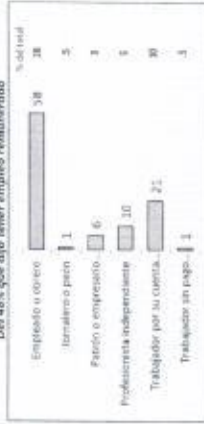
OCCUPACIÓN

¿En qué lugar trabaja?  
Del 48% que dijo tener empleo remunerado

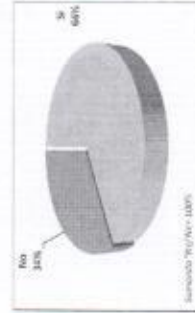


¿En su trabajo, la semana pasada usted era?

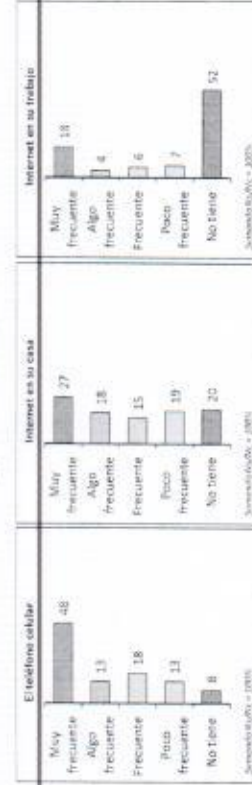
**Del 48% que dijo tener empleo remunerado**



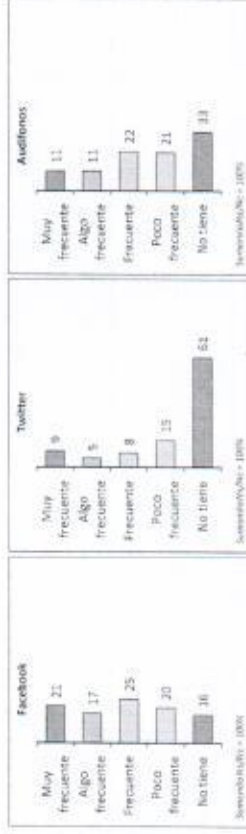
Como usted sabe, hay dos tipos de teléfonos: los teléfonos fijos y los teléfonos celulares, ¿tiene usted teléfono fijo en su vivienda?



¿Qué tan frecuente usa usted...?



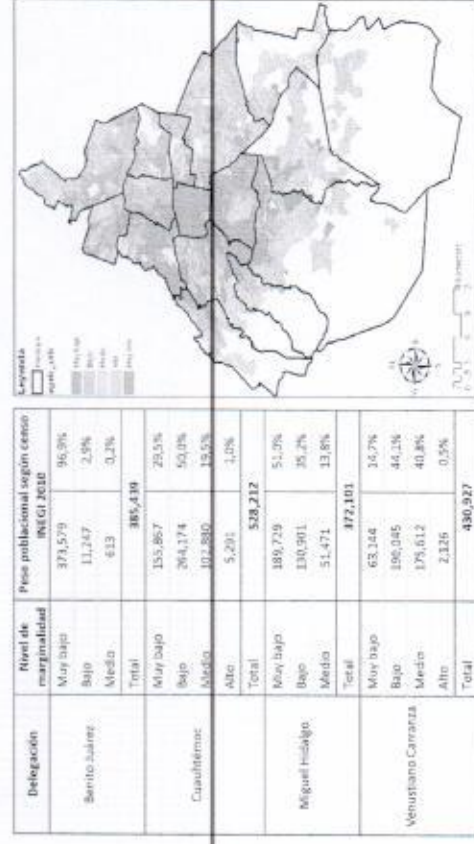
¿Qué tan frecuente usa usted...?



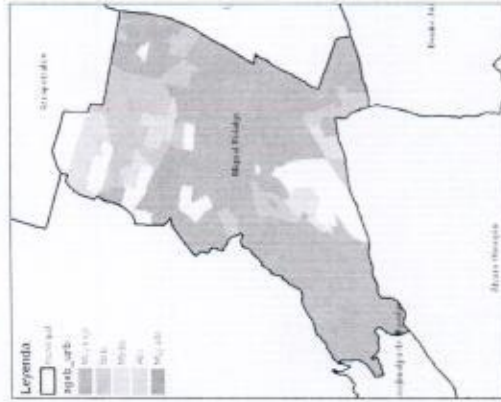
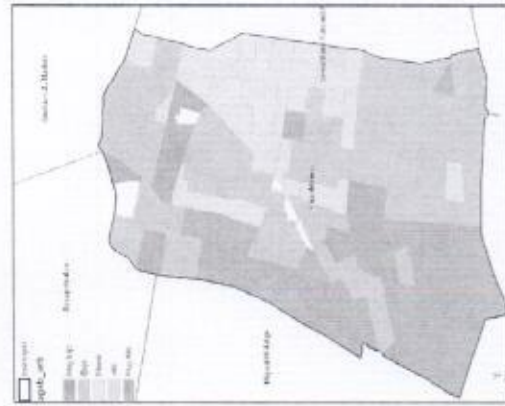
AMBI



ANEXO 1  
Distribución del nivel de marginalidad de CONAPO 2010 en la Ciudad de México

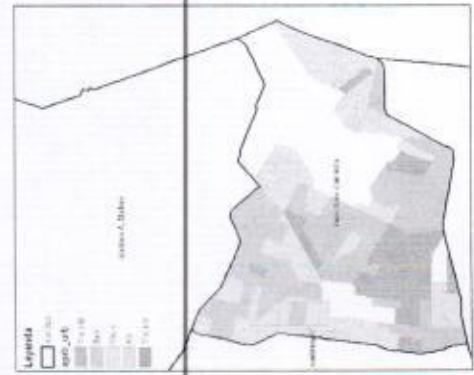


Distribución del nivel de marginalidad CONAPO 2010 por AGEB en la delegación Cuauhtémoc



62

Distribución del nivel de marginalidad CONAPO 2010 por AGEB en la delegación Venustiano Carranza



63

**El ruido ambiental en el espacio urbano  
de la Ciudad de México:  
problemas y modelos de solución**

---

**Documentos Cartográficos**

**Elisa Garay Vargas, Laura Lancón Rivera, Silvia García Martínez, Dulce Ponce Patrón**

**Apoyo investigación: Susana Nieto Geyne, Karla Joanna Argueta**

**Coordinador del Proyecto**

**Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo**

**2017**



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO  
ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA



TRAZA

CORREDOR REFORMA

TRAZA



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA

AZCAPOTZALCO

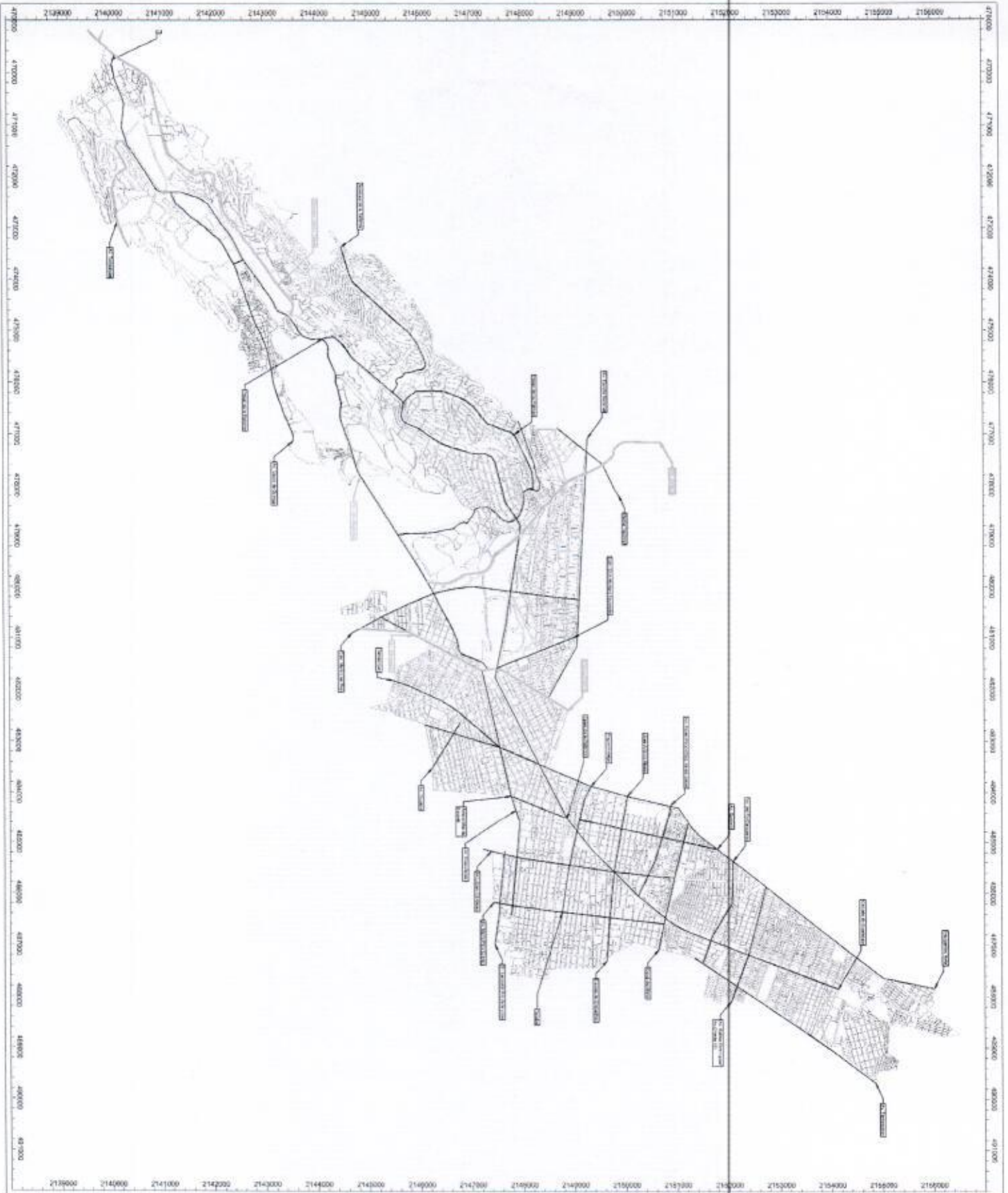
ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA

- CLASE ALTA 481000
- CLASE MEDIA ALTA 35000-65000
- CLASE MEDIA 17800-35000
- CLASE MEDIA BAJA 9300-17800
- CLASE BAJA 2700-9300
- POBREZA EXTREMA <2700

CORREDOR REFORMA

NIVELES  
SOCIOECONÓMICOS



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREAL DE ANÁLISIS,  
Y SERVICIO ACÚSTICO

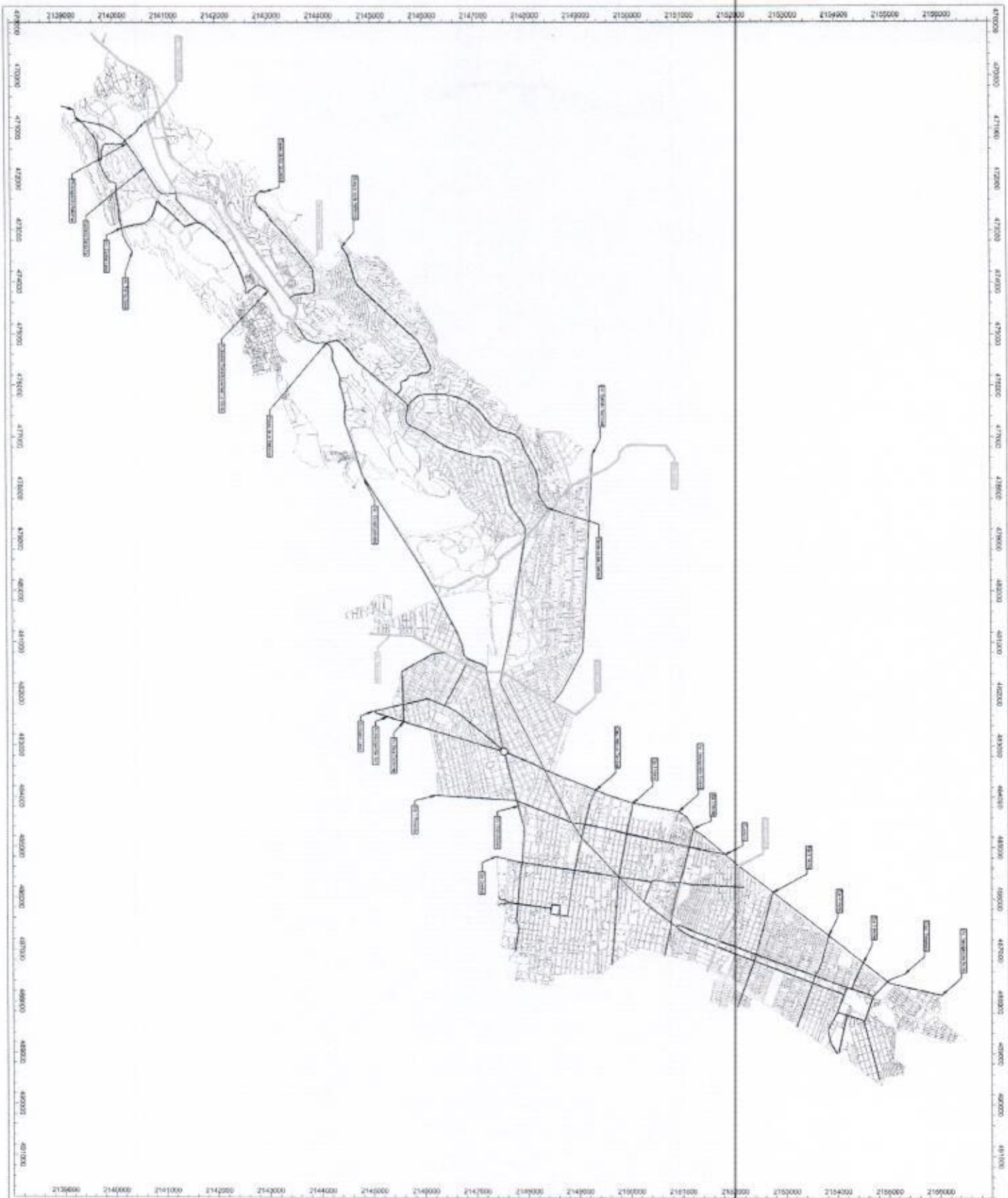
SIMBOLOGIA

— VALLEJO PRINCIPAL  
— VALLEJO PRINCIPAL DE  
ACCESO CONTROLADO

CORREDOR REFORMA

VALIDADES 1985





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ARELLE AVILA  
Y OSERIO ACOSTA

SIMBOLOGIA

- VIALIDAD PRINCIPAL
- VIALIDAD PRINCIPAL DE ACCESO CONTROLADO

CORREDOR REFORMA

VALIDADES 1995.



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- HABITACIONAL
- HABITACIONAL DE USO MIXTO
- INDUSTRIA
- EQUIPAMIENTO
- CENTRO URBANO
- ÁREAS VERDES
- PERIMETRO
- SIN INFORMACIÓN

CORREDOR REFORMA

VALIDADES 2005



**EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO-  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION**

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

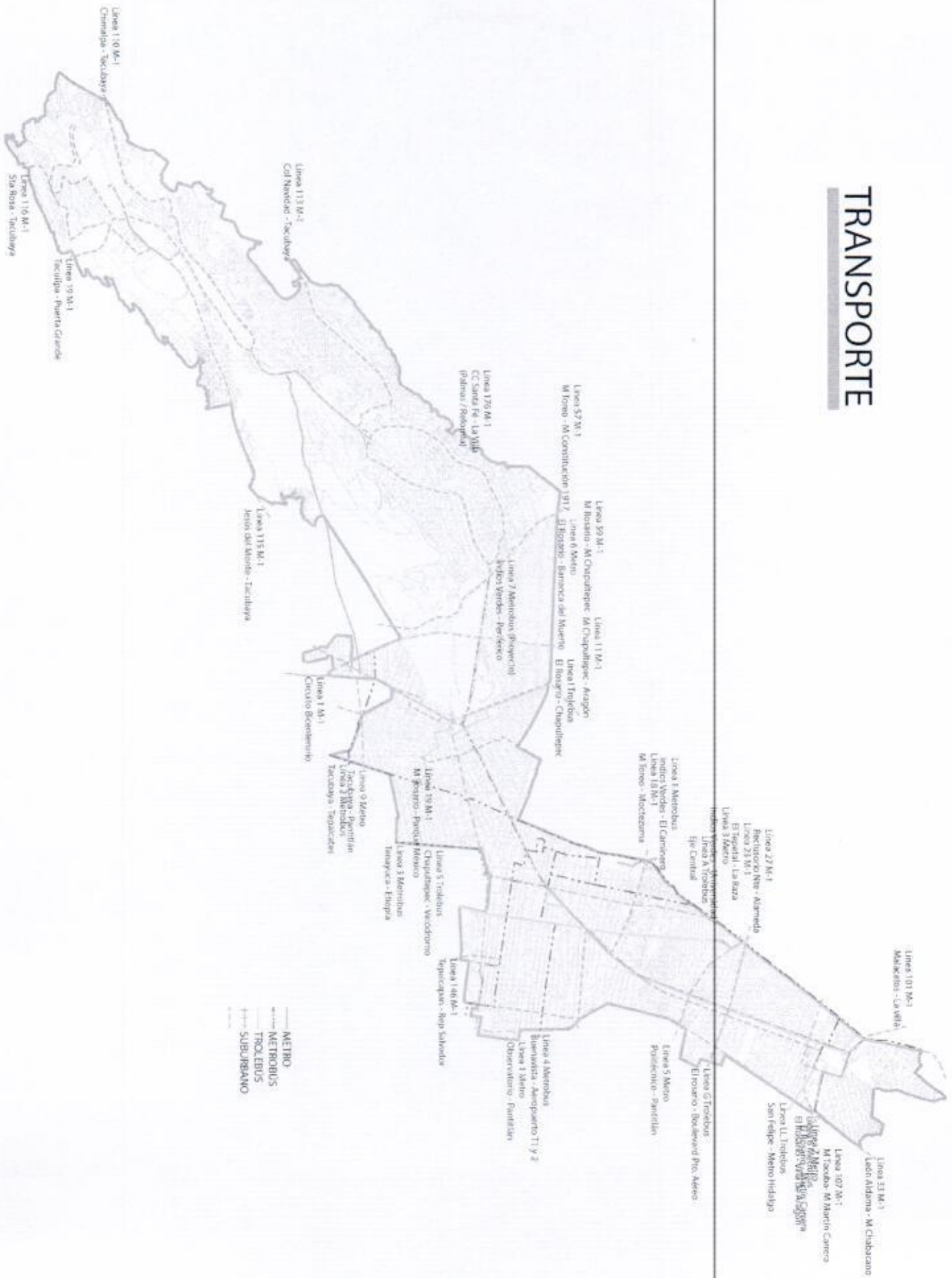
**SIMBOLOGIA**

- VALLEJO PERIFERICAL
- VALLEJO PRINCIPAL DE ACCESO CONTROLADO

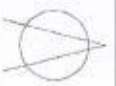
**CORREDOR REFORMA**

**VIALIDADES 2015**

# TRANSPORTE



METRO  
 METROBÚS  
 TROLLEBÚS  
 SUBURBANO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

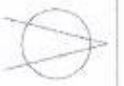
AREA DE ANALISIS  
DISEÑO ACUSTICO

**SIMBOLOGIA**

- HABITACIONAL
- HAB. SERVICIOS
- HAB. CINCUENAL
- HAB. CHINITOS
- HAB. COMERCIO
- SERVICIOS
- INDUSTRIAL
- EQUIP. URBANO
- AREA VERDE

CORREDOR REFORMA

USO DE SUELO  
1985



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- MANUFACURAL
- HAB. C/ SERVICIOS
- HAB. CONVULSIVA
- HAB. DE USO MIXTO
- EQUIPAMIENTO
- INDUSTRIA
- CORREDOR URBANO
- CENTRO URBANO
- ÁREA VERDE
- PERIFÉRICO

CORREDOR REFORMA

USOS DE SUELO  
1995



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

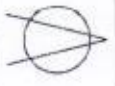
AREA DE ANALISIS Y  
DISEÑO ACUSTICO

**SIMBOLOGIA**

- ▬ INFRAESTRUCTURA
- ▬ MANIFIESTACION DEL SERVICIO
- ▬ SOLISTIA
- ▬ EQUIPAMIENTO
- ▬ CENTRO URBANO
- ▬ AREAS VERDES
- ▬ PERIMETRO
- ▬ DISTRIBUCION

CORREDOR REFORMA

USOS DE SUELO 2005



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

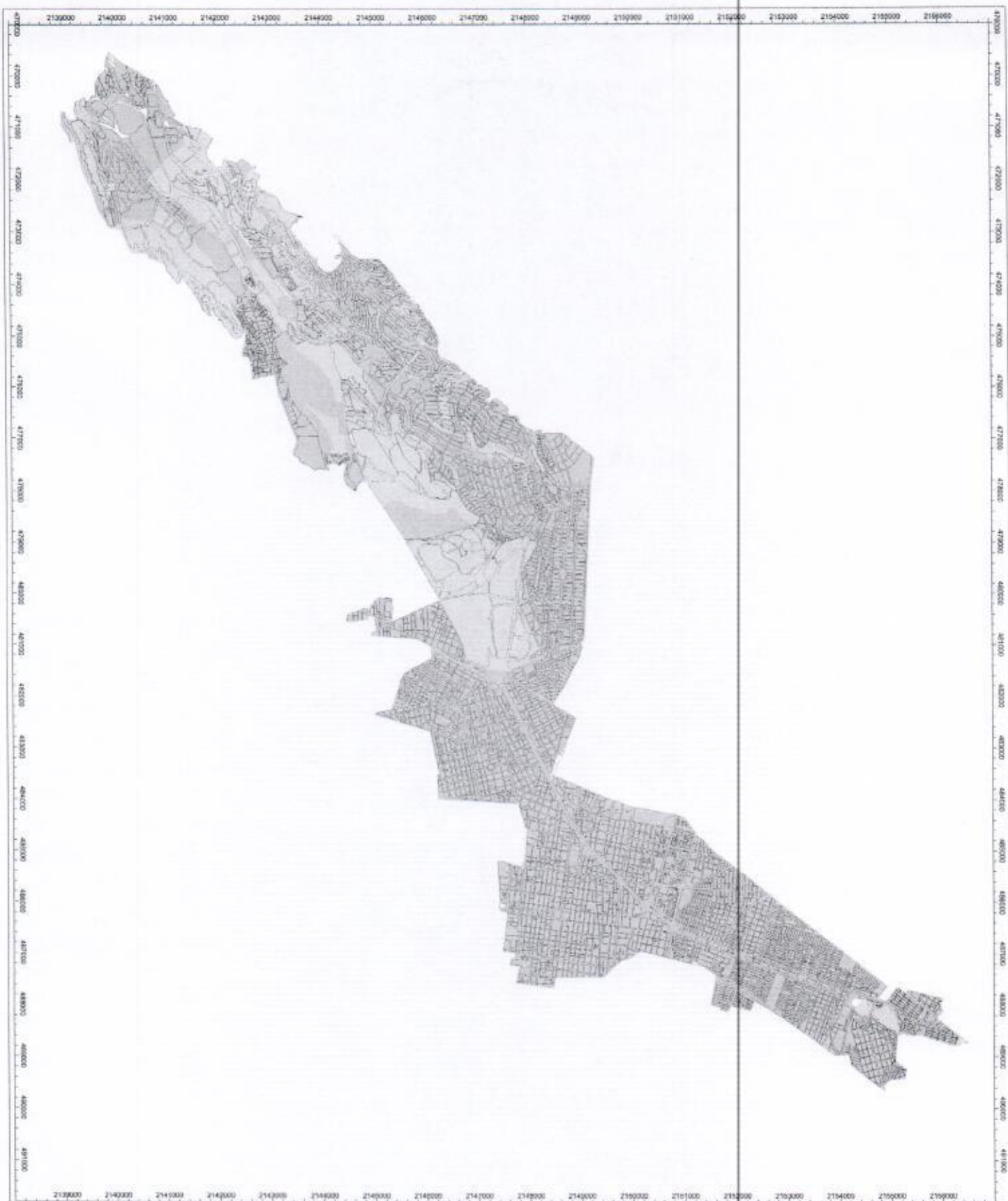
**SIMBOLOGIA**

-  HABITACIONAL
-  HABITACIONAL DE USO MIXTO
-  HABITACIONAL CON COMERCIO
-  HABITACIONAL CON OFICINAS
-  INDUSTRIA
-  EQUIPAMIENTO
-  CENTRO DE BARRIO
-  AREAS VERDES
-  PERIFERICO

CORREDOR REFORMA

USOS DE SUELO 2015





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA,  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

SIMBOLOGIA

- MANCHA URBANA 1985
- AREA VERDE

CORREDOR REFORMA

MANCHA URBANA  
1985



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA,  
AZCAPOTZALCO

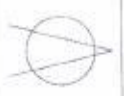
AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

SIMBOLOGIA

MANCHA URBANA  
AREA VERDE

CORREDOR REFORMA

MANCHA URBANA  
1995



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGIA

-  MANCHA URBANA
-  ÁREA VERDE

CORREDOR REFORMA

MANCHA URBANA  
2005



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

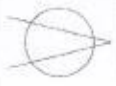
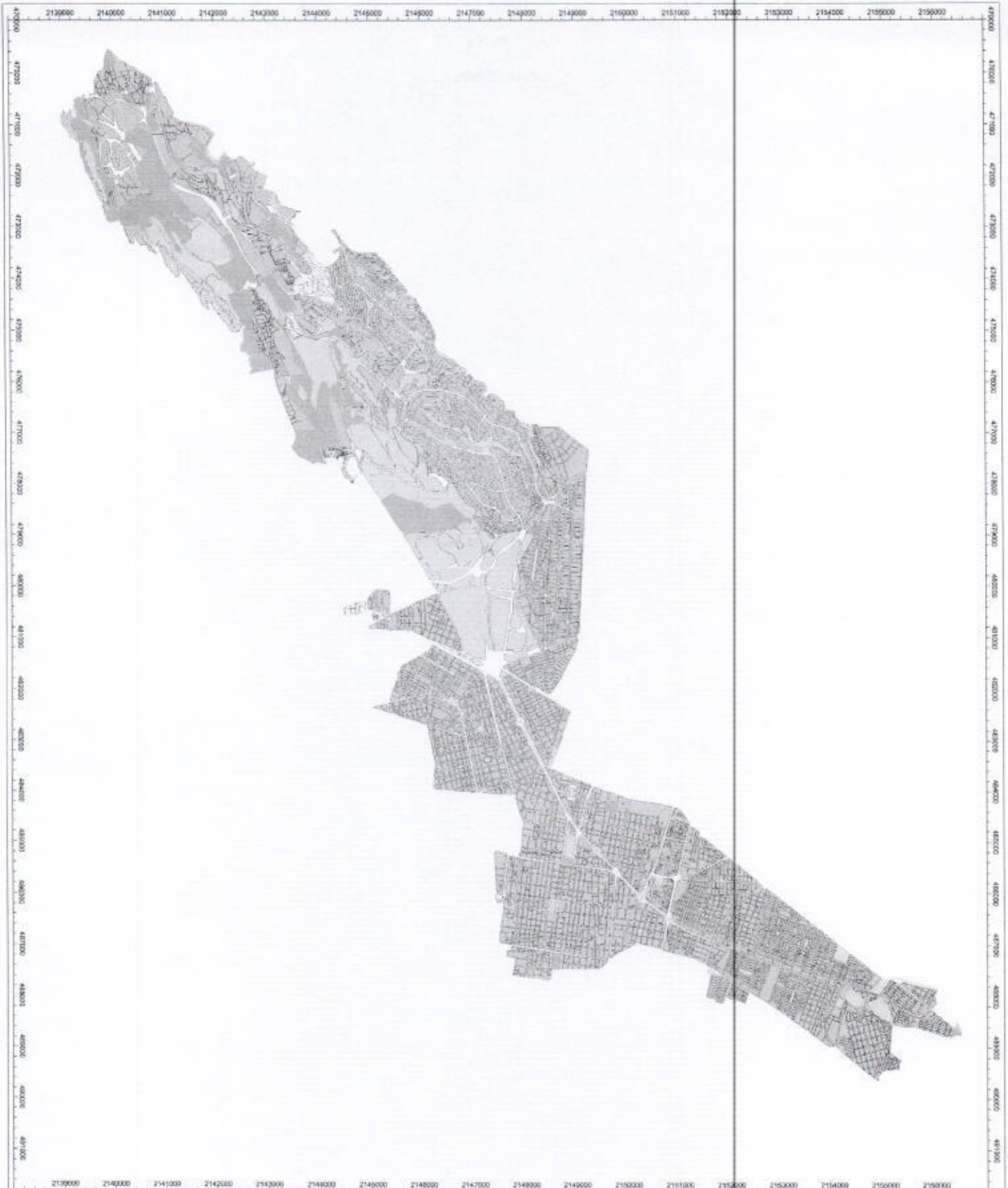
ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

-  MANCHA URBANA
-  ÁREA VERDE

**CORREDOR REFORMA**

**MANCHA URBANA  
2015**



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- MANCHA URBANA 2005
- CAMBIO EN PERÍMETRO 1985-2005
- USO DEL CAMBIO A VERDE
- ÁREA VERDE

CORREDOR REFORMA

CAMBIOS EN MANCHA  
URBANA 1985 A 2005



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA,  
AZCAPOTZALCO

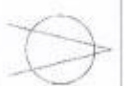
ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- MANCHA URBANA 2015
- CAMBIO EN PERÍODO 2005-2015
- U. SUELO CAMBIO A AVIRDE
- ÁREA VERDE

CORREDOR REFORMA

CAMBIOS EN MANCHA  
URBANA 2005 A 2015



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- ▬ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
- ▬ EQUIPAMIENTO DE SALUD
- ▬ EQUIPAMIENTO SERVICIOS
- ▬ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURA
- ▬ EQUIPAMIENTO ASISTO E INFRAESTRUCTURA

CORREDOR REFORMA

EQUIPAMIENTO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS Y  
DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA



CORREDOR REFORMA

MAPA DE RUIDO







EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS Y  
DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA



CORREDOR REFORMA

MAPA DE RUIDO  
POR ÁREAS





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS Y  
DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA



CORREDOR REFORMA

Densidad de Población



|   |   |                       |   |  |  |  |                                |                                |
|---|---|-----------------------|---|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
|  | <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO:</b><br/>PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN</p> | <p><b>CONACYT</b></p> | <p><b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</b></p> | <p><b>ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO</b></p> | <p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— PERIMETRO</li> <li>▨ ÁREAS DE ESTUDIO</li> </ul> |  | <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p> | <p><b>ÁREAS DE ESTUDIO</b></p> |
|---|---|-----------------------|---|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|





COMACYT

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

## Problemas y modelos de solución

## Corredor Reforma

| Tipología                       | TOMA | SECCIÓN | AFECTACIÓN | ESTABLECIMIENTO              | CLASIFICACIÓN                          | OCCURSIÓN         | OCCURSIÓN   |
|---------------------------------|------|---------|------------|------------------------------|--|-------------------|---|
|                                 |      |         |            |                              |  |                   |   |
| Validad de acceso controlado    | 2    | 1       | 1          | Colgado de gusano/otrope     | Validad primaria con carrilón          | Carrilón peatonal |   |
|                                 | 3    | 1       | 1          | Paseo de la Reforma          | Validad primaria con carrilón          |                   | Tiene tres carrilones, pero no son peatonales                               |
| Validad primaria con carrilón   | 3    | 1       | 2          | Paseo de la Reforma          | Validad primaria con carrilón          |                   | Tiene tres carrilones, pero no son peatonales                               |
|                                 | 3    | 2       | 1          | Alameda Central              | Parque                                 |                   |   |
| Validad secundaria              | 3    | 2       | 2          | Alameda Central              | Parque                                 |                   |   |
|                                 | 4    | 1       | 1          | Colle de Tacuba              | Validad secundaria                     |                   |   |
| Validad secundaria con carrilón | 4    | 1       | 2          | Colle de Tacuba              | Validad secundaria                     |                   |   |
|                                 | 4    | 2       | 1          | Francisco I. Madero          | Validad peatonal                       | Peatonal          |   |
| Validad terciaria               | 4    | 2       | 2          | Francisco I. Madero          | Validad peatonal                       | Peatonal          |   |
|                                 | 4    | 3       | 1          | Plaza de la Constitución     | Plaza                                  |                   |   |
| Validad peatonal                | 4    | 3       | 2          | Plaza de la Constitución     | Plaza                                  |                   |   |
|                                 | 4    | 3       | 3          | Plaza de la Constitución     | Plaza                                  |                   |   |
| Glorieta                        | 4    | 4       | 1          | Av. 20 de Noviembre          | Validad secundaria                     |                   | Con carril para bicicletas (eco bici), áreas para estar y banquetas amplias |
|                                 | 4    | 4       | 2          | Av. 20 de Noviembre          | Validad secundaria                     |                   | Con carril para bicicletas (eco bici), áreas para estar y banquetas amplias |
| Parque                          | 4    | 4       | 2          | Av. 20 de Noviembre          | Validad secundaria                     |                   | Con carril para bicicletas (eco bici), áreas para estar y banquetas amplias |
|                                 | 4    | 5       | 1          | Plaza Simón Bolívar de Jesús | Plaza                                  |                   |   |
| Parque                          | 4    | 5       | 2          | Plaza Simón Bolívar de Jesús | Plaza                                  |                   |   |
|                                 | 5    | 1       | 1          | Pío Lema                     | Validad secundaria                     |                   |   |
| Parque                          | 5    | 2       | 1          | Inurgentes Sur               | Validad primaria                       |                   | Con carril para metrobús  |
|                                 | 5    | 3       | 1          | Paseo de la Reforma          | Validad primaria con carrilón peatonal |                   | Carrilón amplio y abovedado   |
| Parque                          | 5    | 3       | 2          | Paseo de la Reforma          | Validad primaria con carrilón          |                   | Carrilón no peatonal  |
|                                 | 5    | 3       | 3          | Paseo de la Reforma          | Validad primaria con carrilón peatonal |                   | Carrilón amplio y abovedado   |

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

## Problemas y modelos de solución

## Corredor Reforma

| Tipología                        | ZONA    |          |           | ESTADIO                            | CLASIFICACIÓN                    | SISTEMAS/ACCIONES                               |
|----------------------------------|---------|----------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|---|
|                                  | SECCIÓN | HEMBRIDA | DIRECCIÓN |                                    |                                  |   |
| Vialidad de acceso controlado    | 5       | 3        | 4         | Genova                             | Vialidad peatonal                | Pedonal otbolada                                |
|                                  | 5       | 4        | 1         | Niza                               | Vialidad secundaria              |   |
| Vialidad primaria con carrilón   | 5       | 3        | 4         | Glorieta Angel de la Independencia | Glorieta                         |   |
|                                  | 6       | 1        | 1         | Av. Chapultepec                    | Vialidad primaria con carrilón   | Carrilón para bicicletas                        |
| Vialidad secundaria              | 6       | 2        | 1         | Pomera                             | Vialidad terciaria               |   |
|                                  | 6       | 3        | 1         | Plaza Río de Janeiro               | Plaza                            |   |
| Vialidad secundaria con carrilón | 6       | 3        | 2         | Plaza Río de Janeiro               | Plaza                            |   |
|                                  | 6       | 4        | 1         | Av. Álvaro Obregón                 | Vialidad primaria con carrilón   |   |
| Vialidad terciaria               | 6       | 4        | 2         | Av. Álvaro Obregón                 | Vialidad terciaria               |   |
|                                  | 7       | 1        | 1         | Plaza Popocatepetl                 | Plaza                            |   |
| Vialidad peatonal                | 7       | 2        | 1         | Av. Aristóteles                    | Vialidad secundaria con carrilón | Carrilón peatonal otbolado                      |
|                                  | 7       | 3        | 1         | Parque España                      | Parque                           |   |
| Glorieta                         | 7       | 4        | 1         | Parque México                      | Parque                           |   |
|                                  | 7       | 5        | 1         | Insurgentes Sur                    | Vialidad primaria                | Carrilón no peatonal y con carril de bicicletas |
| Plaza                            | 6       | 1        | 1         | Parque América                     | Parque                           |   |
|                                  | 6       | 1        | 2         | Parque América                     | Parque                           |   |
| Parque                           | 8       | 2        | 1         | Av. Presidente Masarik             | Vialidad secundaria con carrilón | Carrilón no peatonal y banquetas amplias        |
|                                  | 8       | 3        | 1         | Parque Lincoln                     | Parque                           |   |
| Parque                           | 8       | 3        | 2         | Parque Lincoln                     | Parque                           |   |
|                                  | 8       | 4        | 1         | Glorieta Isaac Newton              | Glorieta                         |   |



CONACYT

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

## Problemas y modelos de solución

## Corredor Reforma

| Tipología                       | ZONA | SECCION | MANEJO | EPAZCO                           | CLASIFICACION                 | DETALLE/COMENT.   |
|---------------------------------|------|---------|--------|----------------------------------|-------------------------------|---|
| Validad de acceso controlado    | 8    | 3       | 1      | Terraflores                      | Validad terciaria             |   |
| Validad primaria con camellón   | 9    | 2       | 1      | Paseo de la Reforma              | Validad primaria con camellón | Camellón no peatonal / FRENQUENTE POR ELECCIONAR QUE PARTE DE LA SECCION 51 LA "C" O LA "D" |
| Validad secundaria              | 9    | 3       | 1      | Paseo de la Reforma              | Validad primaria con camellón | Camellón no peatonal / FRENQUENTE POR ELECCIONAR QUE PARTE DE LA SECCION 51 LA "C" O LA "D" |
| Validad secundaria con camellón | 10   | 1       | 1      | Sierra Leona                     | Validad terciaria             |   |
| Validad terciaria               | 10   | 2       | 1      | Paseo de la Reforma              | Validad primaria con camellón |   |
| Validad peatonal                | 11   | 1       | 1      | Paseo de la Reforma              | Validad primaria con camellón |   |
|                                 | 11   | 1       | 2      | Av. Constituyentes               | Validad primaria con camellón |   |
|                                 | 11   | 1       | 2      | Carretera México-Toluca          | Validad de acceso controlado  |   |
|                                 | 11   | 1       | 2      | Prolongación Paseo de la Reforma | Validad de acceso controlado  |   |

- Glorieta
- Plaza
- Parque
- Parque

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

ZONA 1

Z1s1.1 - Medición 1











# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

## ZONA 5

- Z5s1.1 - Medición 1
- Z5s2.1 - Medición 1
- Z5s3.1 - Medición 1
- Z5s3.2 - Medición 2
- Z5s3.3 - Medición 3
- Z5s3.4 - Medición 4
- Z5s3.5 - Medición 5
- Z5s4.1 - Medición 1





# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

## ZONA 7



Z7s1.1 - Medición 1

Z7s2.1 - Medición 1

Z7s3.1 - Medición 1

Z7s4.1 - Medición 1

Z7s5.1 - Medición 1



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

## ZONA 9

- Z9s1.1 - Medición 1
- Z9s2.1 - Medición 1
- Z9s3.1 - Medición 1



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

ZONA 10

Z10s1.1 - Medición 1

Z10s2.1 - Medición 1





# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



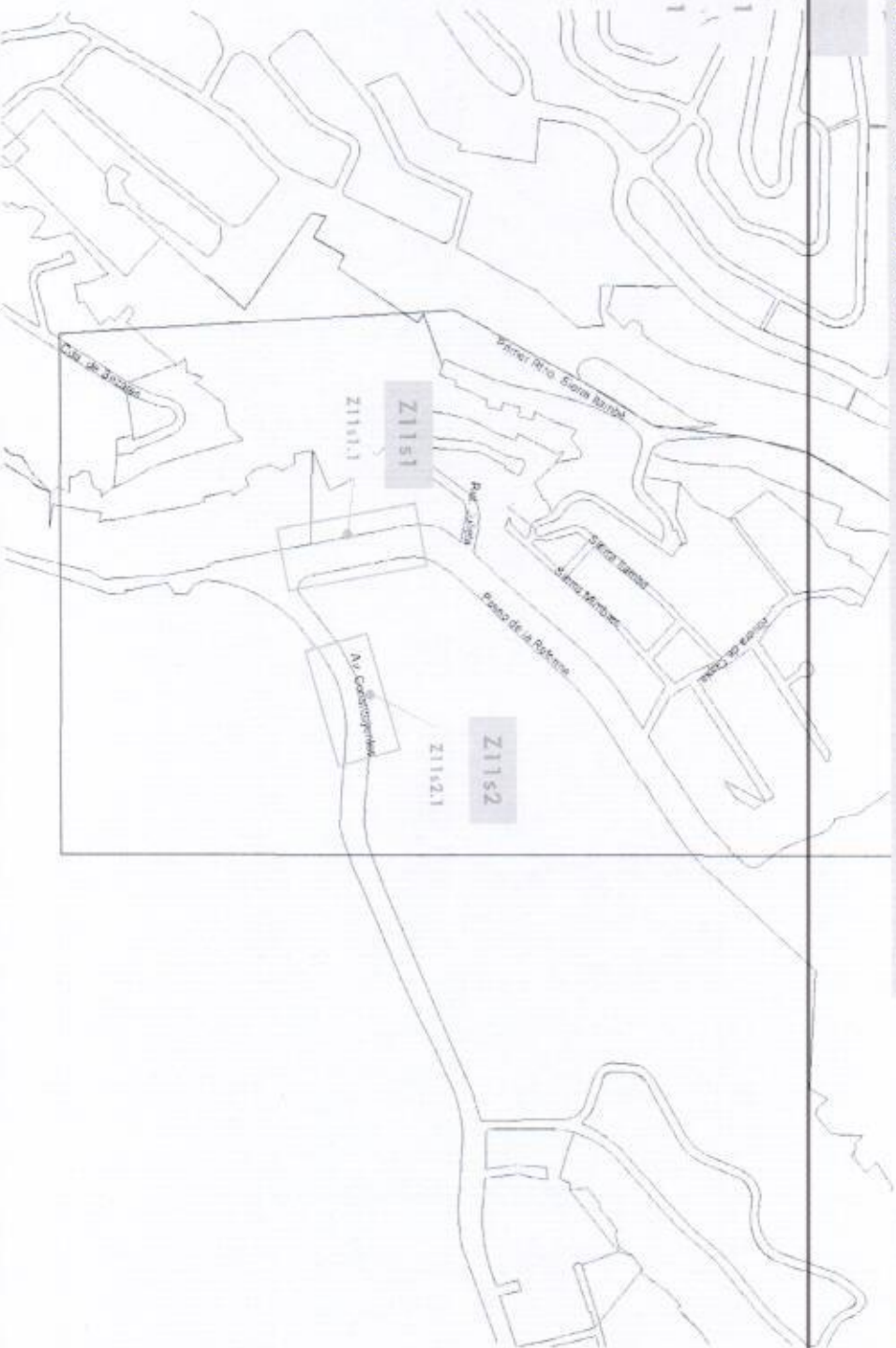
Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

ZONA 11

Z11s1.1 - Medición 1

Z11s2.1 - Medición 1



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

ZONA 12

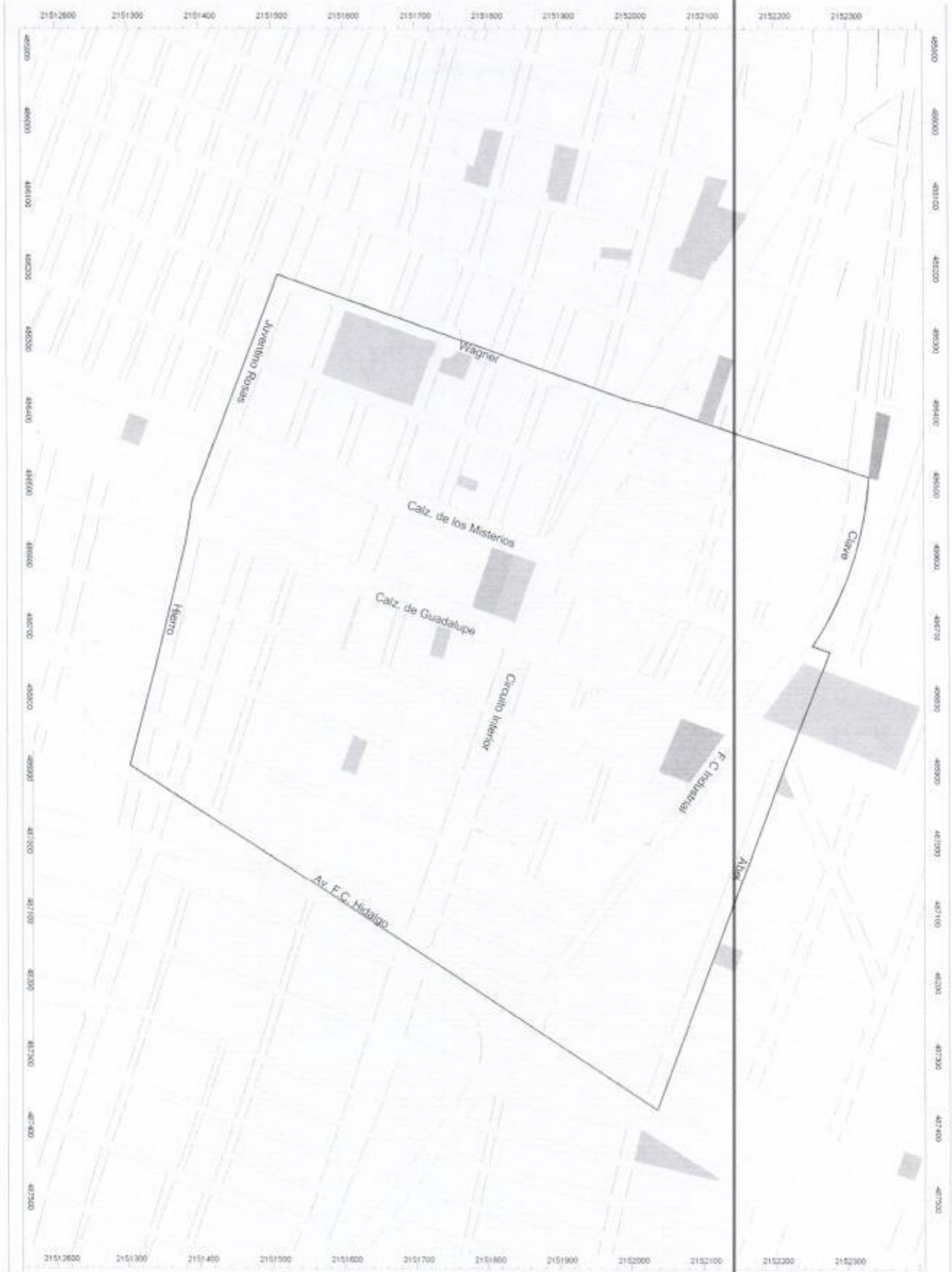
Z12s1.1 - Medición 1

Z12s2.1 - Medición 1





|  |                       |
|--|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>   |                       |
| <p>CONACT</p>  |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>   |                       |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>  |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO DE ALARTE E INFRAESTRUCTURA</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURA</li> </ul> |                       |
| <p>CORRECTOR REFORMA</p>   |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #1</p>  |                       |
| <p>CLAVE EQ-1</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>   |                       |
| <p>ZONA NORTE LA VILLA, GUSTAVO A. MADERO</p>  |                       |



|   |                       |
|---|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO. PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>  |                       |
| <p>CONACYT</p>  |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>  |                       |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>   |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO LABORAL E INDUSTRIAL</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURA</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #2</p>   |                       |
| <p>CLAVE EQ-2</p>   | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA NORTE PERALVILLO, GUSTAVO A. MADRERO</p>  |                       |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |                       |



EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO

SIMBOLOGIA

- █ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
- █ EQUIPAMIENTO HABITATIVO E INFRAESTRUCTURAL
- █ EQUIPAMIENTO SERVICIOS
- █ EQUIPAMIENTO SALUD
- █ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURAL

CORREDOR REFORMA

POLIGONO DE ESTUDIO #3

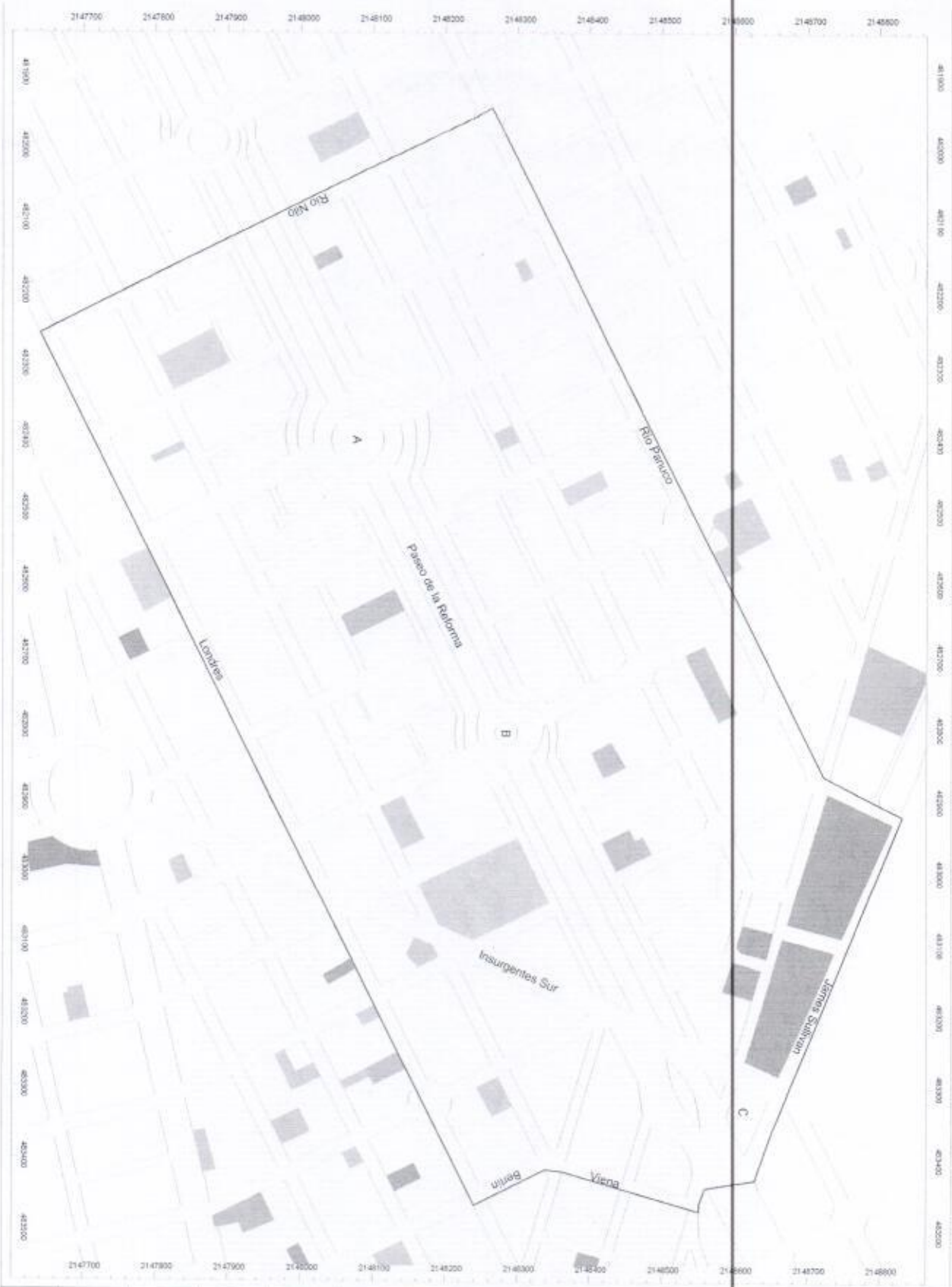
CLAVE EQ-3 ESCALA: 1:7500

ZONA CENTRO GUERRERO, CUAUHTEMOC

EQUIPAMIENTO URBANO



|  |                       |
|--|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>   |                       |
| <p>CONACYT</p>   |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA</p>  |                       |
| <p>AZCAPOTZALCO</p>  |                       |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>  |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Equipamiento Educativo</li> <li>■ Equipamiento Masivo e Institucional</li> <li>■ Equipamiento Servicios</li> <li>■ Equipamiento Salud</li> <li>■ Equipamiento recreación y cultura</li> <li>■ Al Plaza Inexistentes en escala</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>  |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #4</p>  |                       |
| <p>CLAVE EQ-4</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA CENTRO CENTRO HISTORICO CUAUHTEMOC</p>   |                       |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>   |                       |

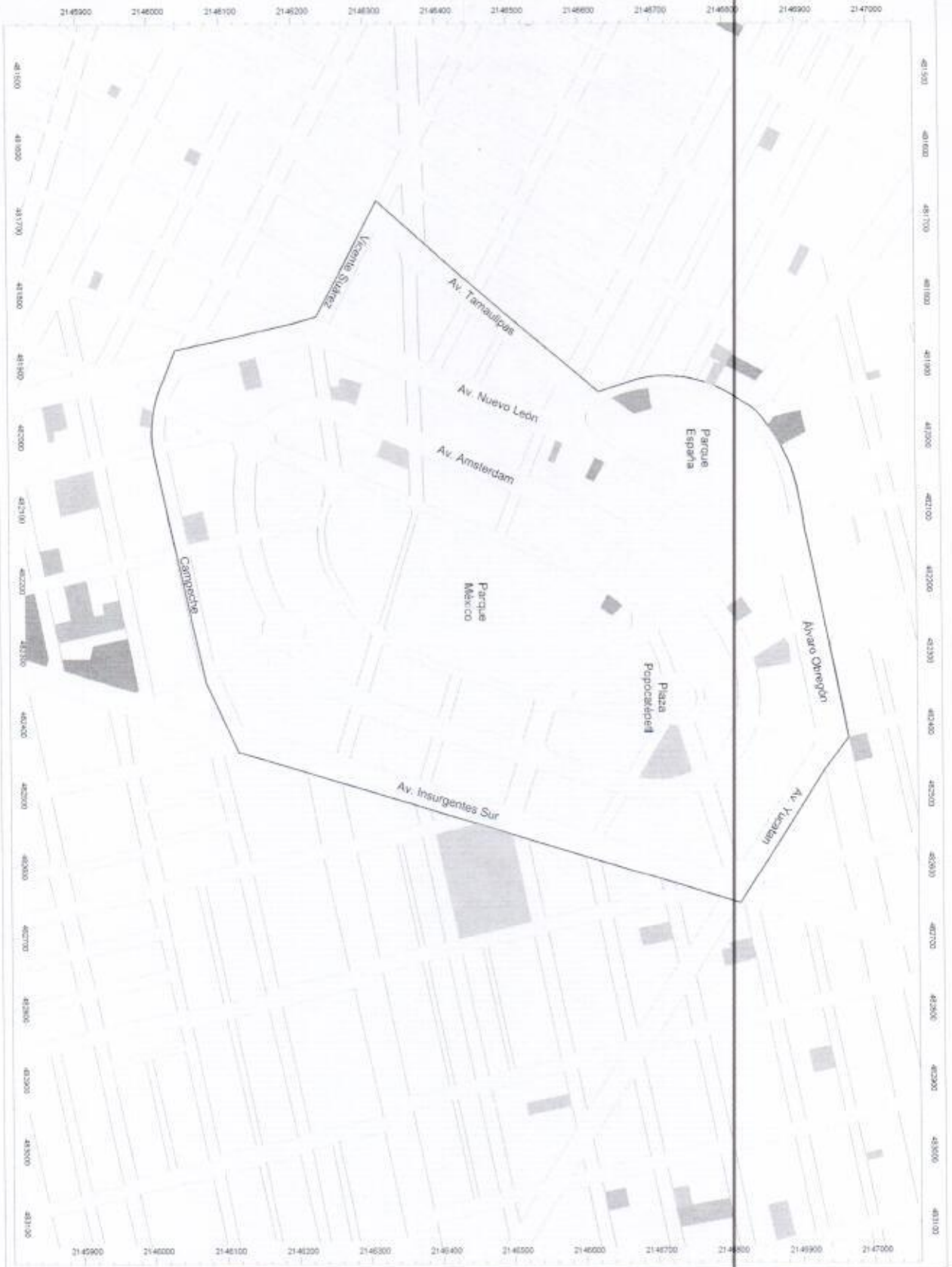


|   |  |
|---|--|
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN</b></p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA</p> <p>AZCAPOTZALCO</p> <p>ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO</p> <p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO ADMINISTRATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACIÓN Y CULTURAL</li> </ul> |  |
| <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p> <p><b>POLIGONO DE ESTUDIO #5</b></p> <p>CLAVE E.O.-5</p> <p>ESCALA 1:7500</p> <p>ZONA NORTE, JUÁREZ, CUAUHTÉMOC</p> <p><b>EQUIPAMIENTO URBANO</b></p>  |  |



|  |                       |
|--|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO. PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>   |                       |
| <p>CONACYT</p>   |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>   |                       |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>  |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO LABORAL E INDUSTRIAL</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURAL</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>  |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #6</p>  |                       |
| <p>CLAVE EQ-6</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA CENTRO, ROMA, NORTE CUAUHTEMOC</p>   |                       |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>   |                       |





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
- EQUIPAMIENTO ARTÍSTICO
- INFRAESTRUCTURA
- EQUIPAMIENTO SERVICIOS
- EQUIPAMIENTO SALUD
- EQUIPAMIENTO RECREACIÓN Y CULTURAL

CORREDOR  
REFORMA

POLÍGONO DE  
ESTUDIO #7

CLAVE  
EO-7

ESCALA:  
1:7500

ZONA CENTRO,  
HIDRODROMO,  
CAJALTEMÉCOC

EQUIPAMIENTO  
URBANO



|   |                      |
|---|----------------------|
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p>   |                      |
| <p>CONACYT</p>  |                      |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA</p>   |                      |
| <p>AZCAPOTZALCO</p>   |                      |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>   |                      |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p>  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Equipamiento educativo</li> <li>■ Equipamiento sanitario</li> <li>■ Invernalicio</li> <li>■ Equipamiento servicios</li> <li>■ Equipamiento salud</li> <li>■ Equipamiento recreación y cultura</li> </ul> |                      |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                      |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #8</p>   |                      |
| <p>CLAVE EQ-8</p>   | <p>ESCALA 1:7500</p> |
| <p>ZONA SUR POLANCO, MEXICO, HIDALGO</p>  |                      |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |                      |



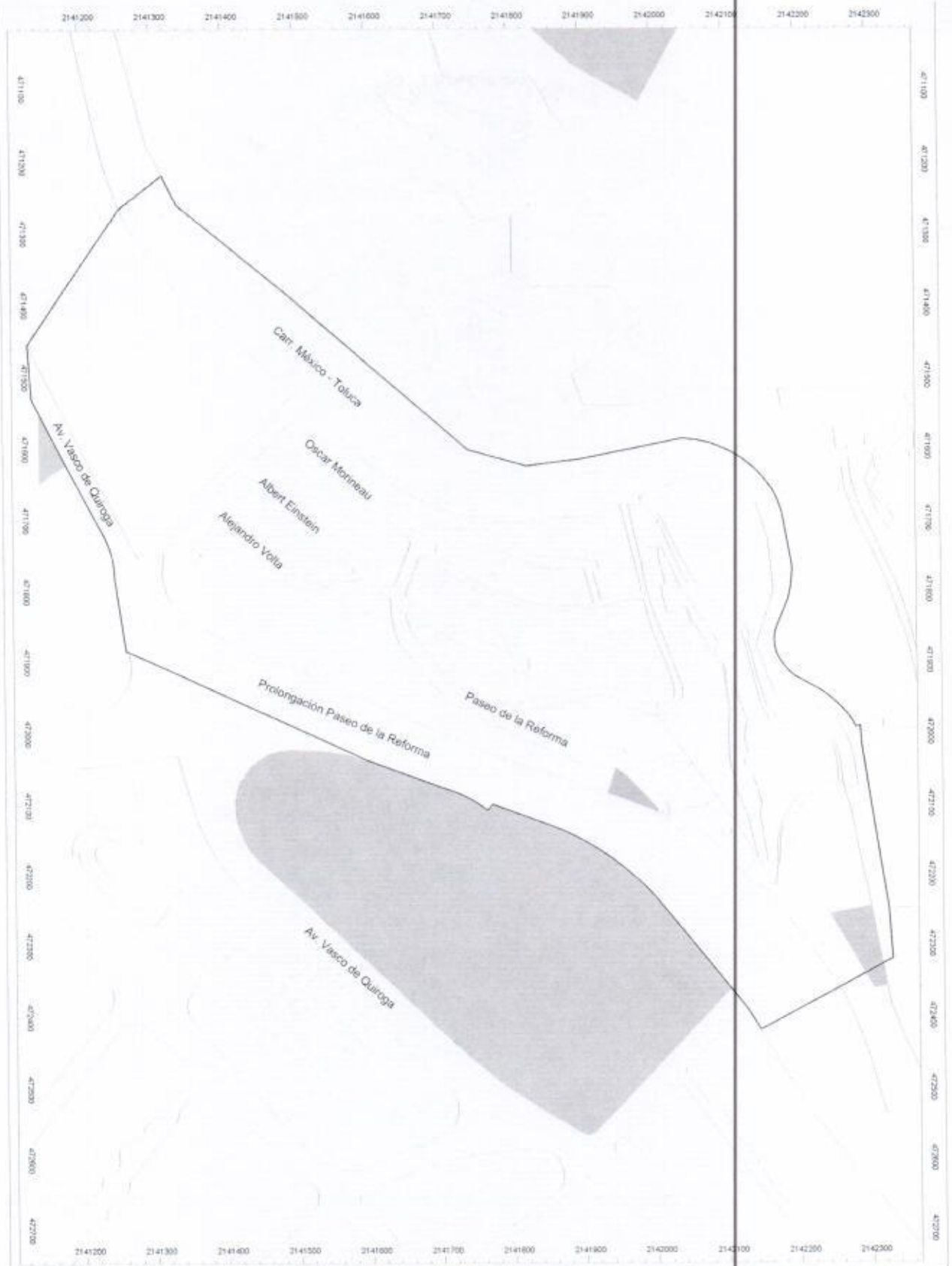
|  |  |
|--|--|
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO. PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p> <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p> <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO ASISTIVO E INVESTIGACION</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACION Y OX. (1994)</li> </ul> |  |
| <p>CORREDOR REFORMA</p> <p>POLIGONO DE ESTUDIO #9</p> <p>CLAVE EQ-9</p> <p>ESCALA: 1:7500</p> <p>ZONA SUR, LOYAS-VIREYES, MIGUEL HIDALGO</p> <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |  |



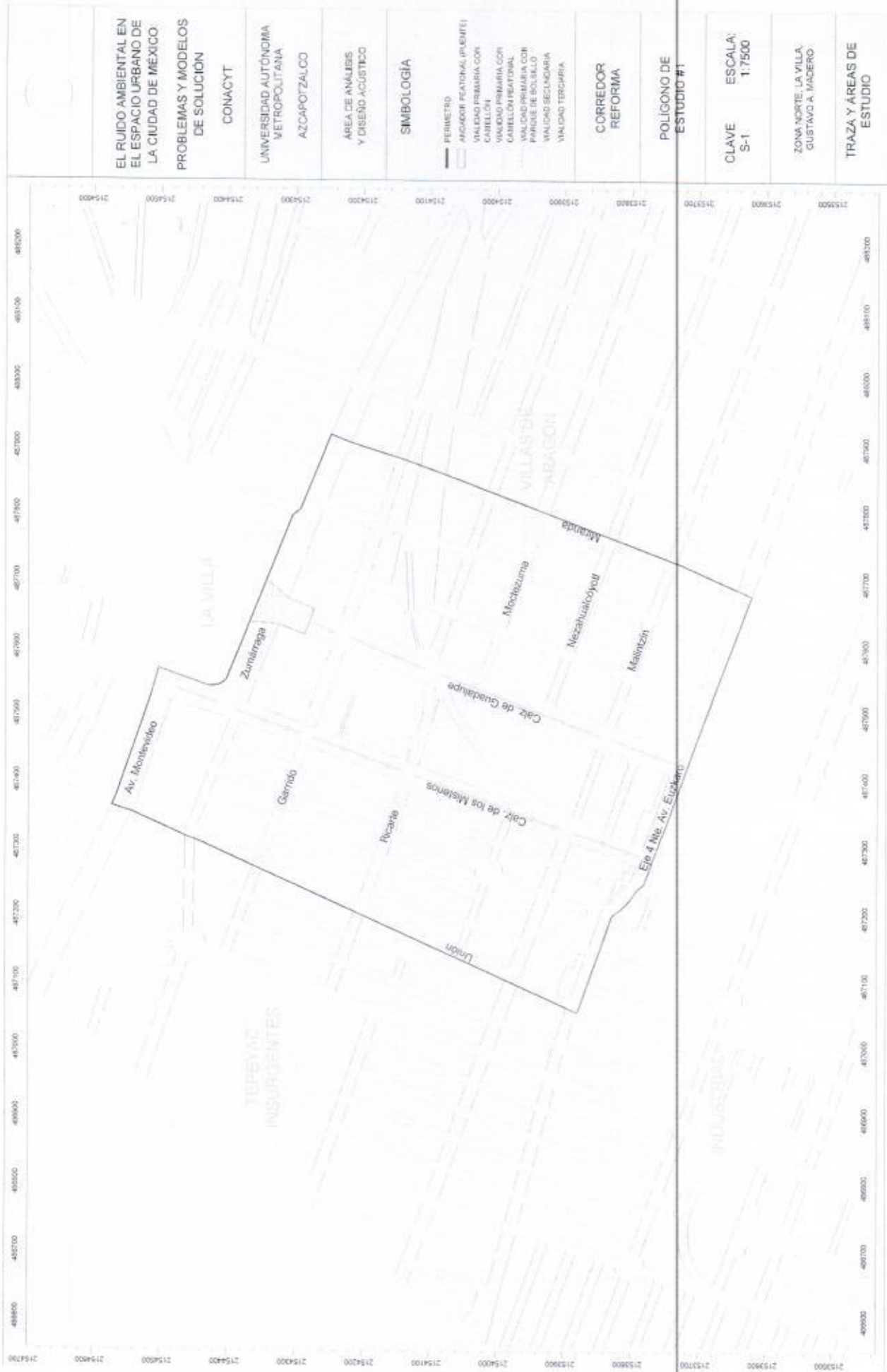
|   |  |
|---|--|
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p> <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p> <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO ALABASTO E INFRAESTRUCTURA</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACION Y CULTURA</li> </ul> |  |
| <p>CORREDOR REFORMA</p> <p>POLIGONO DE ESTUDIO #10</p> <p>CLAVE EQ-10</p> <p>ESCALA: 1:7500</p> <p>ZONA SUR, LOMAS DE CHAMPULTEPEC, MEXICO D.F.</p> <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |  |



|   |                      |
|---|----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>  |                      |
| <p>CONACYT</p>  |                      |
| <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>  |                      |
| <p>ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO</p>   |                      |
| <p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</li> <li>■ EQUIPAMIENTO ASISTIVO</li> <li>■ INFRAESTRUCTURA</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SERVICIOS</li> <li>■ EQUIPAMIENTO SALUD</li> <li>■ EQUIPAMIENTO RECREACIÓN Y CULTURAL</li> </ul> |                      |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                      |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #11</p>  |                      |
| <p>CLAVE E-11</p>   | <p>ESCALA 1:7500</p> |
| <p>ZONA SUR CONSTITUYENTES MIGUEL HIDALGO</p>   |                      |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |                      |



|   |                       |
|---|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>  |                       |
| <p>CONACYT</p>  |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>  |                       |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>   |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamiento educativo</li> <li>Equipamiento deportivo</li> <li>Industria</li> <li>Equipamiento servicios</li> <li>Equipamiento salud</li> <li>Equipamiento recreación y cultura</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #12</p>  |                       |
| <p>CLAVE EQ-12</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA SUR SATELITE, MUNICIPIO DEL PONDALCO</p>  |                       |
| <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>  |                       |





2

EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN  
CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**  
 — PERÍMETRO  
 VALORES PRIMARIOS DE  
ACCESO CONTROLADO  
 VALORADO PRIMARIO CON  
CANTILLÓN PLATONAL  
 VALORADO PRIMARIO CON  
CANTILLÓN  
 VALORADO SECUNDARIO  
 VALORADO TERCERARIO

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #2

CLAVE S-2  
ESCALA: 1:7500

ZONA NORTE PERALVILLO,  
GUSTAVO A. MADERO

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN  
CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**  
 — FERRETERO  
 VALDAD PRIMARIA  
 VALDAD PRIMARIA CON  
 CABELLÓN  
 VALDAD SECUNDARIA  
 VALDAD TERCERA  
 PARQUE LOCAL  
 PLAZA BARIAL  
 Al Plaza de la Soledad  
 B) Plaza San Fernando

**CORREDOR  
REFORMA**

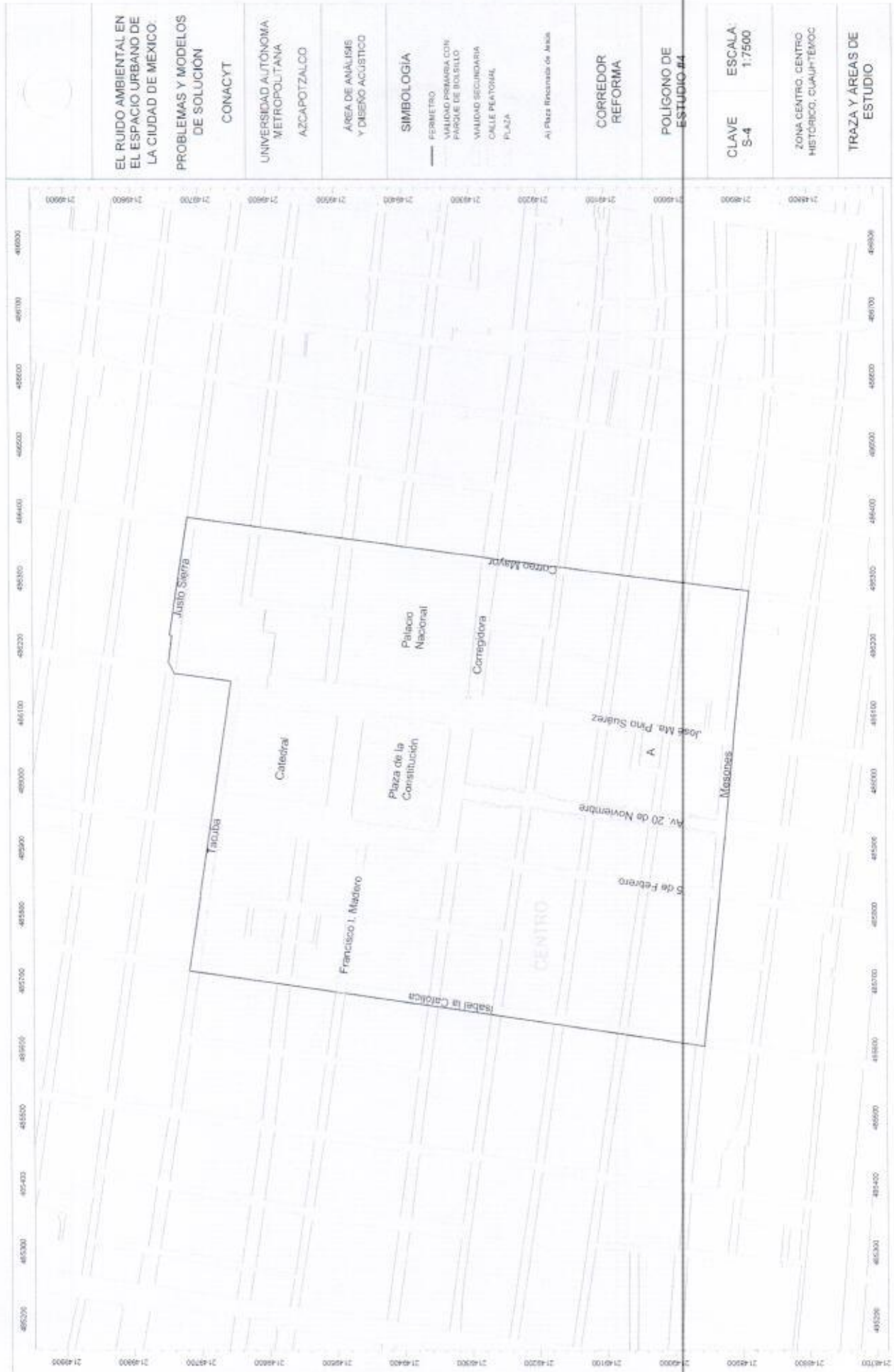
**POLIGONO DE  
ESTUDIO #3**

**CLAVE  
S-3**

**ESCALA  
1:7500**

**ZONA CENTRO GUERRERO,  
CENTRO HISTORICO,  
CUAUHTÉMOC**

**TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO**



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

**SIMBOLOGIA**

- PERIMETRO
- VIALIDAD PRIMARIA CON PARQUE DE JARDINES
- VIALIDAD SECUNDARIA
- CALLE PEATONAL
- PLAZA

A) Plaza Recreativa de Jesús

**CORREDOR  
REFORMA**

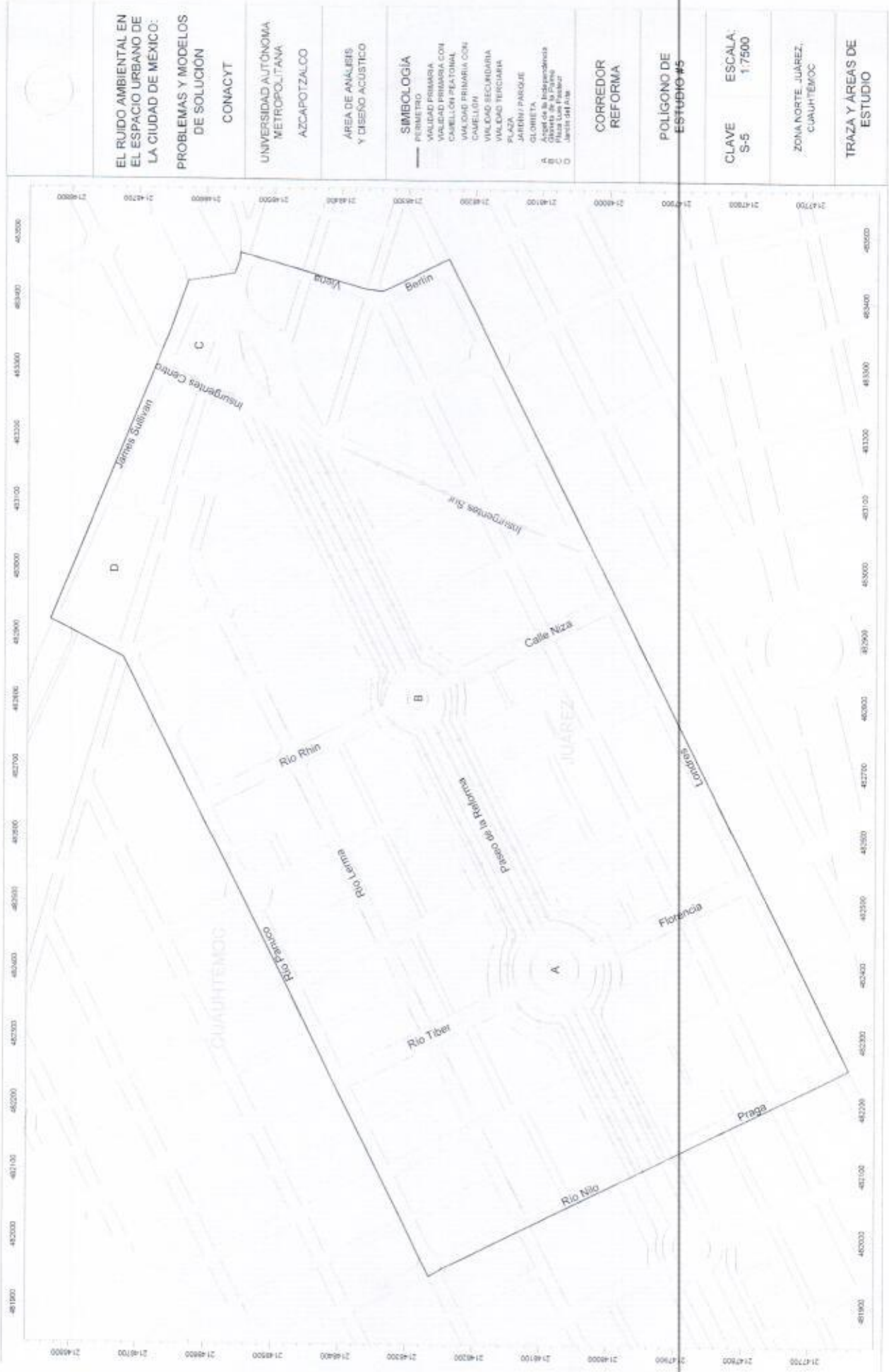
**POLIGONO DE  
ESTUDIO #4**

CLAVE  
S-4

ESCALA:  
1:7500

ZONA CENTRO, CENTRO  
HISTORICO, CUAUHTEMOC

**TRAZA Y AREAS DE  
ESTUDIO**



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION  
CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**  
 PERIMETRO  
 VIALIDAD PRIMARIA  
 VIALIDAD PRIMARIA CON  
 CABELLON PEDESTAL  
 VIALIDAD PRIMARIA CON  
 CABELLON  
 VIALIDAD SECUNDARIA  
 VIALIDAD TERCERA  
 PLAZA  
 JARDIN/PARQUE  
 GLORIETA  
 Área de Independencia  
 Área de Reforma  
 Plaza Luis Pasteur  
 Jardín del Árbol

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #5

CLAVE S-5  
ESCALA 1:7500

ZONA NORTE JUAREZ,  
CUAUHTEMOC

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- PERIMETRO
- VALDAD PRIMARIA CON CABELLÓN
- VALDAD PRIMARIA CON CABELLÓN PEQUEÑO
- VALDAD SECUNDARIA CON CABELLÓN PEQUEÑO
- VALDAD TERCERARIA
- PLAZA

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #6

CLAVE  
S-6

ESCALA  
1:7500

ZONA CENTRO, ROMA  
NORTE, CUAUHTEMOC

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO;  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- PERIMETRO
- VIALIDAD PRIMARIA CON
- CABELLÓN
- VIALIDAD PRIMARIA CON
- CABELLÓN PEATONAL
- VIALIDAD SECUNDARIA
- CON CABELLÓN PEATONAL
- VIALIDAD TERCERA
- PLAZA

CORREDOR  
REFORMA

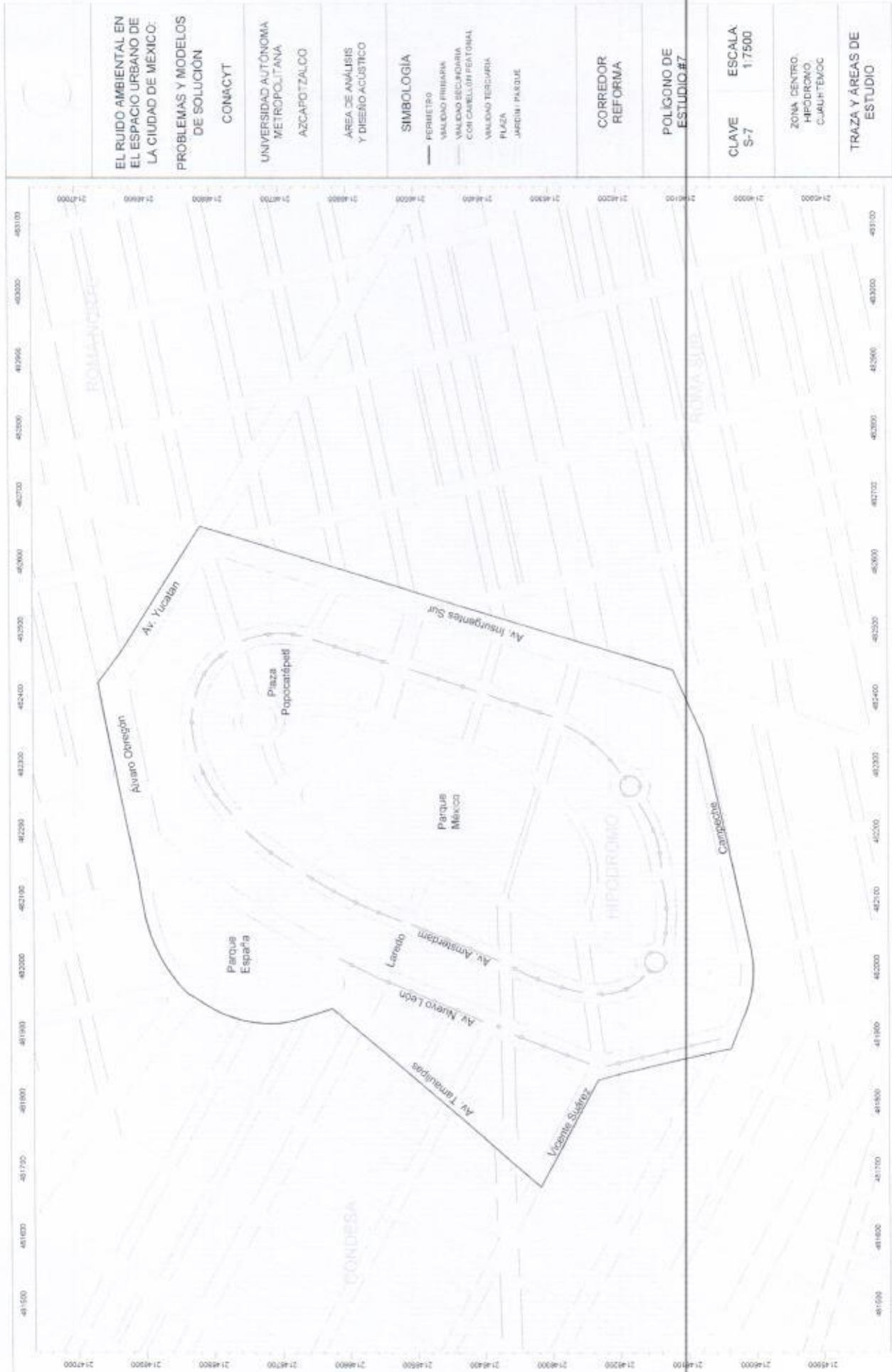
POLIGONO DE  
ESTUDIO #6

CLAVE  
S-6

ESCALA  
1:7500

ZONA CENTRO ROMA  
NORTE, CLAUHTEMOC

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- PERÍMETRO
- VALLEJO PRIMARIA
- VALLEJO SECUNDARIA
- CORREDORES PERIFÉRICOS
- VALLEJO TERCERA
- PLAZA
- JARDÍN / PARQUE

CORREDOR  
REFORMA

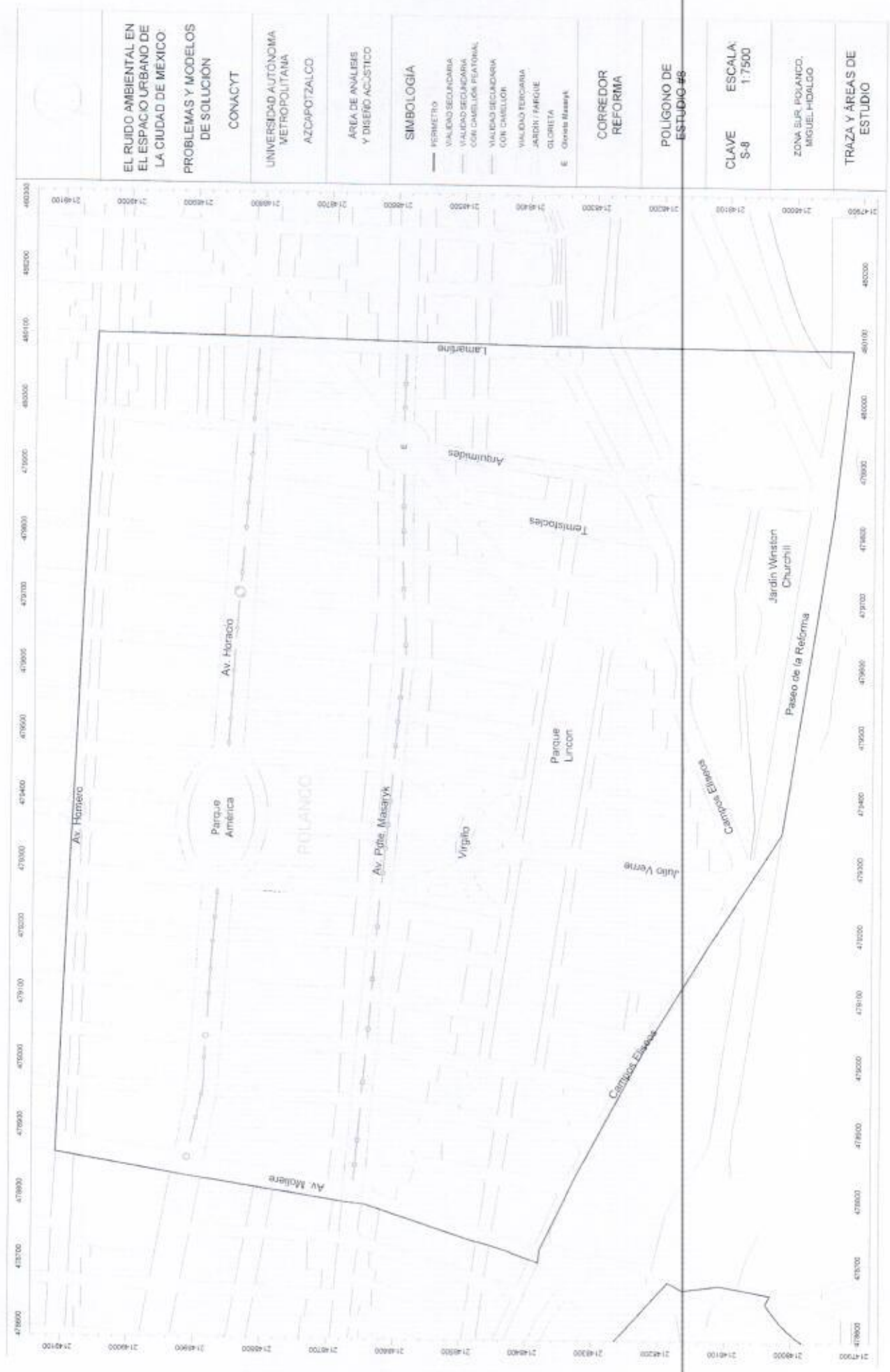
POLÍGONO DE  
ESTUDIO #7

CLAVE  
S-7

ESCALA  
1:7500

ZONA CENTRO  
HIPERCENTRO  
CJAHUATECOC

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO

PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACUSTICO

**SIMBOLOGIA**

- PERIMETRO
- VALDAD SECUNDARIA
- VALDAD SECUNDARIA CON DABELION PEATONAL
- VALDAD SECUNDARIA CON CHELLOH
- VALDAD TERCIARIA
- JARDIN FARGUE
- OLORITA
- E Orosi Masaya

**CORREDOR  
REFORMA**

**POLIGONO DE  
ESTUDIO #8**

CLAVE S-8 ESCALA: 1:7500

ZONA SUR POLANCO,  
MIGUEL HIDALGO

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA

- FERMETRO
- VALCADO PROBABLE
- ACCESO CONTROLADO
- VALCADO PRIMARIA CON CABELLON
- VALCADO SECUNDARIA CON CABELLON RACIONAL
- VALCADO TERCERIA

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #9

CLAVE  
S-9

ESCALA:  
1:7500

ZONA SUR, LOMAS DE  
CHAPULTEPEC, MIGUEL  
HIDALGO

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO:  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN  
CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**  
— PERÍMETRO  
VALCAD PRIMARIA  
VALCAD PRIMARIA CON  
CAMELLÓN

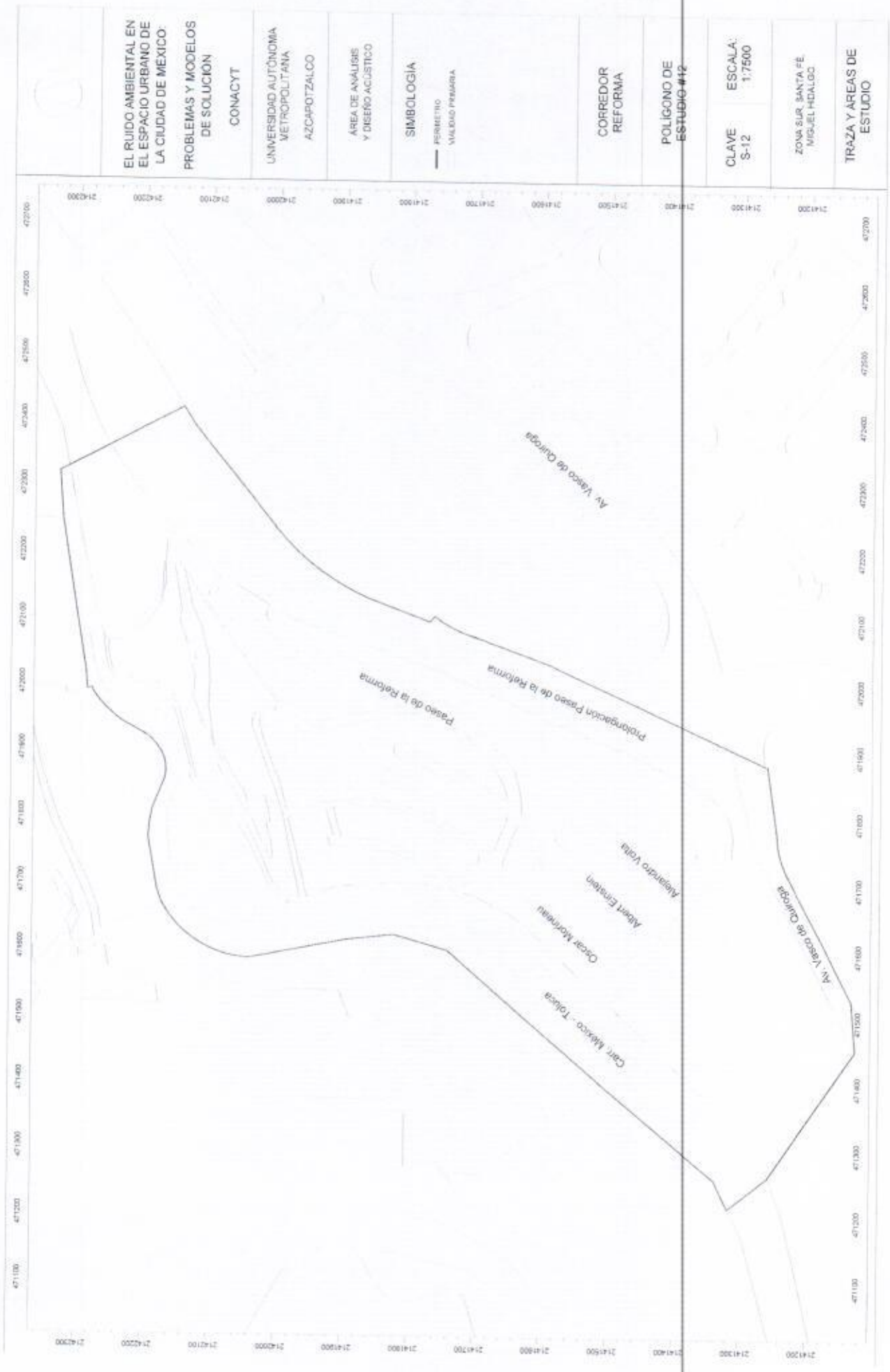
CORREDOR  
REFORMA

POLÍGONO DE  
ESTUDIO #11

CLAVE S-11  
ESCALA: 1:7500

ZONA SUR  
CONSTITUYENTES, MIGUEL  
HIDALGO

TRAZA Y ÁREAS DE  
ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA

CORREDOR REFORMA

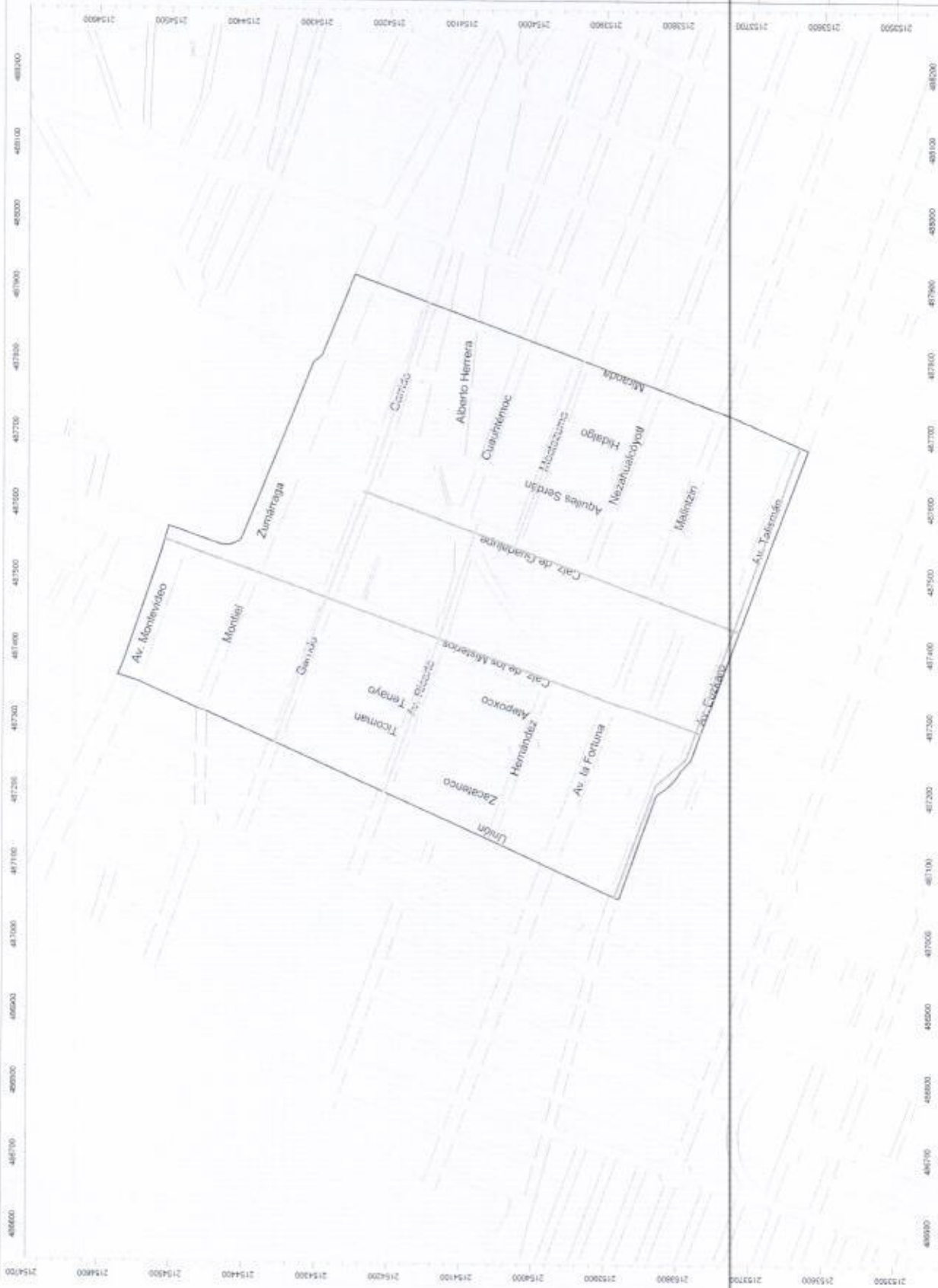
POLÍGONO DE ESTUDIO #12

CLAVE S-12

ESCALA: 1:7500

ZONA SUR SANTA FE MIGUEL HIDALGO

TRAZA Y ÁREAS DE ESTUDIO



EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO.

AREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACUSTICO

SIMBOLOGIA

PERIMETRO  
VALIDAD PRIMARIA  
VALIDAD SECUNDARIA  
VALIDAD TERCERA

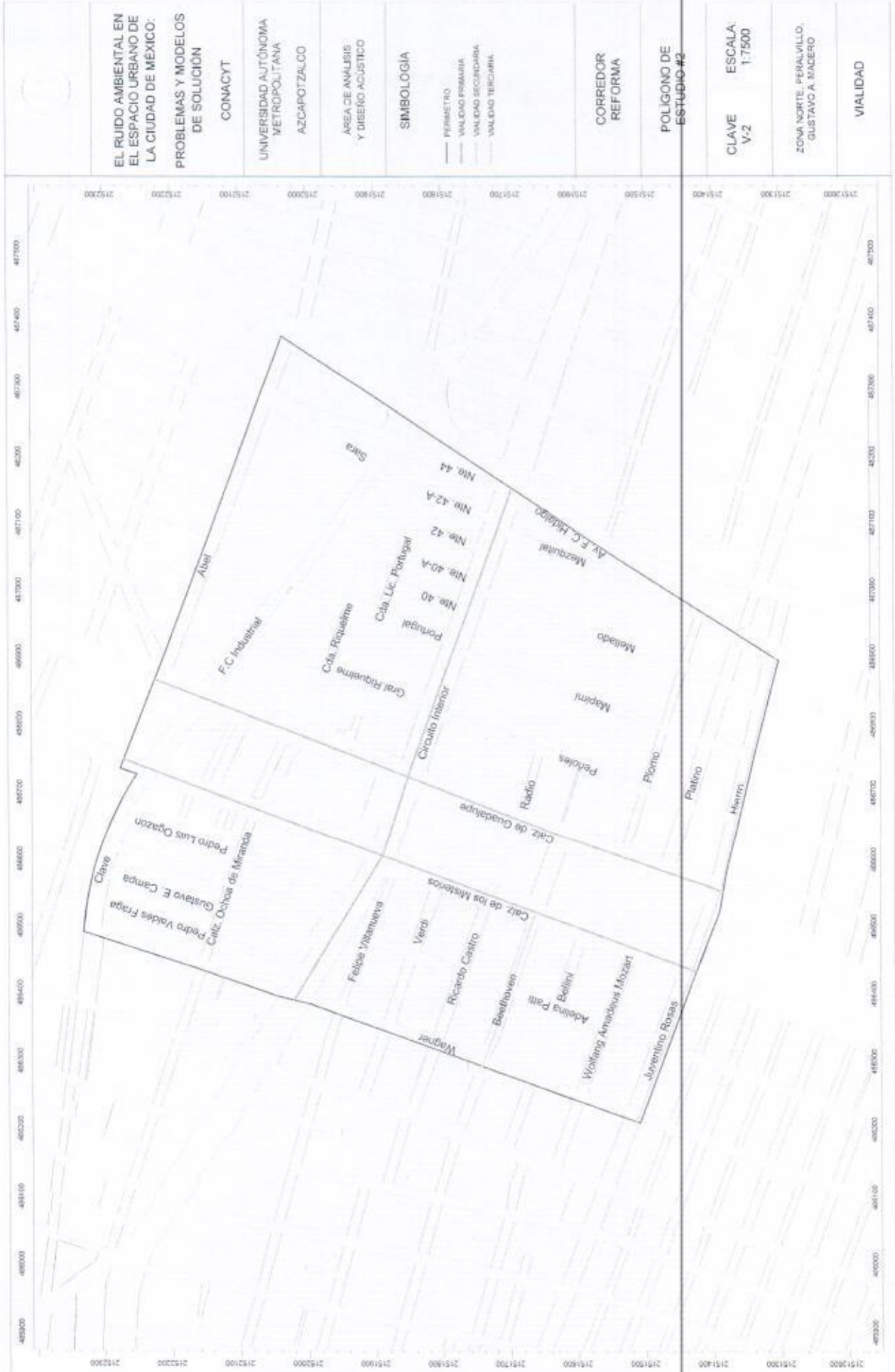
CORREDOR REFORMA

POLIGONO DE ESTUDIO #1

CLAVE V-1  
ESCALA 1:7500

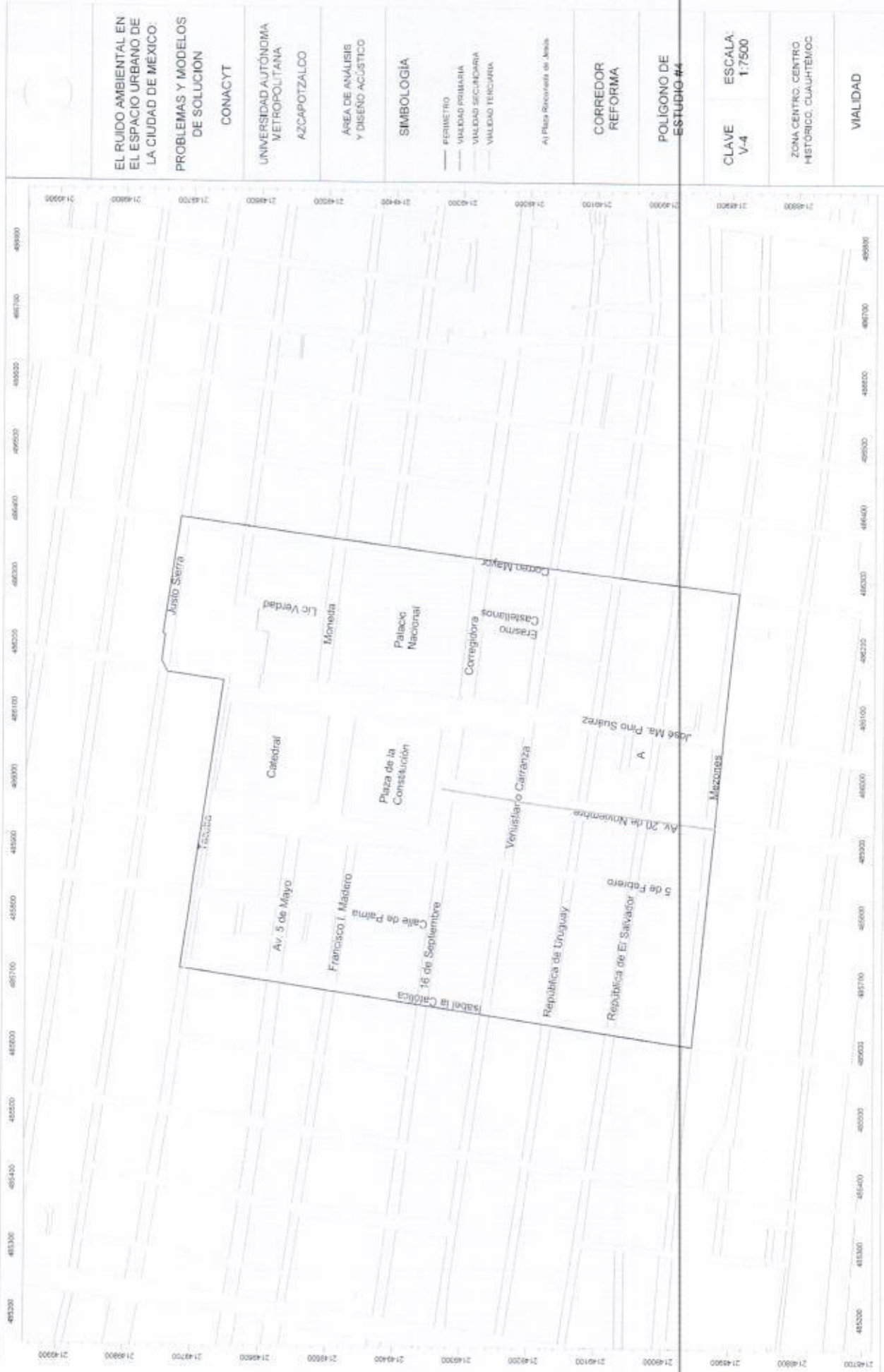
ZONA NORTE LA VILLA GUSTAVO A. MADERO

VIABILIDAD



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
 EL ESPACIO URBANO DE  
 LA CIUDAD DE MEXICO:  
 PROBLEMAS Y MODELOS  
 DE SOLUCIÓN  
 CONACYT  
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
 METROPOLITANA  
 AZCAPOTZALCO  
 AREA DE ANALISIS  
 Y DISEÑO ACUSTICO  
 SIMBOLOGIA  
 PERMETRO  
 VALIDAD PRIMARIA  
 VALIDAD SECUNDARIA  
 VALIDAD TERCERA  
 CORREDOR  
 REFORMA  
 POLIGONO DE  
 ESTUDIO #2  
 CLAVE V-2  
 ESCALA  
 1:7500  
 ZONA NORTE: PERALVILLO,  
 GUSTAVO A. MACERO  
 VIALIDAD





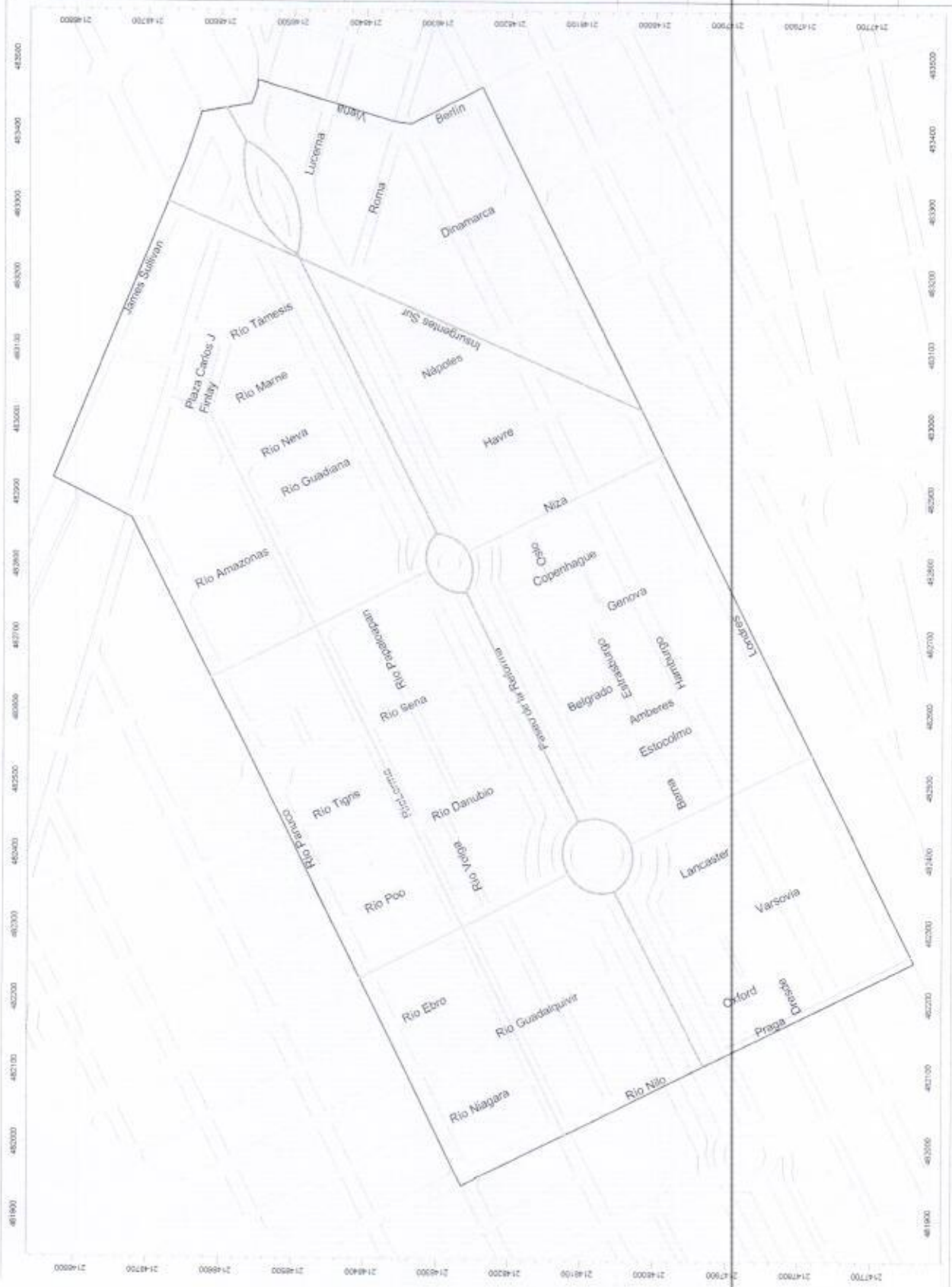
483300 483400 483500 483600 483700 483800 483900 484000 484100 484200 484300 484400 484500 484600 484700 484800 484900 485000 485100 485200 485300 485400 485500 485600 485700 485800 485900 486000 486100 486200 486300 486400 486500 486600 486700 486800 486900 487000 487100 487200 487300 487400 487500 487600 487700 487800 487900 488000 488100 488200 488300 488400 488500 488600 488700 488800 488900 489000 489100 489200 489300 489400 489500 489600 489700 489800 489900 490000 490100 490200 490300 490400 490500 490600 490700 490800 490900 491000 491100 491200 491300 491400 491500 491600 491700 491800 491900 492000 492100 492200 492300 492400 492500 492600 492700 492800 492900 493000 493100 493200 493300 493400 493500 493600 493700 493800 493900 494000 494100 494200 494300 494400 494500 494600 494700 494800 494900 495000 495100 495200 495300 495400 495500 495600 495700 495800 495900 496000 496100 496200 496300 496400 496500 496600 496700 496800 496900 497000 497100 497200 497300 497400 497500 497600 497700 497800 497900 498000 498100 498200 498300 498400 498500 498600 498700 498800 498900 499000 499100 499200 499300 499400 499500 499600 499700 499800 499900 500000

2149000 2149100 2149200 2149300 2149400 2149500 2149600 2149700 2149800 2149900

483300 483400 483500 483600 483700 483800 483900 484000 484100 484200 484300 484400 484500 484600 484700 484800 484900 485000 485100 485200 485300 485400 485500 485600 485700 485800 485900 486000 486100 486200 486300 486400 486500 486600 486700 486800 486900 487000 487100 487200 487300 487400 487500 487600 487700 487800 487900 488000 488100 488200 488300 488400 488500 488600 488700 488800 488900 489000 489100 489200 489300 489400 489500 489600 489700 489800 489900 490000 490100 490200 490300 490400 490500 490600 490700 490800 490900 491000 491100 491200 491300 491400 491500 491600 491700 491800 491900 492000 492100 492200 492300 492400 492500 492600 492700 492800 492900 493000 493100 493200 493300 493400 493500 493600 493700 493800 493900 494000 494100 494200 494300 494400 494500 494600 494700 494800 494900 495000 495100 495200 495300 495400 495500 495600 495700 495800 495900 496000 496100 496200 496300 496400 496500 496600 496700 496800 496900 497000 497100 497200 497300 497400 497500 497600 497700 497800 497900 498000 498100 498200 498300 498400 498500 498600 498700 498800 498900 499000 499100 499200 499300 499400 499500 499600 499700 499800 499900 500000

2149000 2149100 2149200 2149300 2149400 2149500 2149600 2149700 2149800 2149900

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO</p> <p>PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA</p> <p>AZCAPOTZALCO</p> <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p> <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <p>FERMETRO</p> <p>VALIEDAD PRIMARIA</p> <p>VALIEDAD SECUNDARIA</p> <p>VALIEDAD TERCERA</p> |  | <p>CORREDOR REFORMA</p> <p>POLIGONO DE ESTUDIO #6</p> <p>CLAVE V-5</p> <p>ESCALA 1:7500</p> <p>ZONA NORTE, JUAREZ, CUAUHTEMOC</p> |
|--|--|---|





EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.  
 PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA  
 AZCAPOTZALCO

AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO

SIMBOLOGIA

- PERMETRO
- VALUADO PRIMARIA
- VALUADO SECUNDARIA
- VALUADO TERCARIA

CORREDOR REFORMA

POLIGONO DE ESTUDIO #6

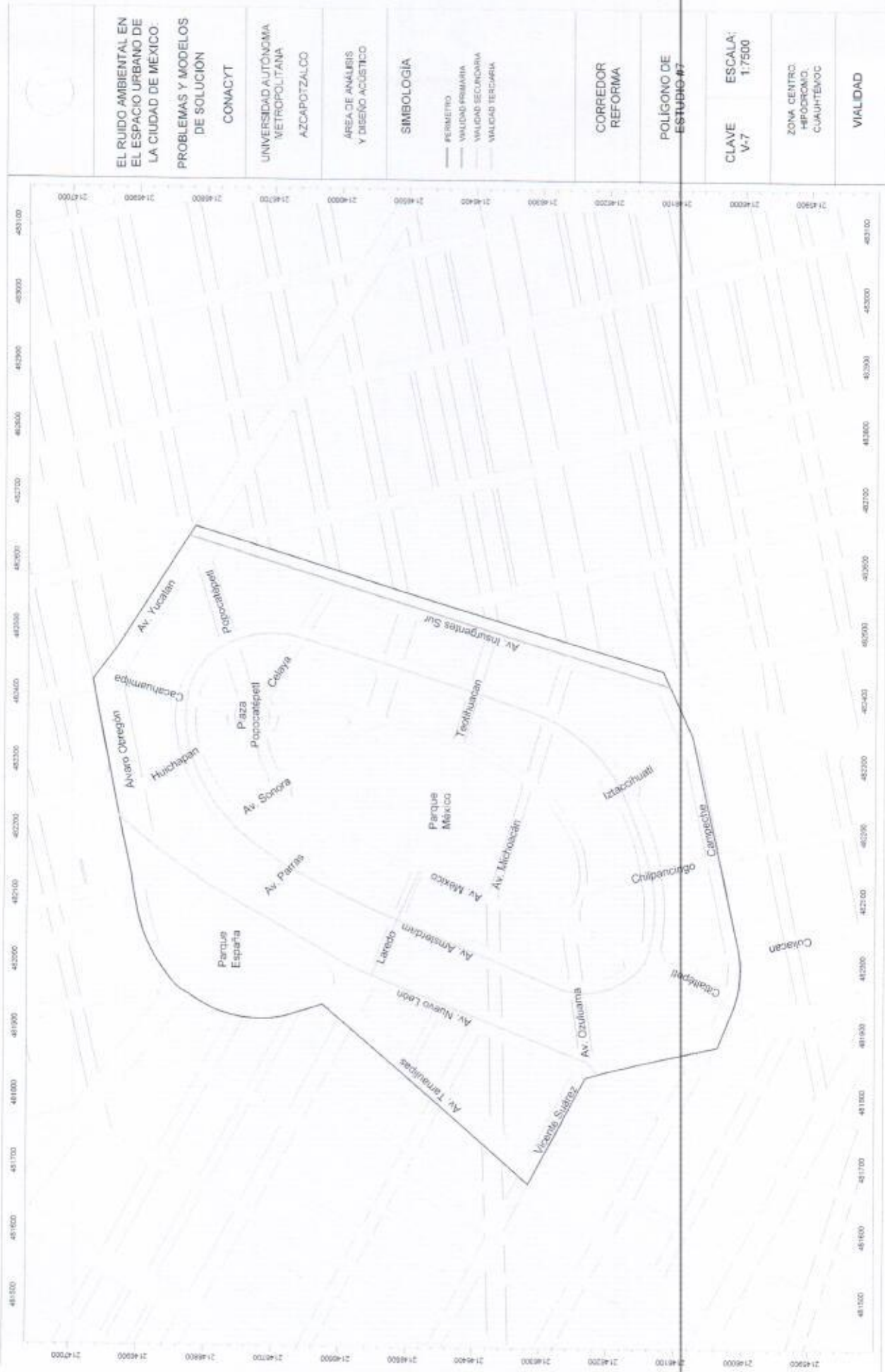
CLAVE V-6

ESCALA: 1:7500

ZONA CENTR. ROMA NORTE, CUAUHTEMOC

VALIDAD





EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO

PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA

AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA

- PERIMETRO
- VIALIDAD PRIMARIA
- VIALIDAD SECUNDARIA
- VIALIDAD TERCIARIA

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #7

CLAVE  
V-7

ESCALA:  
1:7500

ZONA CENTRO  
HIPÓCENO  
CUAUHTÉMOC

VIALIDAD







EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

AREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGIA

- PERIMETRO
- VIALIDAD PRIMARIA
- VIALIDAD SECUNDARIA
- VIALIDAD TERCERA

CORREDOR  
REFORMA

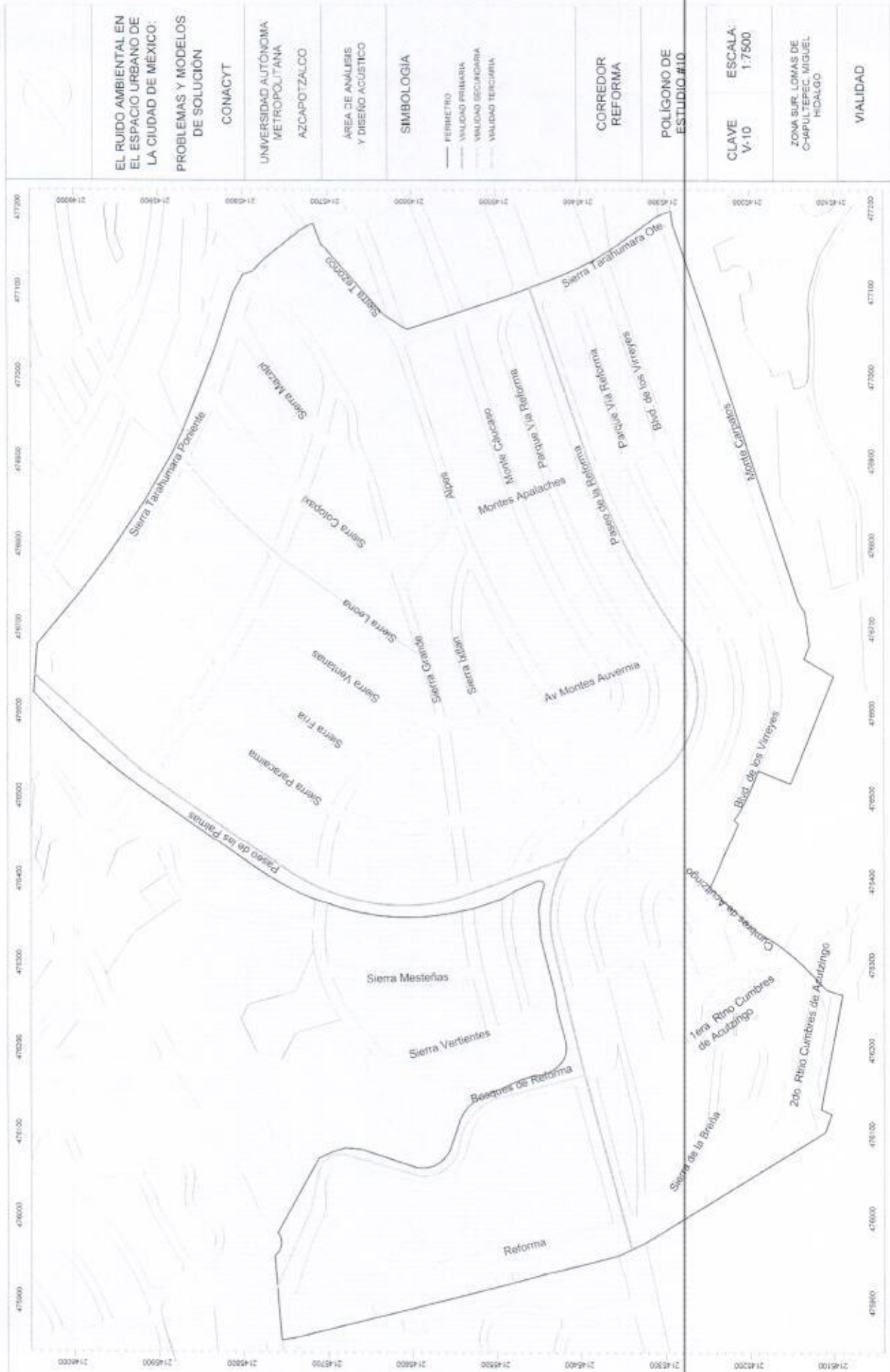
POLIGONO DE  
ESTUDIO #9

CLAVE  
V-9

ESCALA:  
1:7500

ZONA SUR, LOMAS -  
VIRREYES, MIGUEL HIDALGO

VIALIDAD



EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN

CONACYT  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**  
 — FERRETERO  
 - - - VALIDAD PRIMARIA  
 - - - VALIDAD SECUNDARIA  
 - - - VALIDAD TERCERIA

CORREDOR REFORMA

POLIGONO DE ESTUDIO #10

CLAVE V-10  
ESCALA: 1:7500

ZONA SUR LOMAS DE CAPULTEPEC MIGUEL HIDALGO

VIALIDAD



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANALISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

SIMBOLOGÍA

- PERIMETRO
- MAJADIA PRIMARIA
- MAJADIA SECUNDARIA
- MAJADIA TERCERA

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #11

CLAVE  
V-11

ESCALA:  
1:7500

ZONA SUR  
CONSTITUYENTES, MIGUEL  
HIDALGO

VIALIDAD



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT  
UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGIA**

- PERÍMETRO
- VIALIDAD PRIMARIA
- VIALIDAD SECUNDARIA
- VIALIDAD TERCIARIA

**CORREDOR  
REFORMA**

**POLIGONO DE  
ESTUDIO #12**

CLAVE  
V-12

ESCALA:  
1:7500

ZONA SUR, SANTA FE  
MIGUEL HIDALGO

**VIALIDAD**



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.

PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- FÉRRETO
- HABITACIONAL
- HABITACIONAL MIXTO
- HABITACIONAL CON
- CONCRETO
- HABITACIONAL CON
- OFICINAS
- CENTRO DE SERVICIO
- INDUSTRIAL
- EQUIPAMIENTO
- ÁREA VERDE

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #1

CLAVE ESCALA:  
US-1 1:7500

ZONA NORTE LA VILLA  
GUSTAVO A. MADERO

USOS DE SUELO

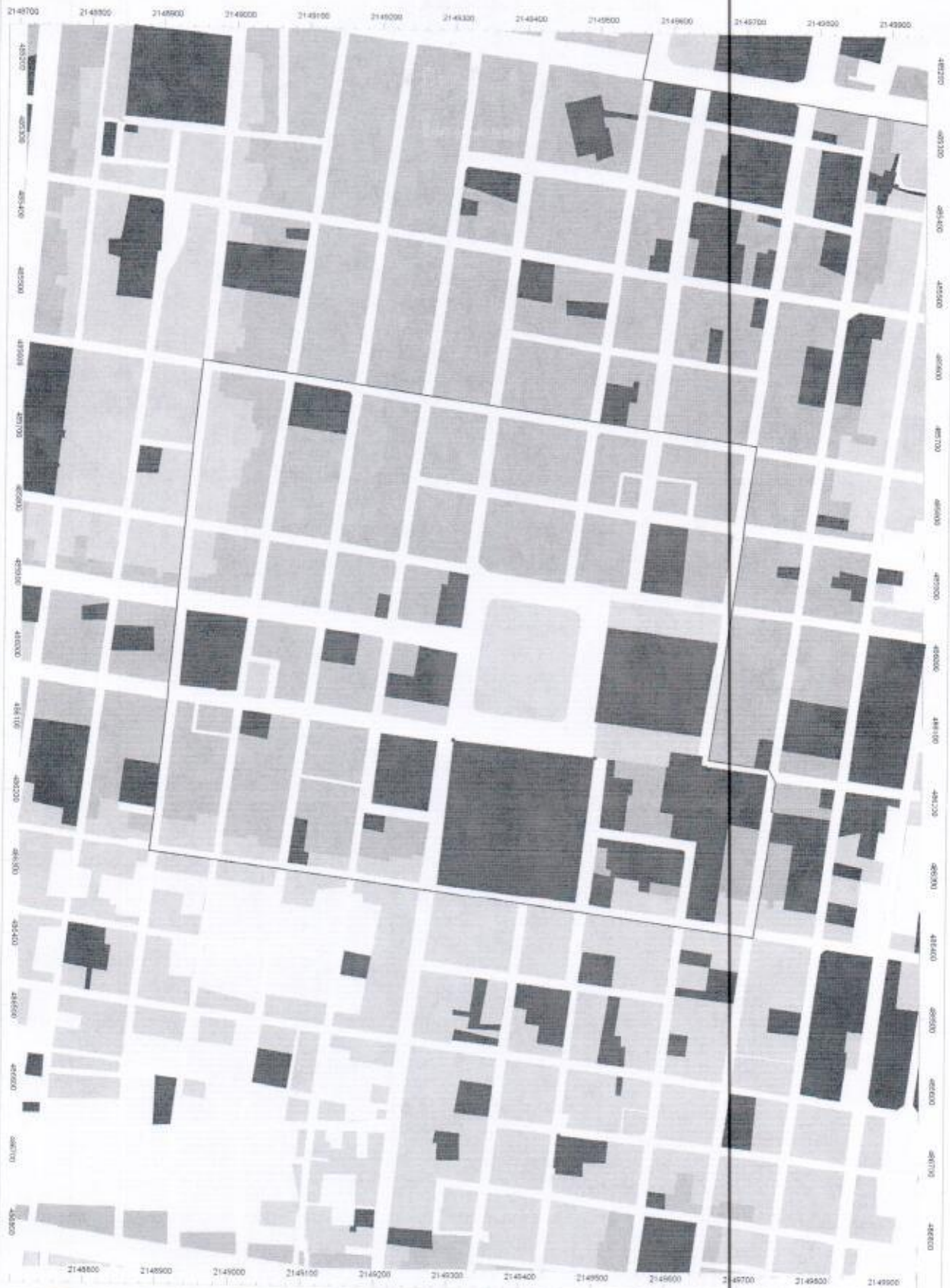


|  |                          |
|--|--------------------------|
| <p><b>USOS DE SUELO</b></p> <p>ZONA NORTE, PERALVALLO<br/>GUSTAVO A. MADERO</p>  |                          |
| <p>CLAVE<br/>US-2</p>  | <p>ESCALA<br/>1:7500</p> |
| <p><b>POLIGONO DE ESTUDIO #2</b></p>   |                          |
| <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p>   |                          |
| <p><b>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</b></p>   |                          |
| <p><b>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</b></p>  |                          |
| <p><b>CONACYT</b></p>  |                          |
| <p><b>PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p>  |                          |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— FERRETERO</li> <li>— HABITACIONAL</li> <li>— HABITACIONAL MIXTO</li> <li>— HABITACIONAL CON COMERCIO</li> <li>— HABITACIONAL CON OFICINAS</li> <li>— CENTRO DE ESTUDIO INDUSTRIAL</li> <li>— EQUIPAMIENTO</li> <li>— AREA VERDE</li> </ul> |                          |

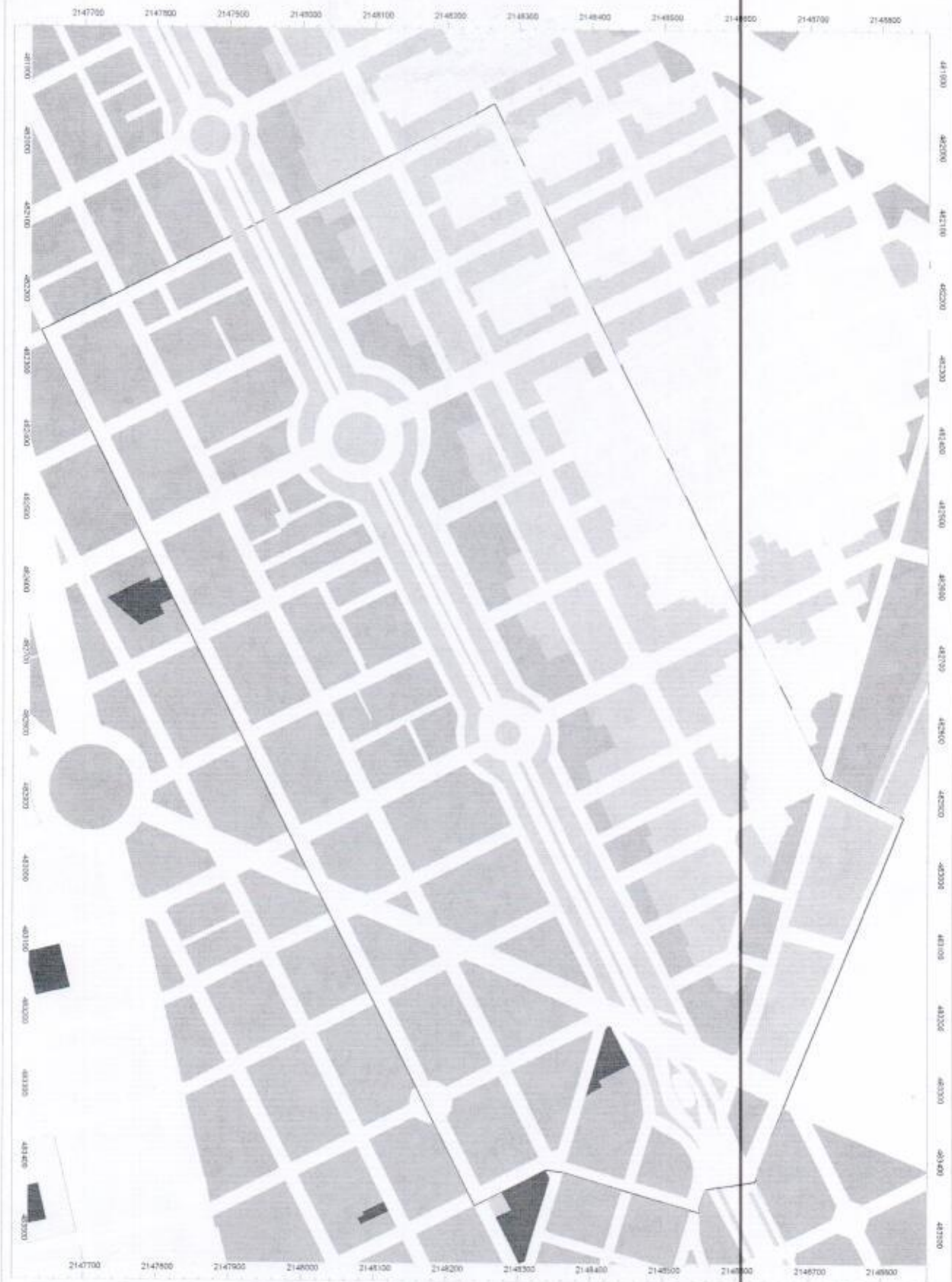




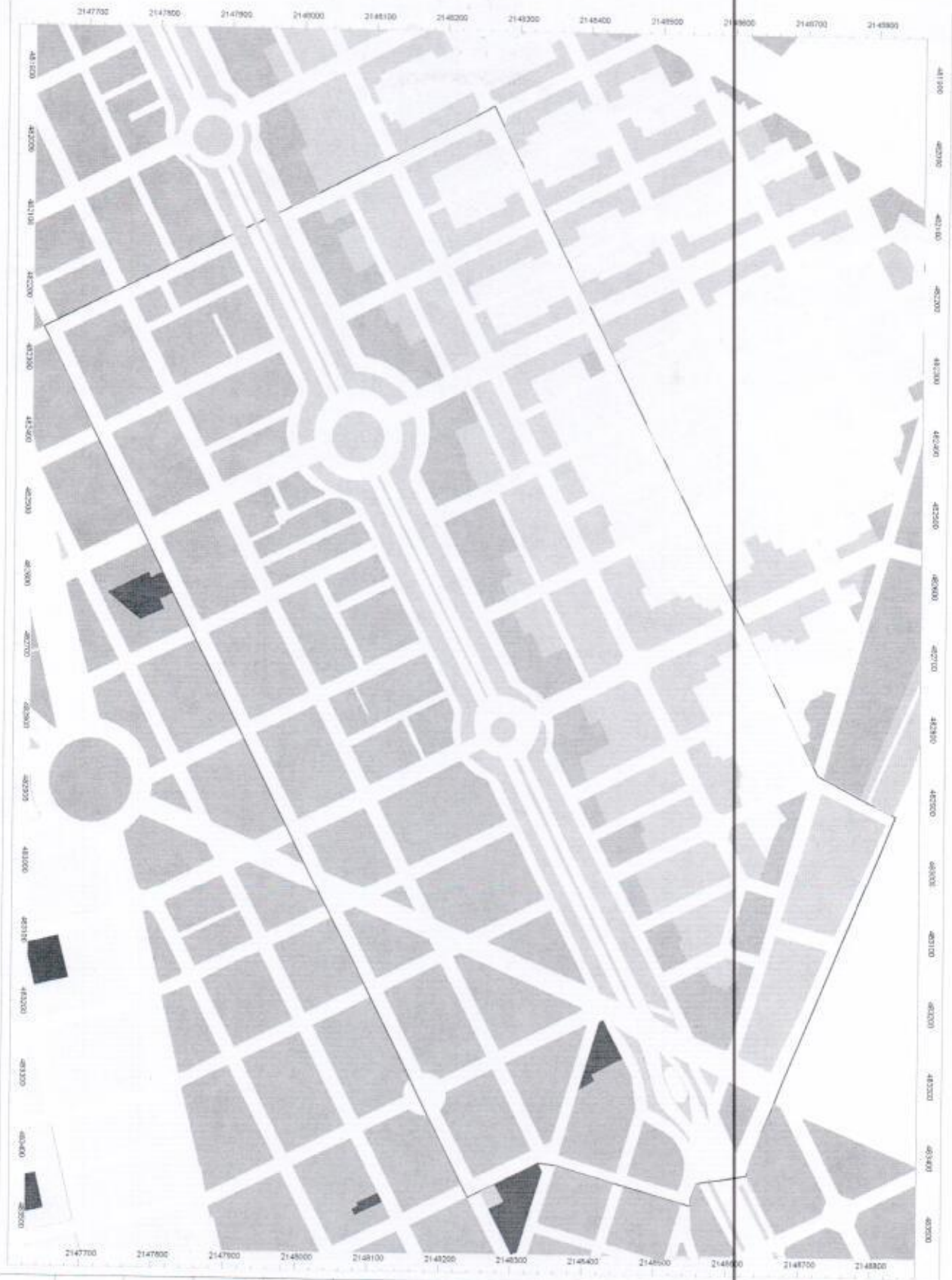
|  |                       |
|--|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p> <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>   |                       |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— FRENTE</li> <li>— HABITACIONAL</li> <li>— HABITACIONAL MIXTO</li> <li>— HABITACIONAL CON COMERCIO</li> <li>— HABITACIONAL CON OFICINAS</li> <li>— CENTRO DE NEGOCIOS</li> <li>— INDUSTRIAL</li> <li>— ESTACIONAMIENTO</li> <li>— AREA VERDE</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p> <p>POLIGONO DE ESTUDIO #3</p>  |                       |
| <p>CLAVE US-3</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA CENTRO GUERRERO, CUAUHTEMOC</p> <p>USOS DE SUELO</p>   |                       |



|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p> <p>CONACYT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p> <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>  |                                  |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— PERMITIVO</li> <li>■ HABITACIONAL</li> <li>■ HABITACIONAL MEDIO</li> <li>■ HABITACIONAL CON COMERCIO</li> <li>■ HABITACIONAL CON OFICINAS</li> <li>■ GENERO DE SANTIAGO</li> <li>■ INDUSTRIAL</li> <li>■ EQUIPARADO</li> <li>■ AREA VERDE</li> </ul> |                                  |
| <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p> <p><b>POLIGONO DE ESTUDIO #4</b></p>  |                                  |
| <p><b>CLAVE</b><br/>US-4</p>   | <p><b>ESCALA:</b><br/>1:7500</p> |
| <p><b>ZONA CENTRO, CENTRO HISTORICO, CALHATENCO</b></p>  |                                  |
| <p><b>USOS DE SUELO</b></p>  |                                  |



|   |                           |
|---|---------------------------|
| <p><b>USOS DE SUELO</b></p> <p>ZONA NORTE JUAREZ,<br/>CUAUHTEMOC</p>  |                           |
| <p>CLAVE<br/>US-5</p>   | <p>ESCALA:<br/>1:7500</p> |
| <p><b>POLIGONO DE ESTUDIO #5</b></p>  |                           |
| <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p>  |                           |
| <p><b>LEGENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— FERRETERO</li> <li>— HABITACIONAL</li> <li>— HABITACIONAL MIXTO</li> <li>— HABITACIONAL CON COMERCIO</li> <li>— HABITACIONAL CON OFICINAS</li> <li>— CENTRO DE BAÑO</li> <li>— INDUSTRIAL</li> <li>— EQUIPAMIENTO</li> <li>— AREA VERDE</li> </ul> |                           |
| <p><b>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</b></p>  |                           |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>  |                           |
| <p>CONACYT</p>  |                           |
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO. PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p>   |                           |



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO.

PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCION

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
METROPOLITANA

AZCAPOTZALCO

AREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGIA**

- PRESBITERIO
- ▨ HABITACIONAL
- ▨ HABITACIONAL MIXTO
- ▨ HABITACIONAL CON COMERCIO
- ▨ HABITACIONAL CON OFICINAS
- ▨ CENTRO DE SERVICIO INDUSTRIAL
- ▨ EQUIPAMIENTO
- ▨ AREA VERDE

CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #5

CLAVE US-5 ESCALA 1:7500

ZONA NORTE, JILAREZ,  
CUAUHTEMOC

USOS DE SUELO



|  |                           |
|--|---------------------------|
| <p><b>USOS DE SUELO</b></p> <p>ZONA CENTRO, ROMA<br/>NORTE CUAUHTEMOC</p>  |                           |
| <p>CLAVE<br/>US-6</p>  | <p>ESCALA:<br/>1:7500</p> |
| <p><b>POLIGONO DE ESTUDIO #6</b></p>   |                           |
| <p><b>CORREDOR REFORMA</b></p>   |                           |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— RESERVO</li> <li>— HABITACIONAL</li> <li>— HABITACIONAL MIXTO</li> <li>— HABITACIONAL COM</li> <li>— COMERCIO</li> <li>— HABITACIONAL COM</li> <li>— OFICINAS</li> <li>— CENTRO DE SERVICIO</li> <li>— INDUSTRIAL</li> <li>— EQUIPAMIENTO</li> <li>■ AREA VERDE</li> </ul> |                           |
| <p><b>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</b></p>   |                           |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>   |                           |
| <p>CONACT</p>  |                           |
| <p><b>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</b></p>  |                           |



EL RUIDO AMBIENTAL EN  
EL ESPACIO URBANO DE  
LA CIUDAD DE MEXICO

PROBLEMAS Y MODELOS  
DE SOLUCIÓN

CONACYT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO

ÁREA DE ANÁLISIS  
Y DISEÑO ACÚSTICO

**SIMBOLOGÍA**

- PERÍMETRO
- HABITACIONAL
- HABITACIONAL BAJO
- HABITACIONAL CON
- HABITACIONAL CON
- HABITACIONAL CON
- CENTRO DE BARIO
- INDUSTRIAL
- COMERCIO
- ÁREA VERDE

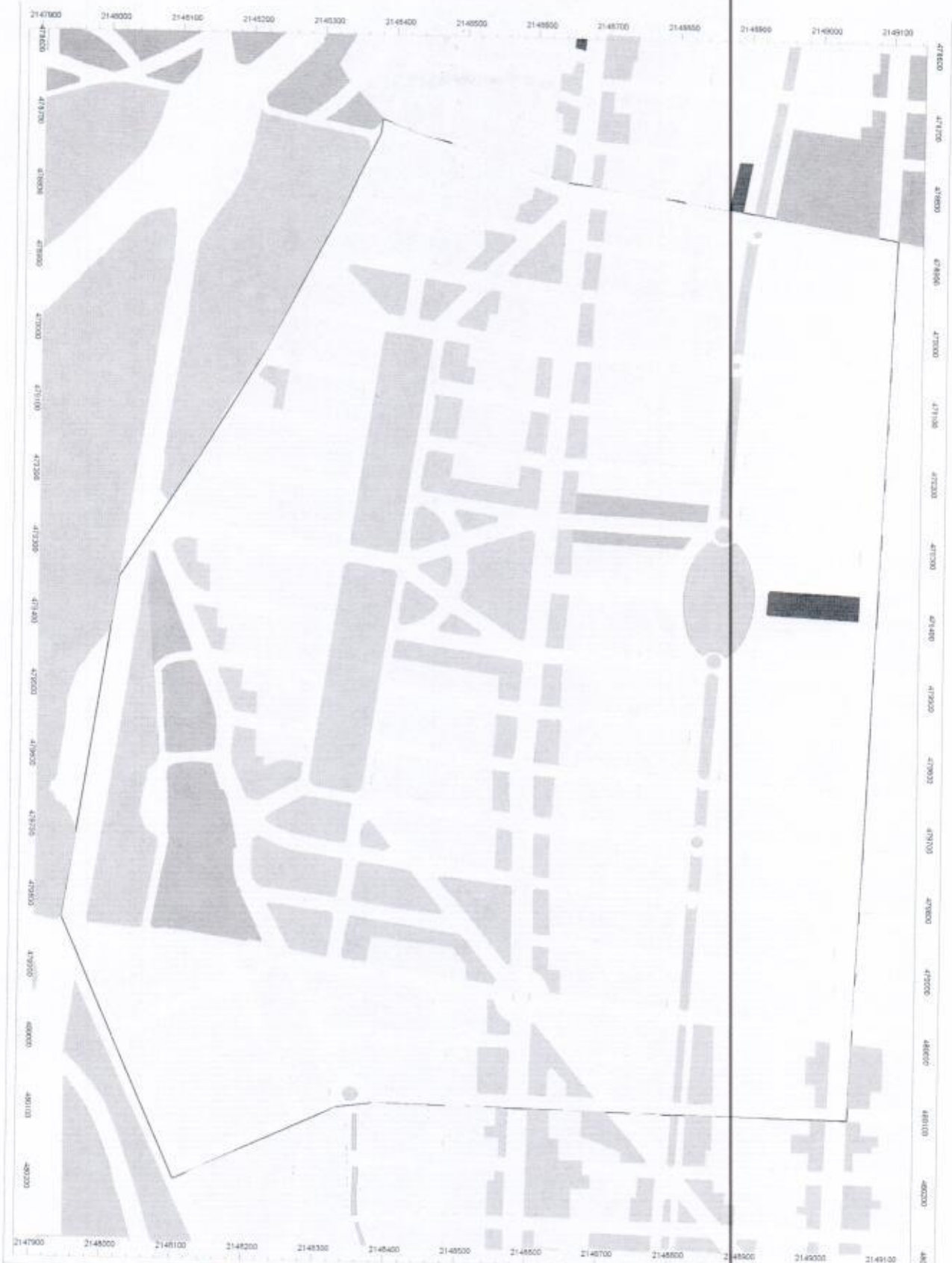
CORREDOR  
REFORMA

POLIGONO DE  
ESTUDIO #7

CLAVE ESCALA  
US-7 1:7500

ZONA CENTRO,  
HIDROCAÑO,  
CUAUHTÉMOC

USOS DE SUELO

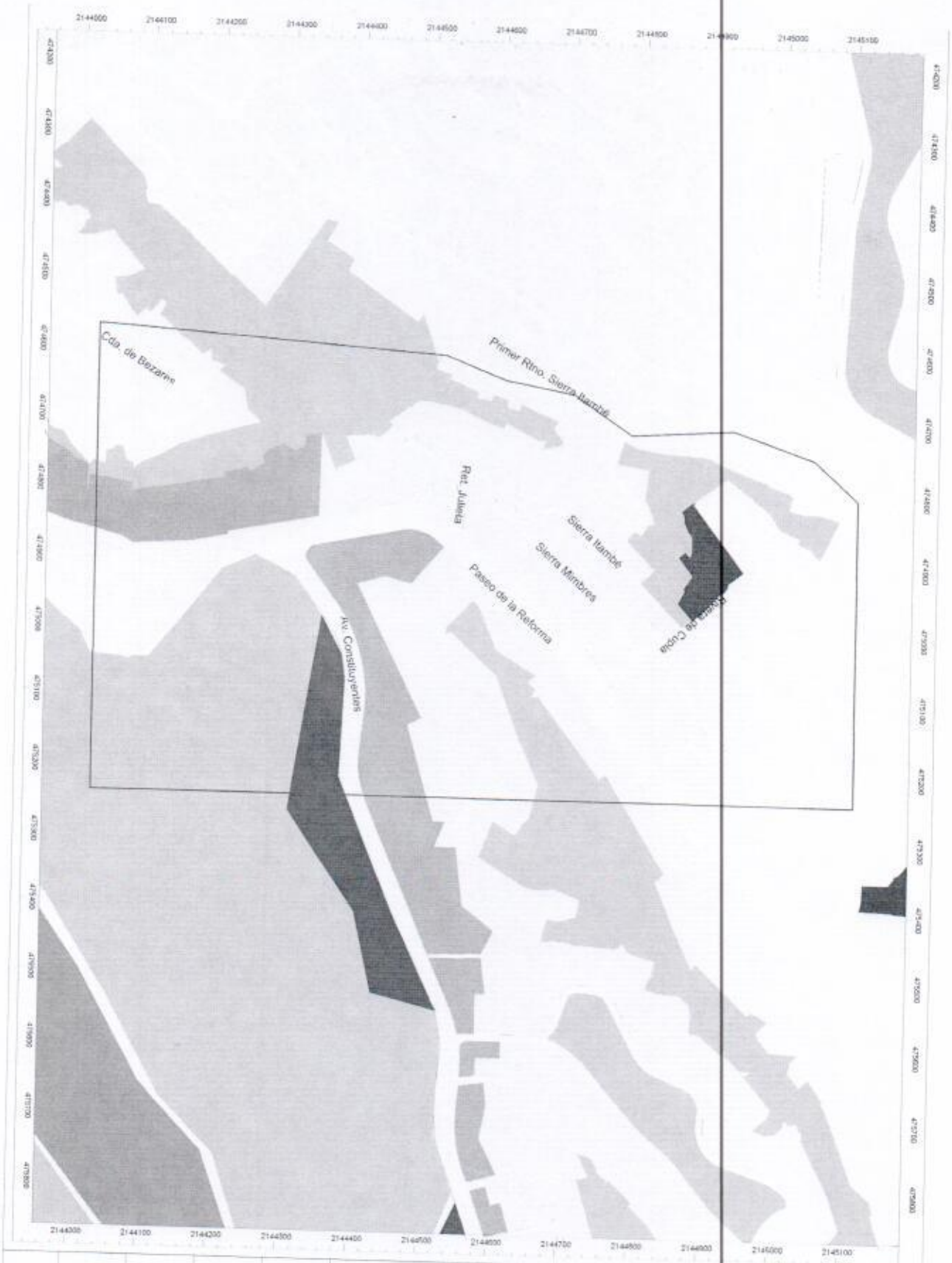


|  |                       |
|--|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.<br/> <b>PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN</b></p>   |                       |
| <p>CONACYT</p>   |                       |
| <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA<br/>         AZCAPOTZALCO</p>  |                       |
| <p>ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO</p>  |                       |
| <p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— FERRETERO</li> <li>— FARMACIA</li> <li>— INDUSTRIAL MIXTO</li> <li>— INSTITUCIONAL CON GOBIERNO</li> <li>— INSTITUCIONAL CON OFICINAS</li> <li>— CENTRO DE NEGOCIO INDUSTRIAL</li> <li>— EQUIPAMIENTO</li> <li>— ÁREA VERDE</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>  |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #8</p>  |                       |
| <p>CLAVE US-8</p>  | <p>ESCALA: 1:7500</p> |
| <p>ZONA SUR POLANCO<br/>         MIGUEL HIDALGO</p>  |                       |
| <p>USOS DE SUELO</p>   |                       |



|  |                      |
|--|----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO: PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>   |                      |
| <p>CONACYT</p>   |                      |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>   |                      |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>  |                      |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— PERIMETRO</li> <li>■ HABITACIONAL</li> <li>■ HABITACIONAL BAJO</li> <li>■ HABITACIONAL CON COMERCIO</li> <li>■ HABITACIONAL CON OFICINAS</li> <li>■ CENTRO DE BAÑO INDUSTRIAL</li> <li>■ GOBIERNO</li> <li>■ AREA VERDE</li> </ul> |                      |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>  |                      |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #9</p>  |                      |
| <p>CLAVE US-9</p>  | <p>ESCALA 1:7500</p> |
| <p>ZONA SUR LOMAS - VIRREYES MICHAEL HEALDO</p>  |                      |
| <p>USOS DE SUELO</p>   |                      |





|   |                       |
|---|-----------------------|
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.</p> <p><b>de selección</b></p> <p>PROBLEMAS Y MODELOS</p>  |                       |
| <p>CONTACT</p> <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA</p> <p>AZCAPOTZALCO</p>  |                       |
| <p>ÁREA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ACÚSTICO</p>   |                       |
| <p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— PERÍMETRO</li> <li>▬ HABITACIONAL</li> <li>▬ HABITACIONAL BAJO</li> <li>▬ HABITACIONAL COM.</li> <li>▬ HABITACIONAL COM. DIFEREN.</li> <li>▬ HABITACIONAL COM. GIGANTES</li> <li>▬ CENTRO DE BAÑO</li> <li>▬ INDUSTRIAL</li> <li>▬ EQUIPAMIENTO</li> <li>▬ ÁREA VE 50E</li> </ul> |                       |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                       |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #11</p>  |                       |
| <p>CLAVE US-11</p>  | <p>ESCALA: 1/7500</p> |
| <p>ZONA SUR CONSTITUYENTES MIGUEL HIDALGO</p>   |                       |
| <p>USOS DE SUELO</p>  |                       |



|   |                      |
|---|----------------------|
| <p><b>USOS DE SUELO</b></p> <p>ZONA SUR, SANTA FE, MQUEL-HIDALGO.</p>   |                      |
| <p>CLAVE US-12</p>  | <p>ESCALA 1:7500</p> |
| <p>POLIGONO DE ESTUDIO #12</p>  |                      |
| <p>CORREDOR REFORMA</p>   |                      |
| <p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— FERRETERIO</li> <li>— HABITACIONAL</li> <li>— HABITACIONAL BAJA</li> <li>— HABITACIONAL COM</li> <li>— COMERCIO</li> <li>— HABITACIONAL CON OFICINA</li> <li>— CENTRO DE BAÑO</li> <li>— EDUCATIVA</li> <li>— EQUIPAMIENTO</li> <li>— AREA VERDE</li> </ul> |                      |
| <p>AREA DE ANALISIS Y DISEÑO ACUSTICO</p>   |                      |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO</p>  |                      |
| <p>CONACYT</p>  |                      |
| <p>PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCION</p>  |                      |
| <p>EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO.</p>  |                      |

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

Problemas y modelos de solución

Zona de Estudio I

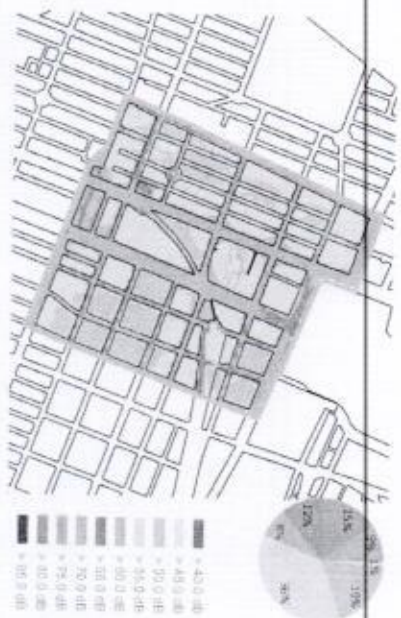
Corredor Reforma



Validades



Usos de suelo



Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Poblacion

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

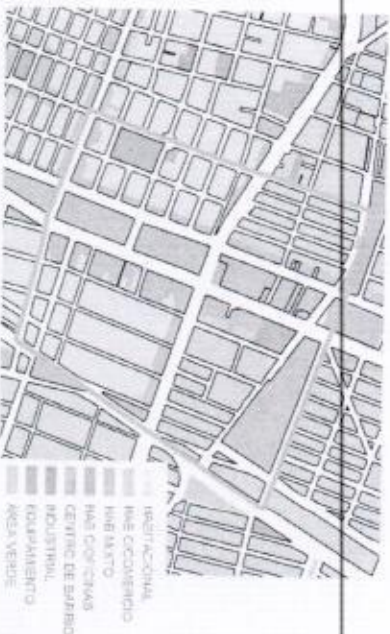
Problemas y modelos de solución

Zona de Estudio 2

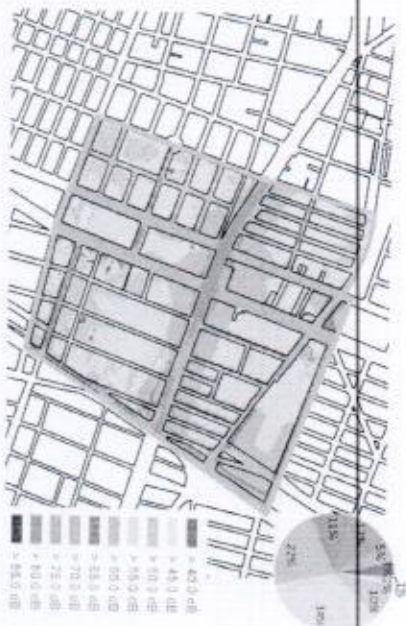
Corredor Reforma



Validades



Usos de suelo



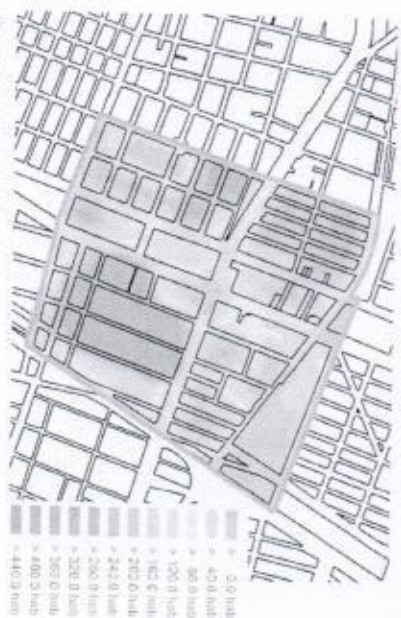
Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Población

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

Problemas y modelos de solución

Zona de Estudio 3

Corredor Reforma



Vialidades



Usos de suelo



Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Población

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



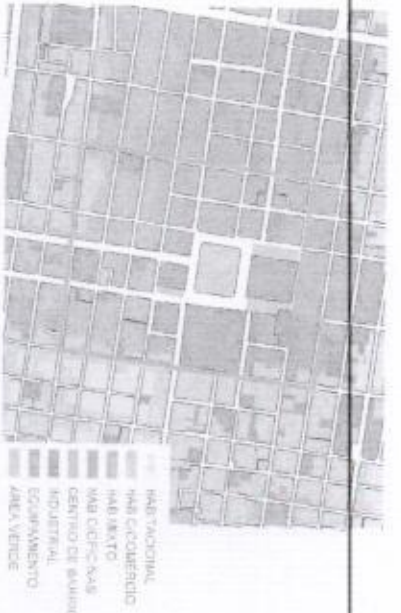
Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 4



Vialidades



Usos de suelo



Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Población

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 5



Vialidades



Usos de suelo



Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Población



CONACT

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

## Corredor Reforma

### Problemas y modelos de solución

#### Zona de Estudio 6





# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 7



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 8



Validades

Usos de suelo

Mapa de ruido



Espacios urbanos

Equipamiento

Densidad de Población



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 9



Mapa de ruido



# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 11



Validades



Usos de suelo

Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento



Densidad de Población

VALDAD PRIMARIA  
VALDAD PRIMARIA CON  
CABELLON

ALPARDOR EFATORIA  
VALDAD PRIMARIA  
CON CABELLON  
VALDAD SECUNDARIA  
OCABELLON EFATORIA  
VALDAD SECUNDARIA  
VALDAD TERCERA  
JARDIN/PARQUE

ED EDUCATIVO  
ED AP-510  
ES SERVICIOS  
ES SA LUJ  
ES RECREACION

VALDAD PRIMARIA  
VALDAD SECUNDARIA  
VALDAD TERCERA

HABITACIONAL  
HAB OCCASION  
HAB MIXTO  
HAB COCHINAS  
CENTRO DE BARRIO  
INDUSTRIAL  
EQUIPAMIENTO  
AREA VERDE

> 40.0 dB  
> 45.0 dB  
> 50.0 dB  
> 55.0 dB  
> 60.0 dB  
> 65.0 dB  
> 70.0 dB  
> 75.0 dB  
> 80.0 dB  
> 85.0 dB

> 0.0 hab  
> 40.0 hab  
> 80.0 hab  
> 120.0 hab  
> 160.0 hab  
> 200.0 hab  
> 240.0 hab  
> 280.0 hab  
> 320.0 hab  
> 360.0 hab  
> 400.0 hab  
> 440.0 hab

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:



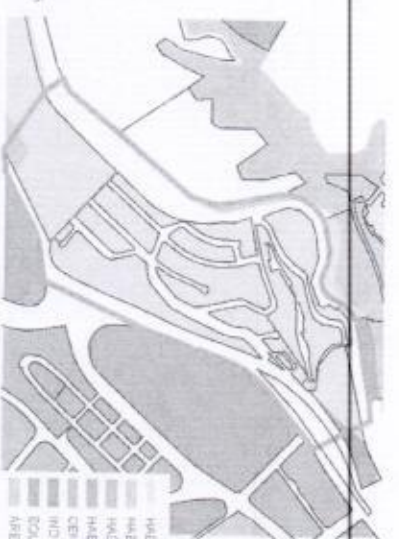
Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma

Zona de Estudio 12



Validades

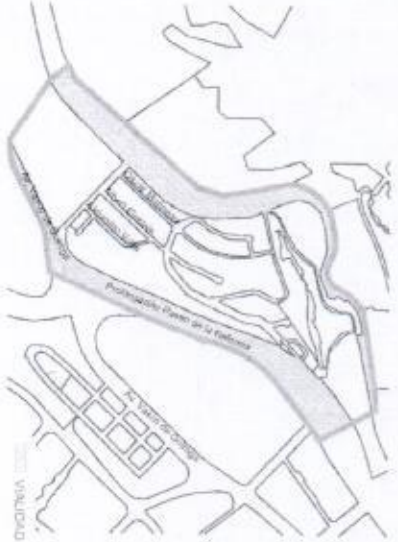


Usos de suelo

- MULTIFAMILIAR
- HAB. COMERCIO
- HAB. MIXTO
- HAB. OFICINAS
- CENTRO DE SERVICIOS
- INDUSTRIAL
- GOBIERNO
- AREA VERDE

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

Mapa de ruido



Espacios urbanos



Equipamiento

- EQ. EDUCATIVO
- EQ. AGOSTO
- EQ. SERVICIOS
- EQ. SALUD
- EQ. RECREACION

- > 0.0 hab
- > 10.0 hab
- > 50.0 hab
- > 100.0 hab
- > 150.0 hab
- > 200.0 hab
- > 240.0 hab
- > 280.0 hab
- > 320.0 hab
- > 360.0 hab
- > 400.0 hab
- > 440.0 hab

Densidad de Población

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

Problemas y modelos de solución

Corredor Reforma



## Usos de suelo

1985

Habitacional con servicios: Porcentaje: 17.80%

Industria: Porcentaje: 0.59%

Habitacional: Porcentaje: 30.33%

Servicios: Porcentaje: 1.01%

Habitacional con entornos: Porcentaje: 1.66%

Habitacional con comercio: Porcentaje: 0.42%

Habitacional mixto: Porcentaje: 9.54%

Área Verde: Porcentaje: 22.92%

Equipamiento: Porcentaje: 5.39%



2005

Equipamiento: Porcentaje: 11.68%

Habitacional: Porcentaje: 42.03%

Habitacional mixto: Porcentaje: 22.75%

Centro urbano: Porcentaje: 0.20%

Industria: Porcentaje: 0.25%

Área Verde: Porcentaje: 27.98%



1995

Habitacional: Porcentaje: 42.37%

Industria: Porcentaje: 0.24%

Equipamiento: Porcentaje: 7.50%

Área Verde: Porcentaje: 26.67%

Centro urbano: Porcentaje: 1.10%

Habitacional mixto: Porcentaje: 21.57%

Industria: Porcentaje: 0.11%

Habitacional con comercio: Porcentaje: 31.77%

Habitacional con oficinas: Porcentaje: 5.47%

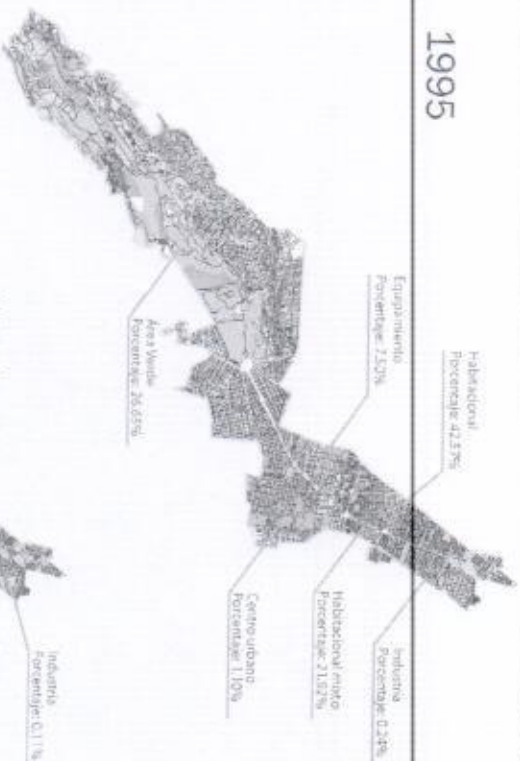
Centro de barrio: Porcentaje: 0.55%

Industria: Porcentaje: 1.17%

Habitacional mixto: Porcentaje: 22.70%

Área Verde: Porcentaje: 25.19%

Equipamiento: Porcentaje: 10.58%



2015

Habitacional: Porcentaje: 35.54%

Habitacional con comercio: Porcentaje: 31.77%

Habitacional con oficinas: Porcentaje: 5.47%

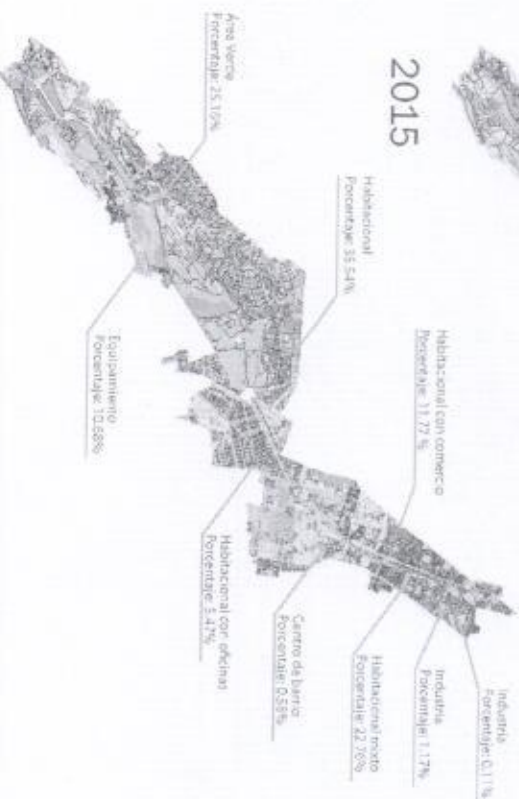
Centro de barrio: Porcentaje: 0.55%

Industria: Porcentaje: 1.17%

Habitacional mixto: Porcentaje: 22.70%

Área Verde: Porcentaje: 25.19%

Equipamiento: Porcentaje: 10.58%



|                               | 1985   | 1995   | 2005   | 2015   |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Habitacional                  | 30.33% | 42.37% | 42.03% | 35.54% |
| Habitacional c/uso mixto      | 9.54%  | 21.57% | 22.75% | 9.50%  |
| Industrial                    | 0.68%  | 0.24%  | 0.25%  | 1.17%  |
| Equipamiento                  | 5.39%  | 7.50%  | 11.68% | 10.69% |
| Área verde                    | 22.92% | 26.67% | 22.98% | 25.16% |
| Centro urbano                 | 1.10%  | 0.20%  | 0.11%  |        |
| Habitacional c/comercio       | 0.42%  |        |        | 21.77% |
| Habitacional c/servicios      | 17.80% |        |        |        |
| Habitacional c/industria      | 11.69% |        |        |        |
| Servicios                     | 1.01%  |        |        | 5.48%  |
| Centro de Habitacional barrio |        |        |        | 0.50%  |

# El ruido ambiental en el espacio urbano de la Ciudad de México:

Problemas y modelos de solución



**Mancha Urbana**

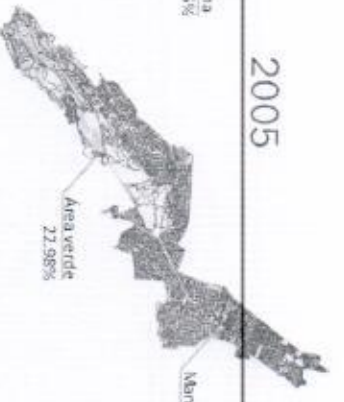
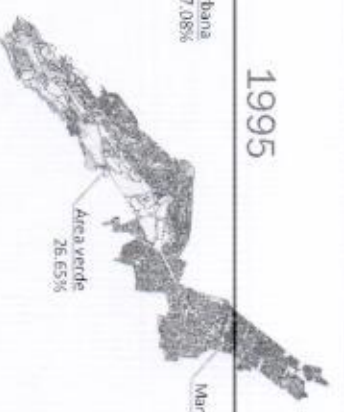
Corredor Reforma

1985

1995

2005

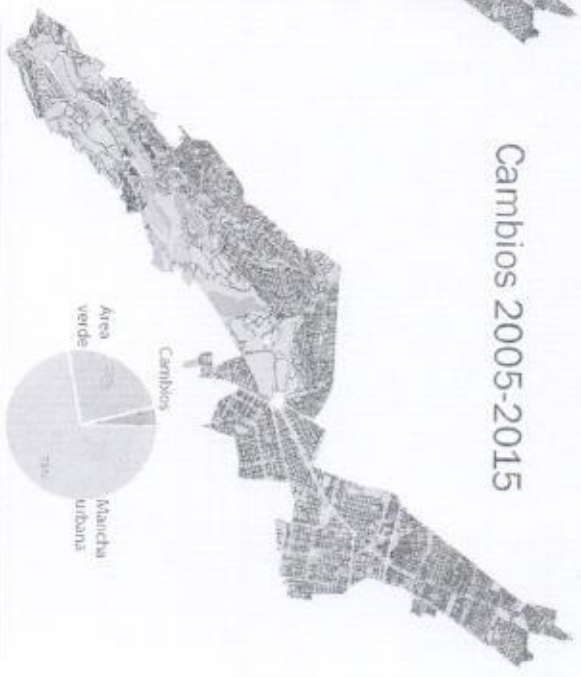
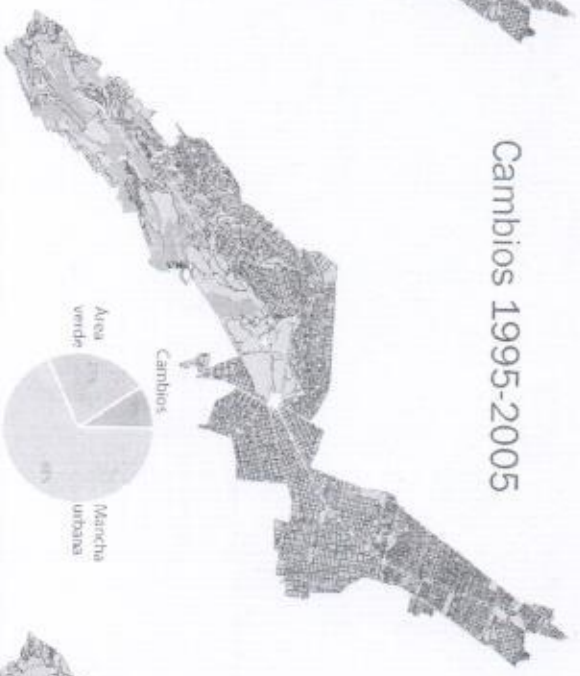
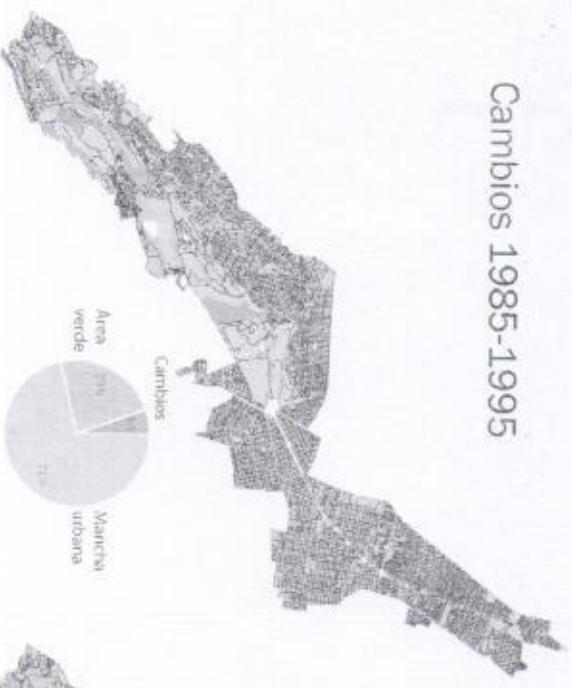
2015



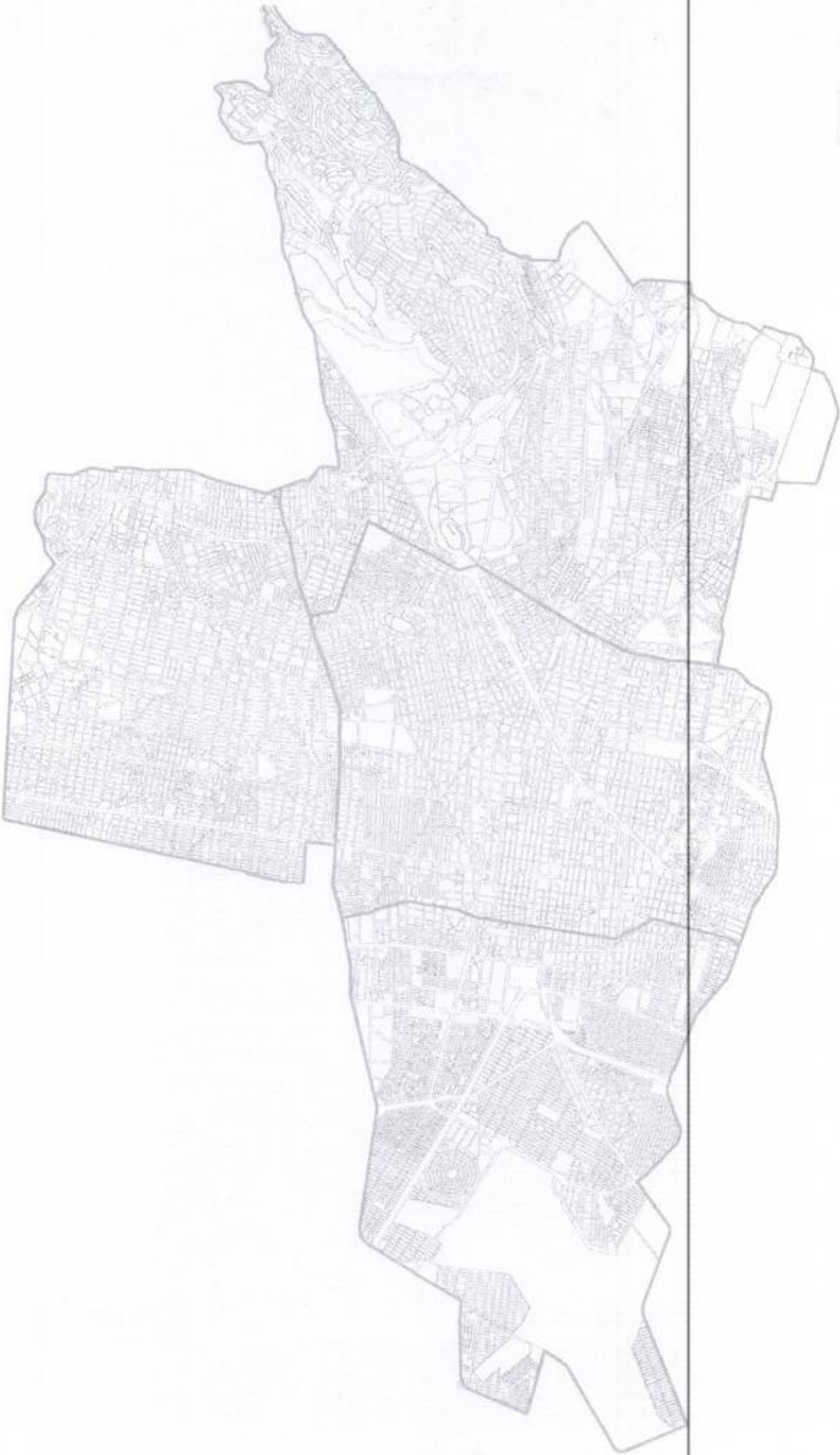
Cambios 1985-1995

Cambios 1995-2005

Cambios 2005-2015



TRAZA



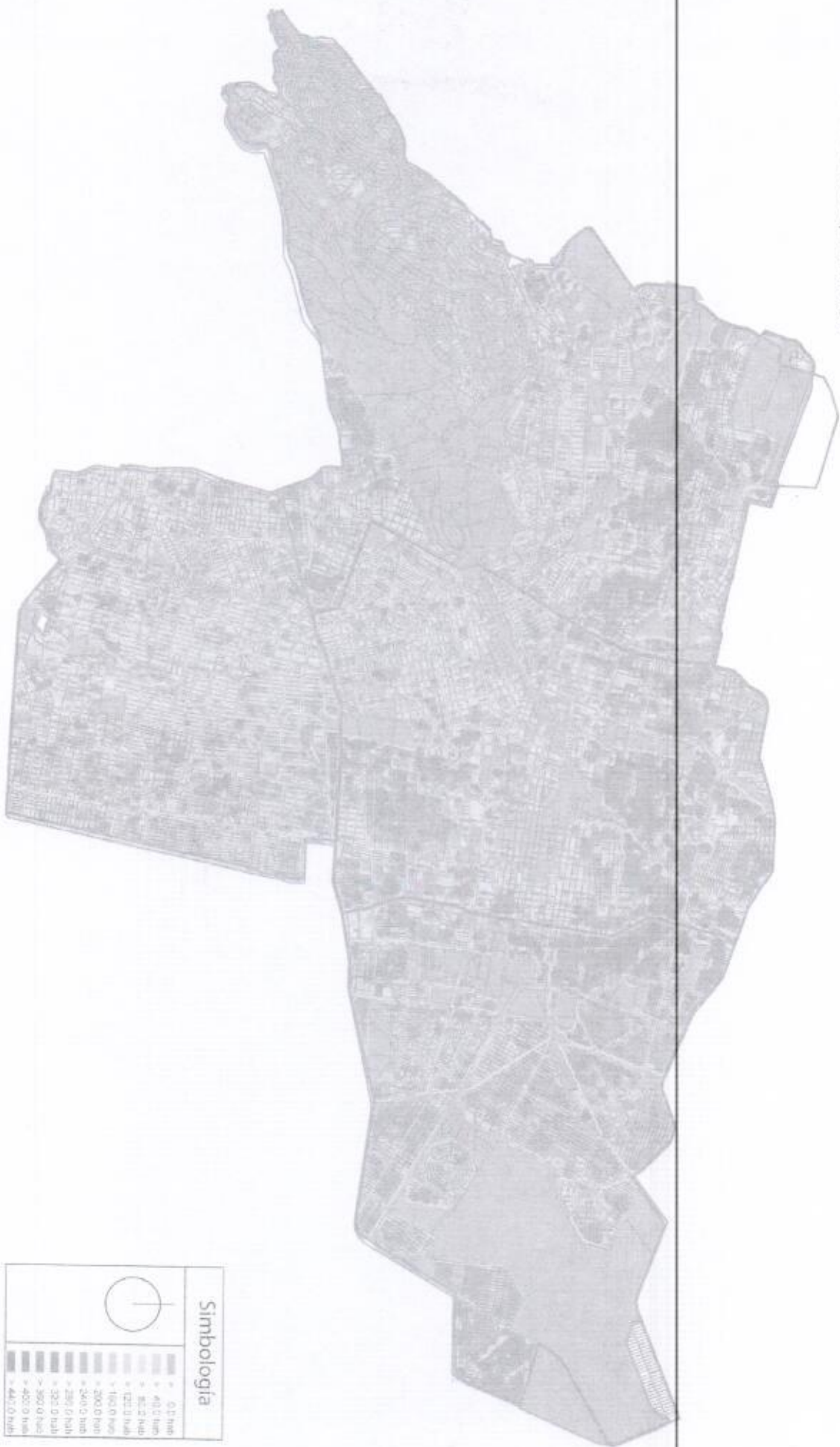


# Socioeconómico



| Simbología  |                                 |
|---|---------------------------------|
|  |                                 |
|  | A- CLASE ALTA >82700            |
|  | C+ CLASE MEDIA ALTA 32050-60750 |
|  | D- CLASE MEDIA 11400-31900      |
|  | D+ CLASE MEDIA BAJA 6700-11400  |
|  | E- CLASE BAJA 2700-6700         |
|  | F- FUERA DE AREA <2700          |

# Densidad de población






# Vialidades



| Simbología |                          |
|------------|--------------------------|
|            | VIA DE ACCESO CONTROLADO |
|            | VIALIDAD PRIMARIA        |
|            | VIALIDAD SECUNDARIA      |
|            | LIMITE DELEGACIONAL      |

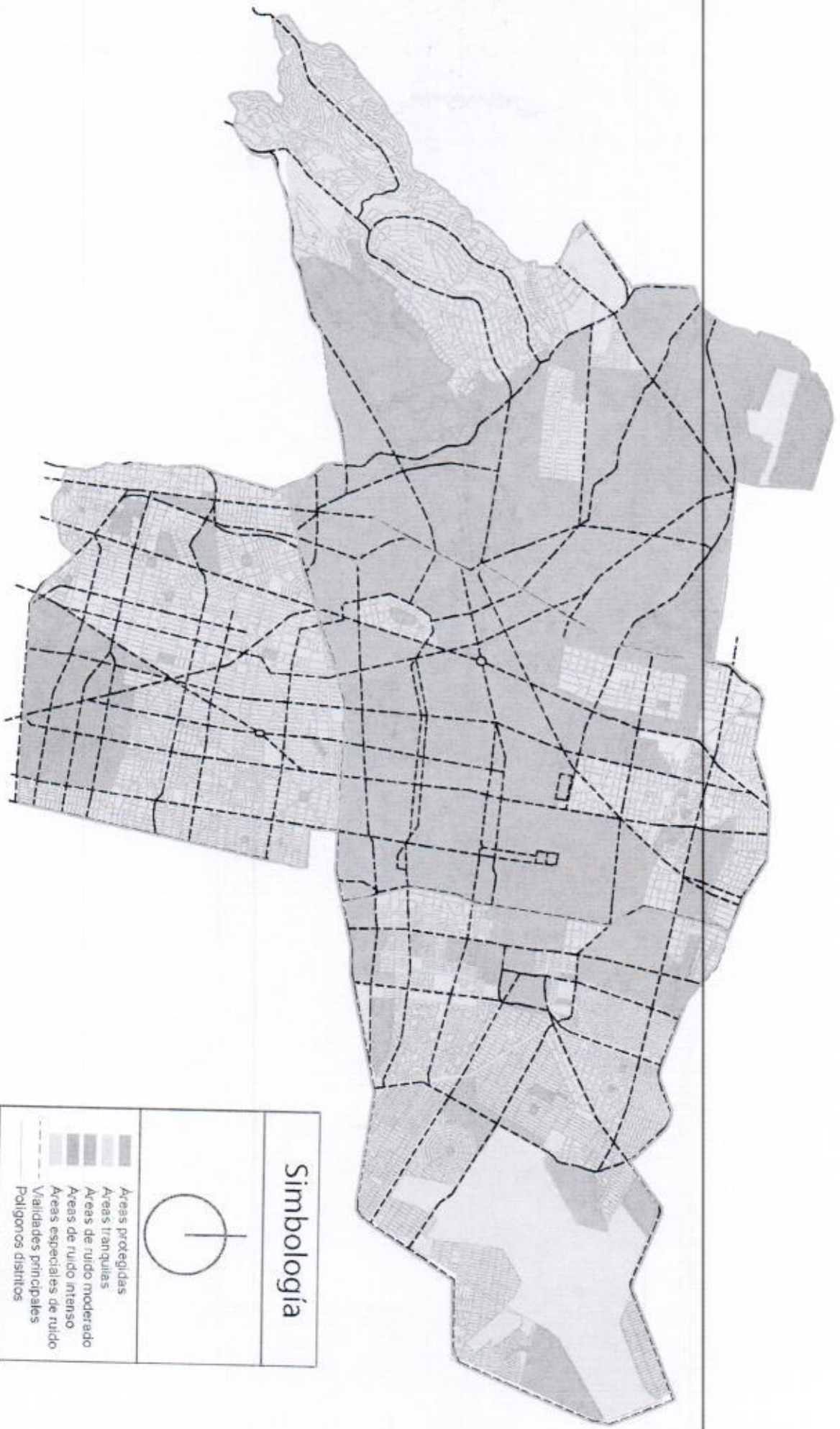
# Usos de Suelo



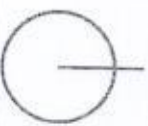
| Simbología  |                  |
|---|------------------|
|  |                  |
|  | HABITACIONAL     |
|  | HAB. COMERCIO    |
|  | HAB. MIXTO       |
|  | HAB. OFICINAS    |
|  | CENTRO DE BARRIO |
|  | INDUSTRIAL       |
|  | EQUIPAMIENTO     |
|  | AREA VERDE       |



# AREAS ACÚSTICAS SENSIBLES



## Simbología



- Áreas protegidas
- Áreas tranquilas
- Áreas de ruido moderado
- Áreas de ruido intenso
- Áreas especiales de ruido
- Vialidades principales
- Polígonos distritos

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana



Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

## MANUAL DE USO RÁPIDO

### NoiseTutor



**Autor:** Ronald Furet H.

**Elaboración:** 17 de julio de 2017

**Versión:** 1.1

**Propietario:** LADAc

PROYECTO DE CIENCIA BÁSICA - EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN  
COORDINADOR DEL PROYECTO: DR. FAUSTO E. RODRÍGUEZ MANZO - FONDOS SEP-CONACYT.



## INTRODUCCIÓN

Se ha confeccionado el presente manual de uso rápido para la estación de monitoreo de ruido ambiental NoiseTutor y sonómetro 831 de la marca Larson Davis, con el fin de agilizar el proceso básico de configuración, medición y obtención de resultados acústicos para ruido ambiental. Se instruirá paso a paso el procedimiento para llegar a tener información acústica relevante y confiable, obtenida con este equipo para realizar mediciones remotas o directas en terreno.

Es importante mencionar que para cualquier medición acústica basada en normativa, se debe considerar la representatividad espacial y temporal de la medición para obtener resultados más cercanos a la realidad.

Respecto al procedimiento; luego de conectar el micrófono al preamplificador, y éste al sonómetro, se deberá encender, configurar y calibrar. Para esto se debe tener en cuenta de acuerdo a la normativa de referencia a utilizar, se debe configurar la fecha, el tiempo de medición, resolución de frecuencia y almacenamiento de datos, ponderación de frecuencia y tiempo, percentiles, y registros de otros parámetros en general. Luego de realizar y guardar la medición en memoria, siempre es bueno verificar que todo marche como se espera. Es muy útil almacenar las mediciones en memoria, para después descargar la información en un computador, y proceder con el análisis de los datos, para que finalmente se pueda generar un reporte serio de la medición acústica realizada.

A continuación se presenta un procedimiento de configuración básica paso a paso.





**Paso 1:** El primer paso consiste en reunir todo el equipamiento a utilizar, para luego conectarlo (sin encender los equipos). Esto incluye; sonómetro Larson Davis (modelo 831), micrófono de medición, preamplificador, extensiones, trípode, calibrador acústico y computador con sistema operativo *Windows 7*.



**Paso 2:** Realizar la calibración del equipo con un calibrador acústico. Para esto ir TOOLS -> Calibrate -> ENTER. Luego en la pestaña "Sensitivity", seleccionar el micrófono y sus datos de sensibilidad y preamplificador a utilizar. En seguida ir a la pestaña "Calibrate", seleccionar el nivel y frecuencia que va a generar el calibrador acústico, y presionar el botón calibrar "Calibrate". Se podrá revisar esta calibración en la pestaña "History".



**Paso 3:** Proceder a configurar las propiedades de sistema como la fecha y hora, el tipo y administración de energía, almacenamiento automático, corrección de micrófono, despliegue de datos en pantalla



**Paso 4:** Proceder a configurar las fichas de despliegue de datos.





**Paso 5:** Proceder a configurar la ficha ajustes de medición.



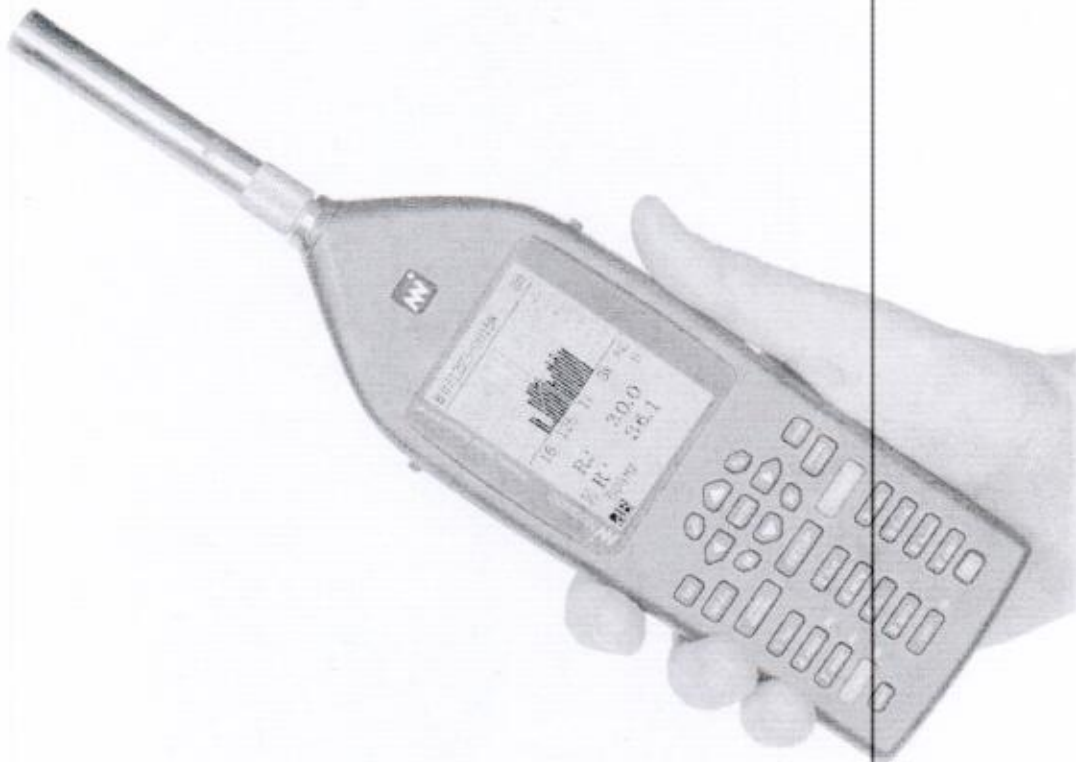
Universidad  
Autónoma  
Metropolitana



Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

## MANUAL DE USO RÁPIDO

### NOR 140



**Autor:** Ronald Furet H.

**Elaboración:** 17 de julio de 2017

**Versión:** 1.1

**Propietario:** LADAc

PROYECTO DE CIENCIA BÁSICA - EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.  
PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN

COORDINADOR DEL PROYECTO: DR. FAUSTO E. RODRÍGUEZ MANZO - FONDOS SEP-COINACYT.



## **INTRODUCCIÓN**

Se ha confeccionado el presente manual de uso rápido para el equipo NOR 140 de la marca Norsonic, con el fin de agilizar el proceso básico de configuración, medición y obtención de resultados acústicos para ruido ambiental. Se instruirá paso a paso el procedimiento para llegar a tener información acústica relevante y confiable, obtenida con este cómodo y versátil equipo para realizar mediciones en terreno.


Es importante mencionar que para cualquier medición acústica basada en normativa, se debe considerar la representatividad espacial y temporal de la medición para obtener resultados más cercanos a la realidad.

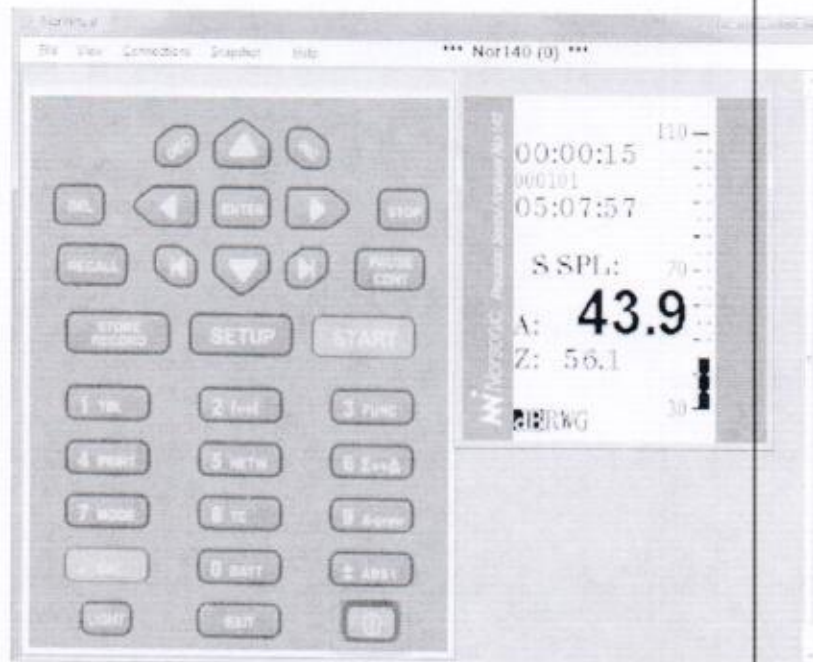
Respecto al procedimiento; luego de conectar el micrófono al preamplificador, y éste al sonómetro, se deberá encender, configurar y calibrar. Para esto se debe tener en cuenta de acuerdo a la normativa de referencia a utilizar, que se debe configurar la fecha, el tiempo de medición, resolución de frecuencia y almacenamiento de datos, ponderación de frecuencia y tiempo, percentiles, y registros de otros parámetros en general. Luego de realizar y guardar la medición en memoria, siempre es bueno verificar que todo marche como se espera. Es muy útil almacenar las mediciones en memoria, para después descargar la información en un computador, y proceder con el análisis de los datos, para que finalmente se pueda generar un reporte serio y confiable de la medición acústica realizada.

A continuación se presenta un procedimiento de configuración básica paso a paso.

**Paso 1:** El primer paso consiste en reunir todo el equipamiento a utilizar, para luego conectarlo (sin encender los equipos). Esto incluye; micrófono de medición, preamplificador, sonómetro, trípode y calibrador acústico.



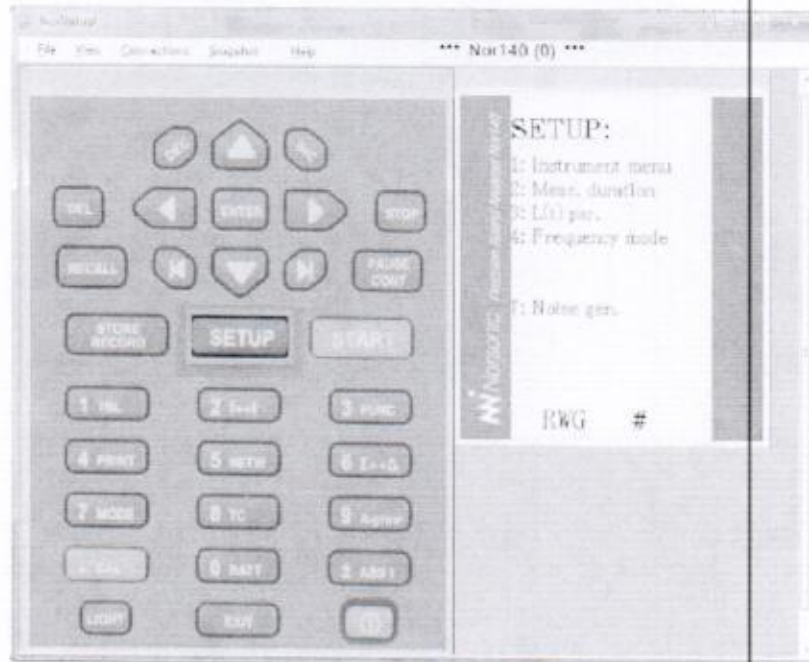
**Paso 2:** Luego de presionar el botón de encender equipo , se mostrará una pantalla como la que se presenta a continuación:







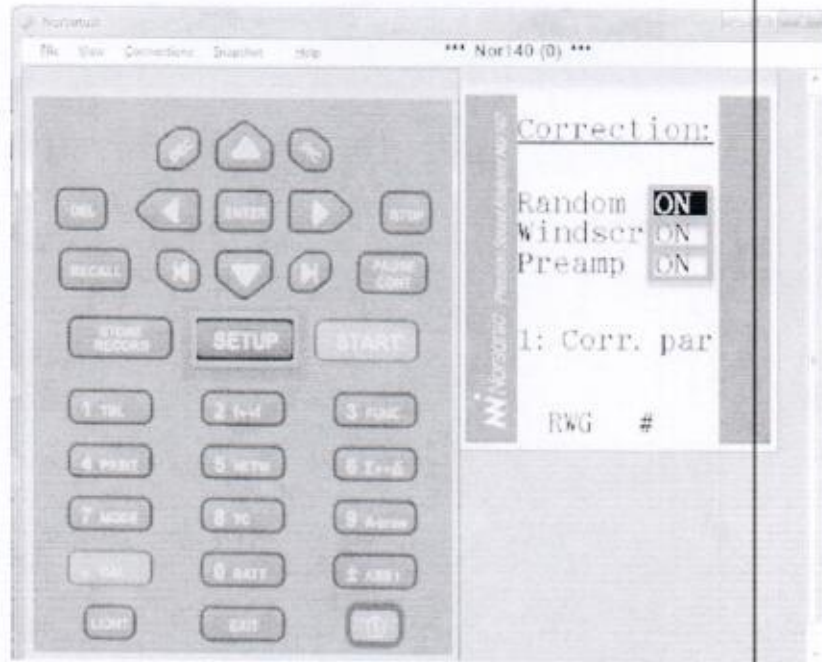
**Paso 3:** Presionar el botón "SETUP", y se mostrarán las opciones de configuración del equipo, tal como se presenta a continuación:



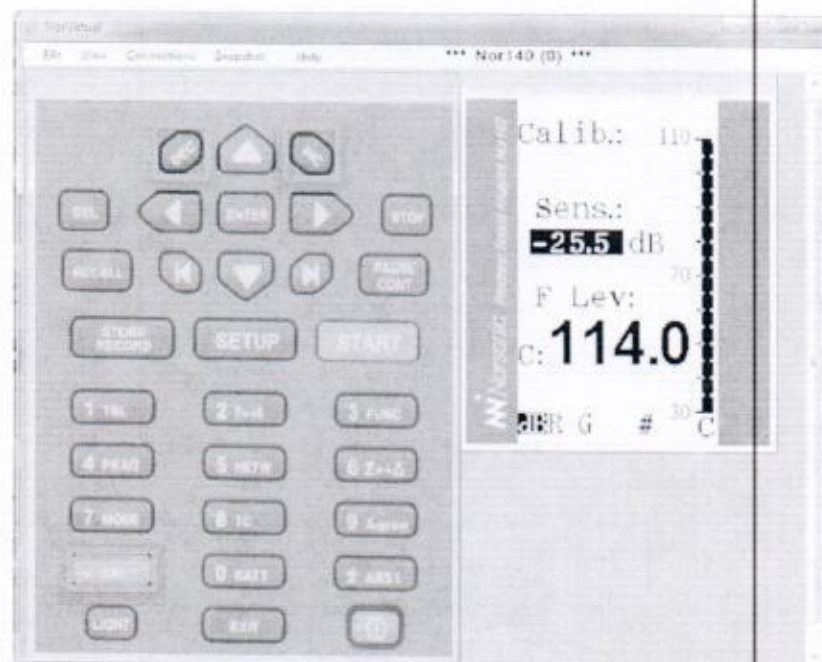
**Paso 4:** Luego de ingresar al menú "SETUP", ingresar a la opción 1 del menú del instrumento "Instrument menu", y luego a la opción 6 de corrección "correction". Aquí poner la opción "Random"<sup>1</sup> en "ON" si el micrófono de medición es media pulgada y de campo libre "Free Field". Poner la opción "Windscr" en "ON" si se ocupa pantalla antiviento "wind screen"<sup>2</sup>. Poner la opción "Preamp" en "ON" si se requiere activar la corrección para el preamplificador.

<sup>1</sup> En "Random" activo, se agregará 0.2 dB al nivel registrado con el propósito de compensar los efectos de difracción producidos alrededor del diafragma del micrófono.

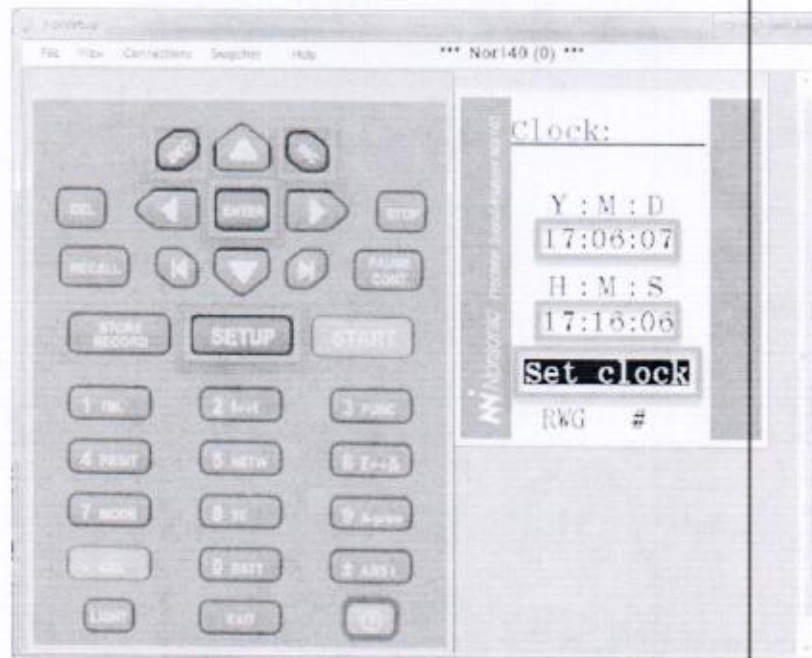
<sup>2</sup> "Wind Screen" se utiliza para reducir los efectos que pueda ocasionar el viento en las mediciones, así como proteger al micrófono del polvo y la humedad.



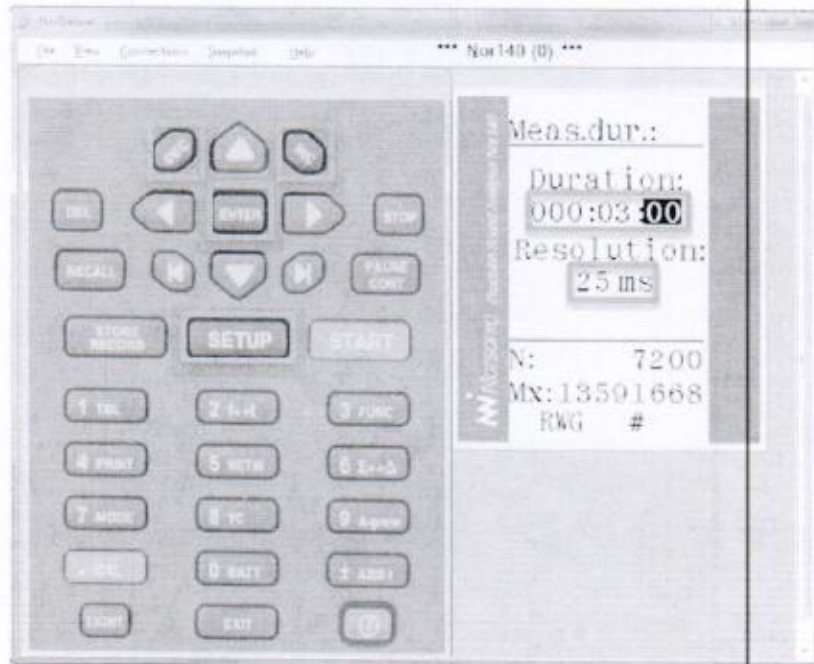
**Paso 5:** Luego de transcurridos al menos tres minutos con el equipo encendido, insertar con mucho cuidado el calibrador en el micrófono del sonómetro, encender el calibrador, e ingresar al menú de calibración presionando el botón "CAL". Aquí se podrá ajustar la sensibilidad con los botones "DEC" o "INC", de tal manera que el nivel y frecuencia que genere el calibrador sea el mismo que registre el sonómetro (con la opción *random* en *on* si es micrófono de campo libre).



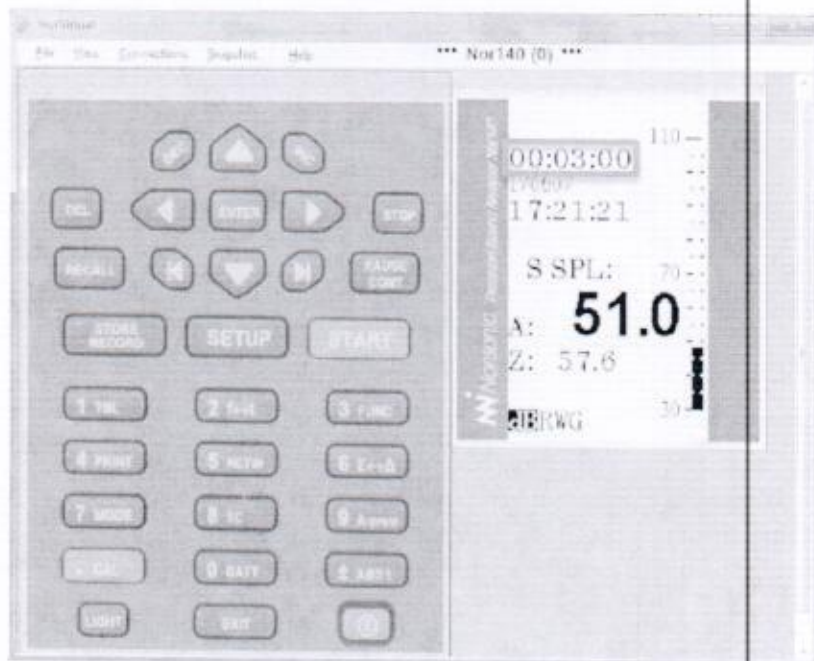
**Paso 6:** Volver al menú "SETUP", ingresar a la opción 1 del menú del instrumento "Instrument menu", y luego a la opción 3 de reloj "Clock". Aquí se podrá navegar con las flechas y botones "DEC" o "INC" para ajustar la fecha en el formato año, mes día, y la hora en el formato horas, minutos, segundos. En seguida ir al "Set clock" y presionar "ENTER".



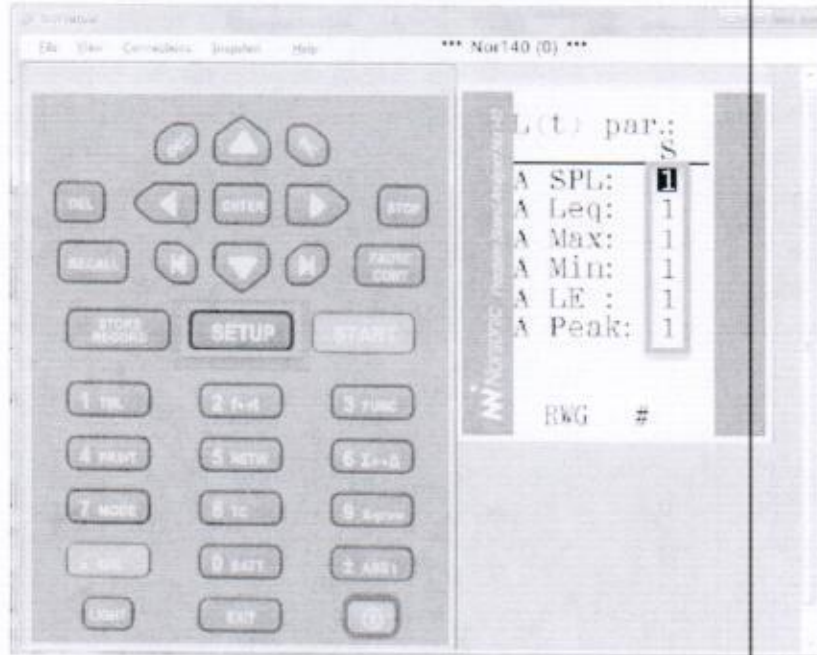
**Paso 7:** Volver al menú "SETUP", ingresar a la opción 2 del menú "Meas. duration" para ajustar la duración de la medición en el formato horas, minutos y segundos, y luego la resolución de tiempo que se tendrá entre dos datos de captura consecutivos.



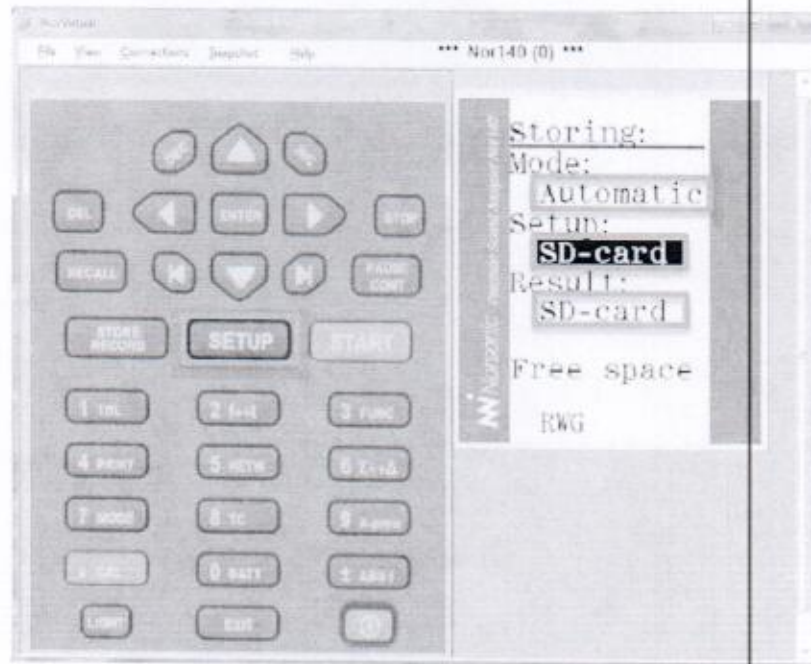
**Paso 8:** Volver a la pantalla principal, y verificar que el tiempo de medición esté ingresado en la parte superior de la pantalla.



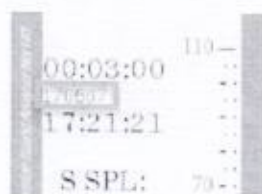
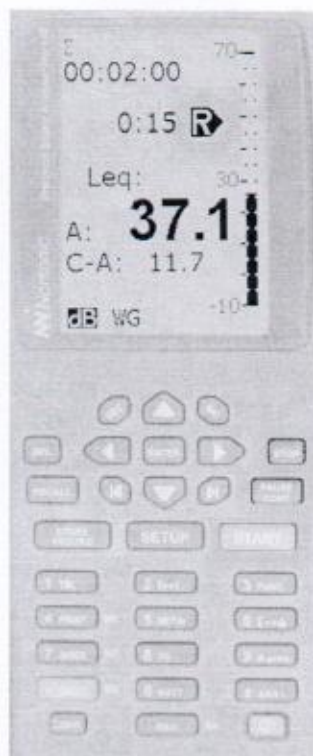
**Paso 9:** Volver al menú "SETUP", ingresar a la opción 3 del menú "L(t) par." para ajustar los parámetros de la medición. Es recomendable poner todos los valores en "1". Más adelante, cuando la medición esté en curso, será posible visualizar en tiempo real una tabla con los niveles al presionar el botón "1 TBL", y se podrá cambiar la visualización de la ponderación en frecuencia A, C o Z, directamente con el botón "5 NETW", y de la constante de tiempo lento (slow), rápido (fast) o impulso (imp) con el botón "8 TC".



**Paso 10:** Volver al menú "SETUP", ingresar a la opción 1 del menú del instrumento "Instrument menu", y luego a la opción 1 de almacenamiento "Storage". Aquí se debe poner si se almacenará de manera automática o manual al terminar una medición, y si será en la memoria interna o en una externa.



**Paso 11:** Para iniciar una medición, se debe presionar el botón naranja "START", y en la pantalla aparecerá una letra "R" que indicará que está corriendo la medición. Si no se ha cumplido el tiempo de medición preestablecido, se puede presionar el botón "STOP", y luego reanudar la medición con el botón "PAUSE CONT" hasta que se cumpla el tiempo predefinido. Una vez que se cumple el tiempo de medición predefinido, se debe verificar en pantalla que el archivo ha sido guardado con un número específico, mismo que se debería anotar en alguna planilla de medición externa, y así evitar confusiones cuando se desee recuperar la medición, por lo mismo es recomendable dejar configurado que la medición se almacene de manera automática al terminar la medición, proceso que ha sido explicado en el paso anterior. Adicionalmente, es útil saber que cuando se realice una medición de algún evento no deseado, y la medición sigue en curso, se puede utilizar directamente el botón "PAUSE CONT" en vez de "STOP", y así se borrarán los últimos diez segundos de datos almacenados, permitiendo reanudar la medición al presionar nuevamente "PAUSE CONT", pero sin el registro de los datos indeseados, y sin arruinar la medición en curso.

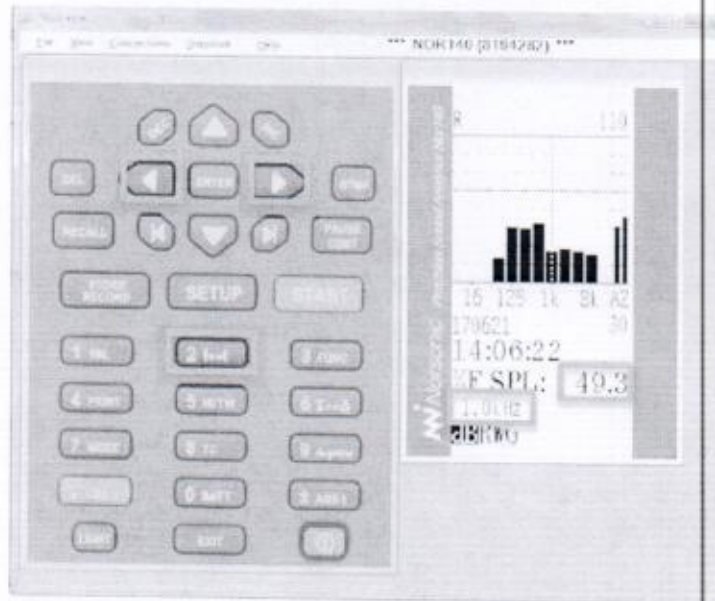


También puede ser útil utilizar marcas en tiempo real para recordar un tipo de evento específico, para esto basta con presionar los botones 4 (M1), 7 (M2), CAL (M3), y EXIT (M4), y así se podrá revisar posteriormente en los registros el instante de la medición en que ocurrió determinado evento.



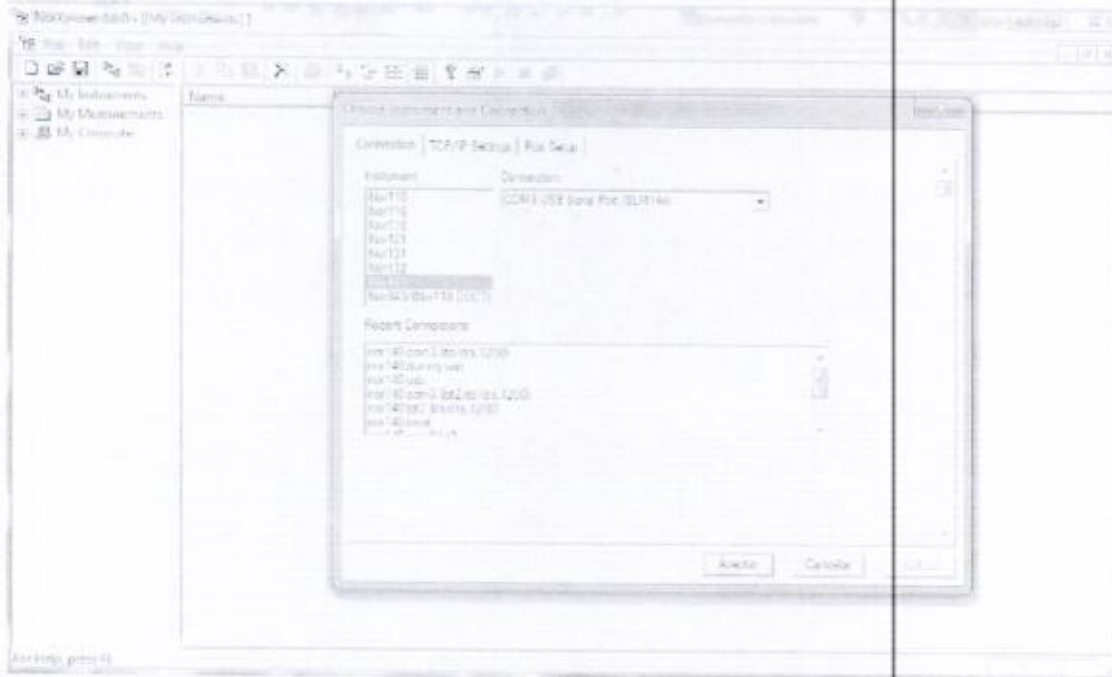


Para poder visualizar en tiempo real el nivel de una banda de frecuencia específica, se puede presionar directamente el botón "2 f ↔ t" y luego navegar con las flechas izquierda o derecha que están al lado del botón "ENTER".

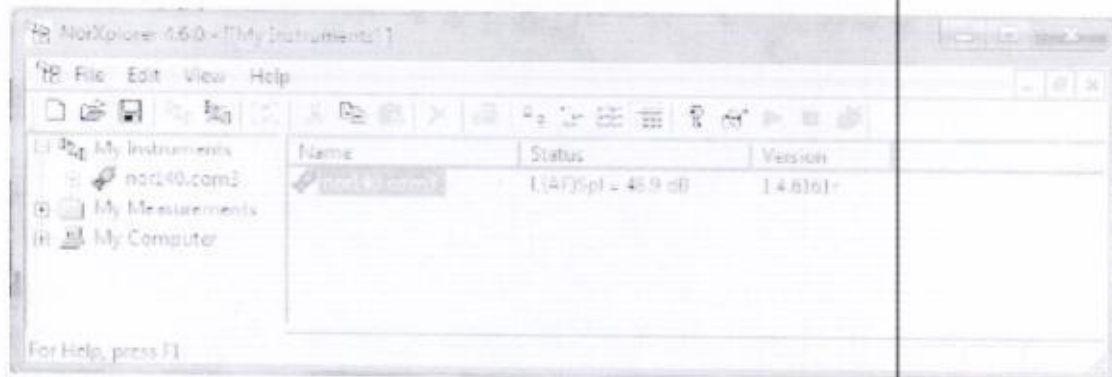


**Paso 12:** Para transferir los datos de las mediciones al computador, se puede hacer directamente con un cable, o con la tarjeta de memoria. Conectar el sonómetro a través del puerto USB y abrir el software "NorXplorer". Luego para iniciar la conexión, se debe seleccionar el modelo de instrumento (Nor 140) y el puerto de conexión (USB), y luego presionar el botón aceptar.

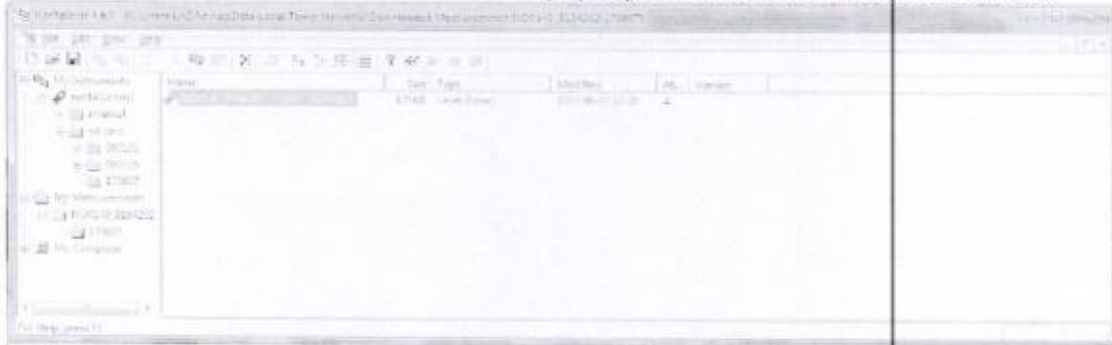




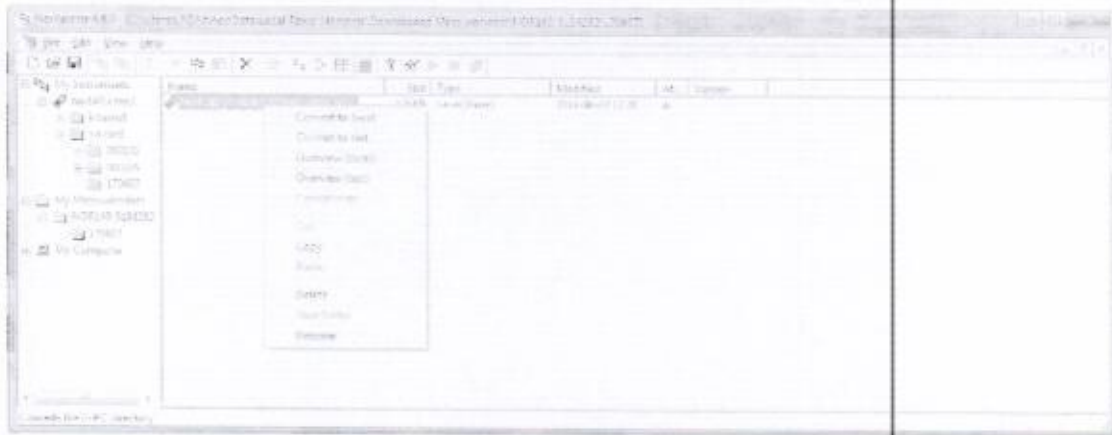
**Paso 13:** A continuación, en el menú lateral “My Instruments” aparecerá el nombre del equipo y puerto de comunicación conectado.



**Paso 14:** Al desplegar el submenú, aparecerán dos carpetas, una con los datos almacenados en la memoria interna del equipo, y la otra en una memoria externa.



**Paso 15:** Al hacer clic derecho sobre el equipo conectado, se desplegarán las opciones para convertir los datos a diferentes formatos, como por ejemplo Excel.



**Paso 16:** Si la opción seleccionada fue Excel, se podrá descargar el archivo con toda la información almacenada, y se podrá visualizar todo el detalle en las diferentes pestañas de la plantilla.



Universidad  
Autónoma  
Metropolitana



Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

## MANUAL DE USO RÁPIDO

### SAMURAI



**Autor:** Ronald Furet H.

**Elaboración:** 17 de julio de 2017

**Versión:** 1.1

**Propietario:** LADAc

PROYECTO DE CIENCIA BÁSICA - EL RUIDO AMBIENTAL EN EL ESPACIO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
PROBLEMAS Y MODELOS DE SOLUCIÓN

COORDINADOR DEL PROYECTO: DR. FAUSTO E. RODRÍGUEZ MANZO - FONDOS SEP-CONACYT.

## **INTRODUCCIÓN**

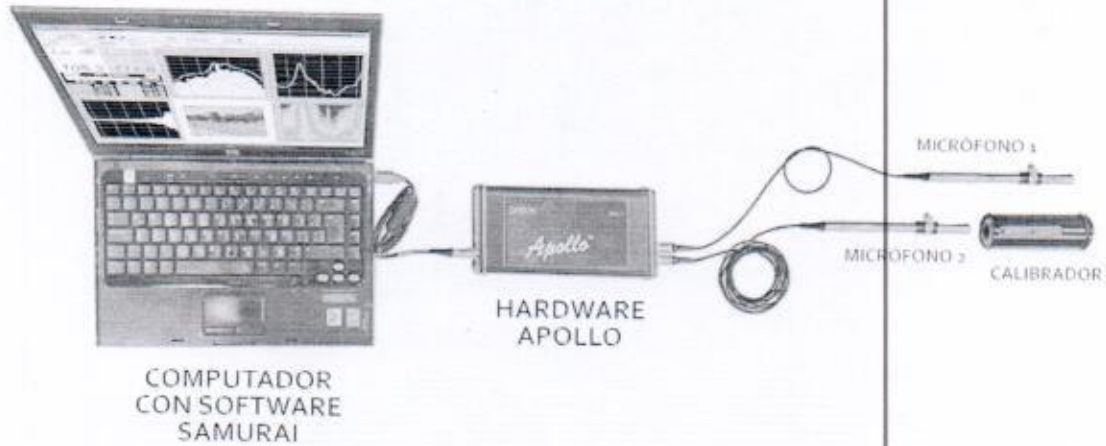
Se ha confeccionado el presente manual de uso rápido para el software SAMURAI, con el fin de agilizar el proceso básico de configuración, medición y obtención de resultados acústicos para ruido ambiental. Se instruirá paso a paso el procedimiento para llegar a tener información acústica relevante y confiable, obtenida con estas potentes herramientas de análisis multicanal.

Siempre hay que calibrar el sistema de medición, y configurar lo que deseamos medir y/o registrar, como por ejemplo; la fecha y hora, resolución de frecuencia y almacenamiento de datos, ponderación de frecuencia y tiempo, percentiles, y registro de otros parámetros en general, de tal manera que se pueda contar con datos confiables para generar un reporte serio de la medición acústica. Para lograr de manera formidable este propósito, se debe tener en cuenta las normativas de referencia, y la representatividad espacial y temporal de la medición.

Es importante mencionar que APOLLO y SAMURAI permiten el procesamiento en tiempo real y posterior de señales, así como la descarga de datos para su análisis y confección de reportes o informes técnicos. Adicionalmente a las mediciones de ruido convencionales, con el procedimiento y transductor adecuado, se pueden medir parámetros específicos de acústica arquitectónica, aislamiento acústico, vibraciones, intensidad y potencia acústica, entre otros.

A continuación se presenta un procedimiento de configuración básica paso a paso.

**Paso 1:** El primer paso consiste en reunir todo el equipamiento a utilizar, para luego conectarlo (sin encender los equipos).



**Paso 2:** Conectar las cápsulas de los micrófonos a sus preamplificadores, con sus respectivos cables con conectores LEMO a los canales 1 y 2 del hardware APOLLO.





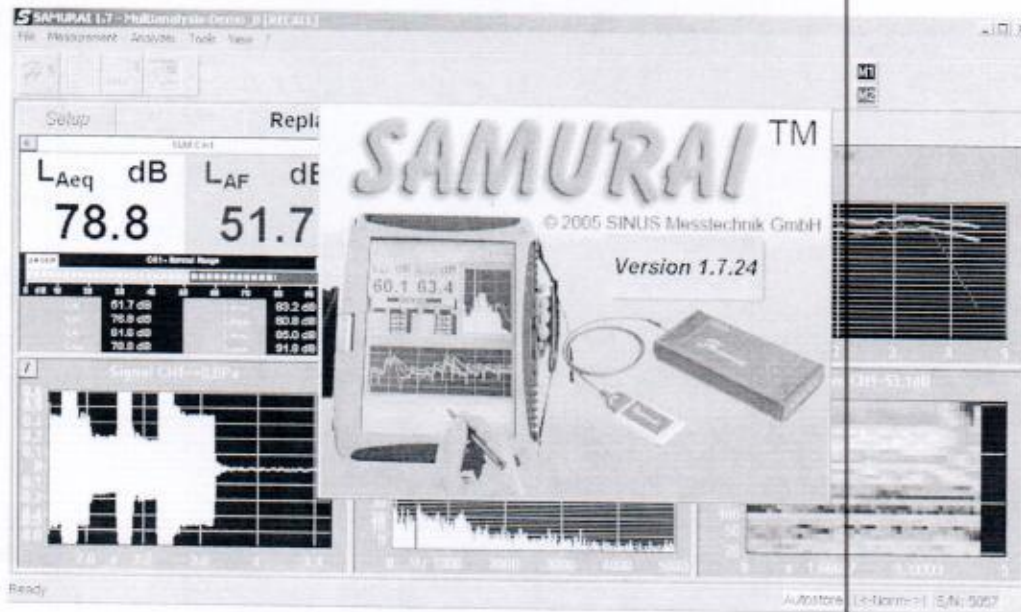
**Paso 3:** Conectar el hardware APOLLO a través del puerto USB al computador que tiene instalado el software SAMURAI.



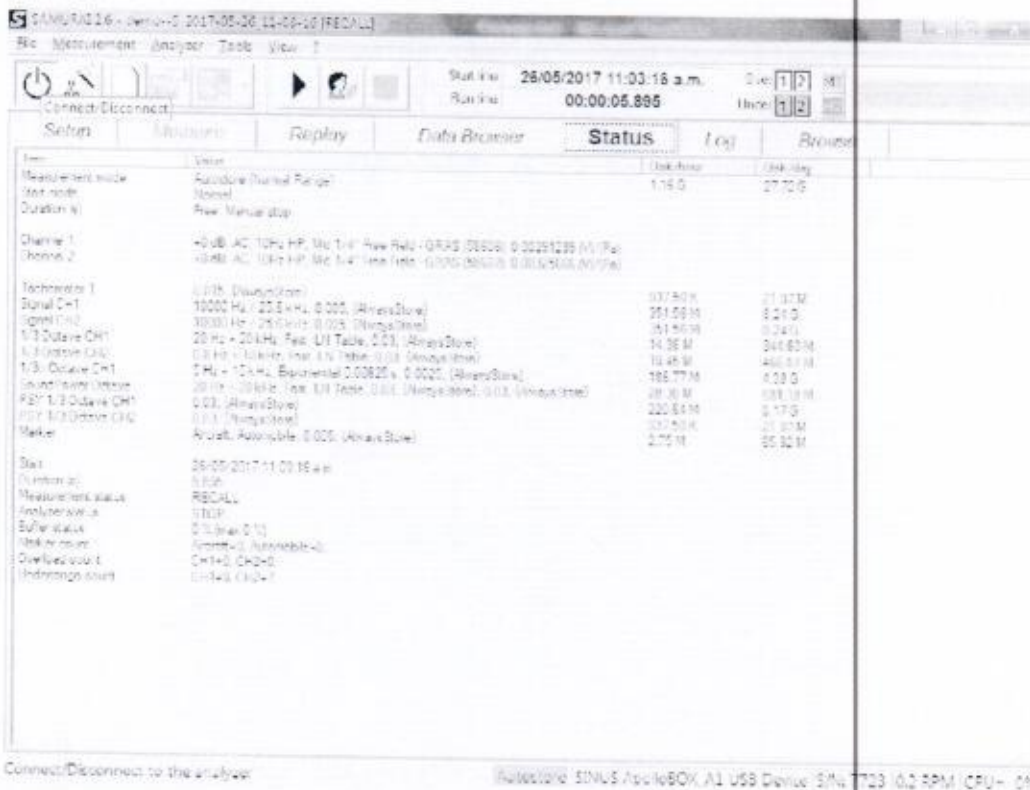
**Paso 4:** Insertar la llave USB en el computador, para el procesamiento de datos.



**Paso 5:** Encender el computador, y abrir el software SAMURAI.



**Paso 6:** En la esquina superior izquierda de SAMURAI, presionar el botón "Connect/Disconnect" para iniciar la conexión con el hardware APOLLO.







**Paso 7:** Verificar que indicador de estatus de APOLLO esté encendido en verde.



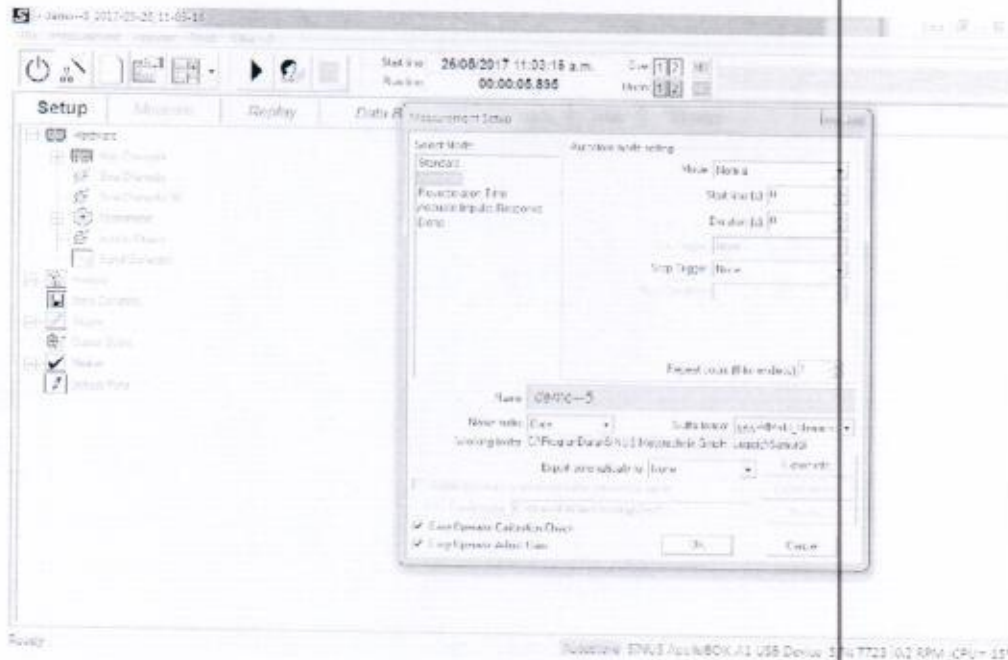
**Paso 8:** En la esquina superior izquierda de SAMURAI, presionar el botón "Begin New Measurement" para configurar una nueva medición.

The screenshot shows the SAMURAI software interface. At the top, there are buttons for power, refresh, and a 'Begin New Measurement' button. The status bar shows the date '26/05/2017 11:03:18 a.m.' and a run time of '00:00:05.895'. Below the status bar is a menu with options: Setup, Measure, Display, Data Browser, Status, Log, and Browser. The main area displays a list of hardware components and their status, including Serial CH1, Target CH1, I/O Drivers CH1, I/O Drivers CH2, I/O Drivers CH3, Serial/Power Output, I/O I/O Drivers CH1, I/O I/O Drivers CH2, Matrix, Start, Current, Response Matrix, Response Matrix, Buffer status, Matrix count, Overhaul count, and Interrupts count. The status of each component is listed in a table format.

| Item                | Item  | Link    | Link    |
|---------------------|---|---------|---------|
| Measure mode        | All active Normal Range   | Link    | Link    |
| Start mode          | Normal  | 1.49    | 27.72   |
| Duration            | Free Measurement  |         |         |
| Channel 1           | 4000 Hz, 1000 Hz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz, 100 kHz, 100 kHz, 100 kHz, 100 kHz |         |         |
| Channel 2           | 4000 Hz, 1000 Hz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz, 100 kHz, 100 kHz, 100 kHz, 100 kHz |         |         |
| Exclusion           | 0.000, 0.000000   |         |         |
| Serial CH1          | 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz                               | 100.000 | 27.370  |
| Target CH1          | 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz, 1000 Hz                               | 100.000 | 27.370  |
| I/O Driver CH1      | 20 Hz, 20 Hz, 20 Hz, 20 Hz, 20 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| I/O Driver CH2      | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| I/O Driver CH3      | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| Serial/Power Output | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| I/O I/O Drivers CH1 | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| I/O I/O Drivers CH2 | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| Matrix              | 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz, 10 Hz   | 14.380  | 340.800 |
| Start               | 26/05/2017 11:03:18 a.m.  |         |         |
| Current             | 0.000   |         |         |
| Response Matrix     | RECALL  |         |         |
| Response Matrix     | RECALL  |         |         |
| Buffer status       | 0.000   |         |         |
| Matrix count        | 1000000   |         |         |
| Overhaul count      | 0.000   |         |         |
| Interrupts count    | 0.000   |         |         |

At the bottom of the window, there is a status bar that reads: 'Begin a new measurement' and 'Apoptosis: SINUS Apopto-BOX, A1 USB Device: 51% 7733 (0.2 RPM) (CPU) - 20%'.

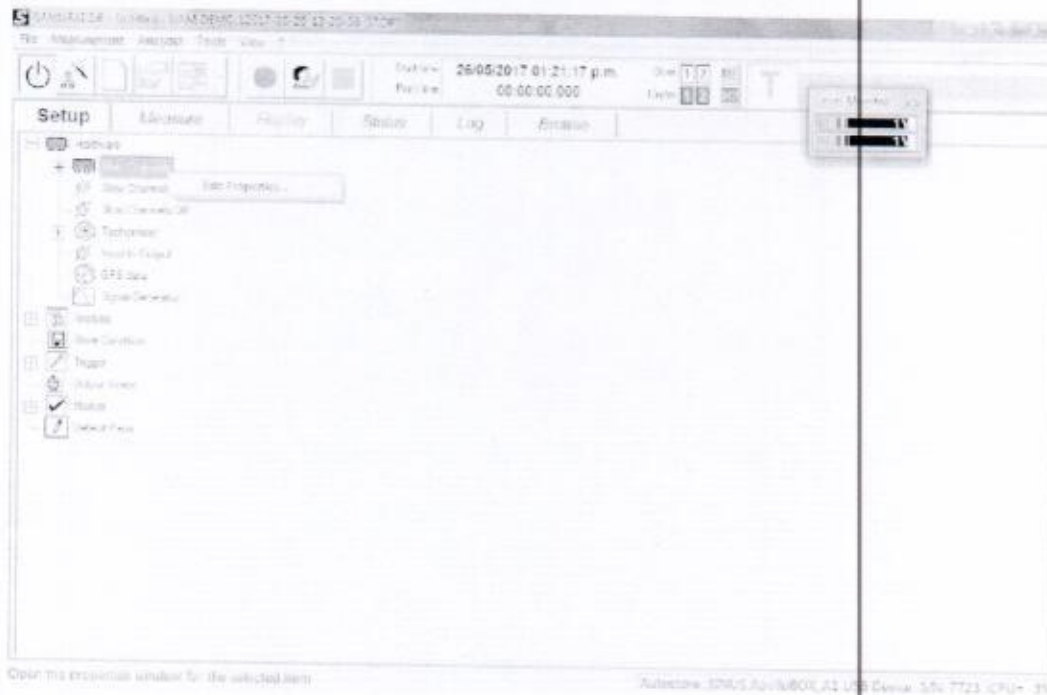
**Paso 9:** Se abrirá una ventana en la cuál se deberá seleccionar el modo de medición. En este ejemplo se usará el modo "Autostore" que permite almacenar datos generales automáticamente, cumpliendo con el propósito de este manual de uso rápido. Para la obtención de otros parámetros relacionados con tiempo de reverberación, respuesta al impulso y otros, se deberá cambiar a estos modos antes de iniciar la medición.



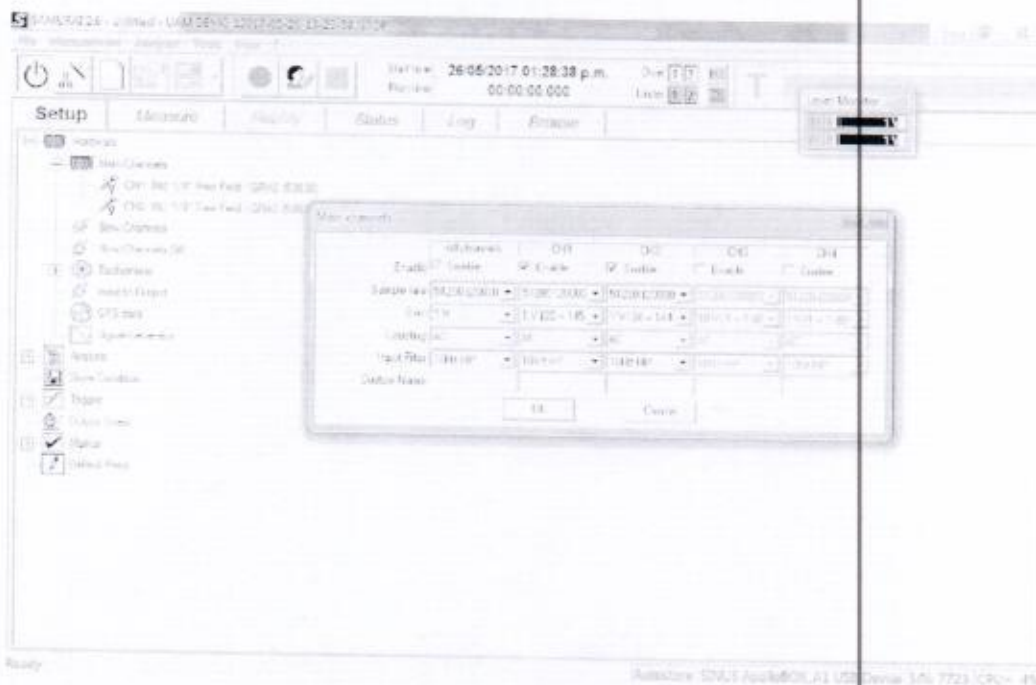
**Paso 10:** Se deberá definir la carpeta donde se hará la exportación, fecha y hora de la medición, así como el formato de archivo, y los resultados que se deseen exportar.



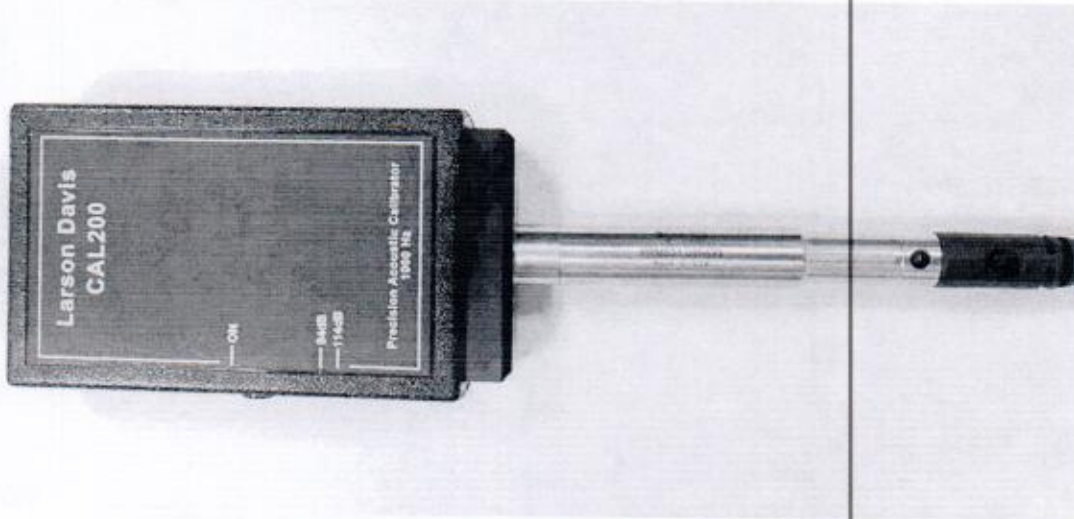
**Paso 11:** Dentro de la pestaña "Setup", editar las propiedades de los canales principales del hardware.



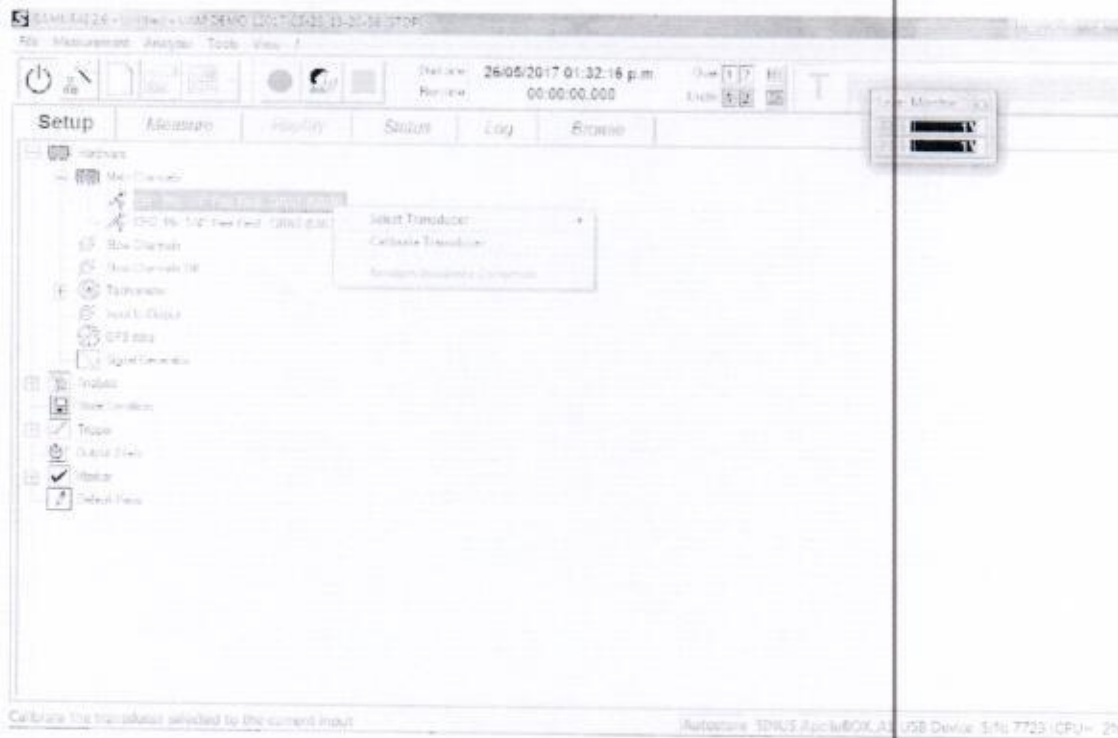
**Paso 12:** Se abrirá una ventana en la cuál se debe habilitar y configurar las propiedades de los canales y transductores a utilizar.



**Paso 13:** Introducir correctamente el micrófono en el calibrador acústico para proceder a calibrar el sistema de medición.



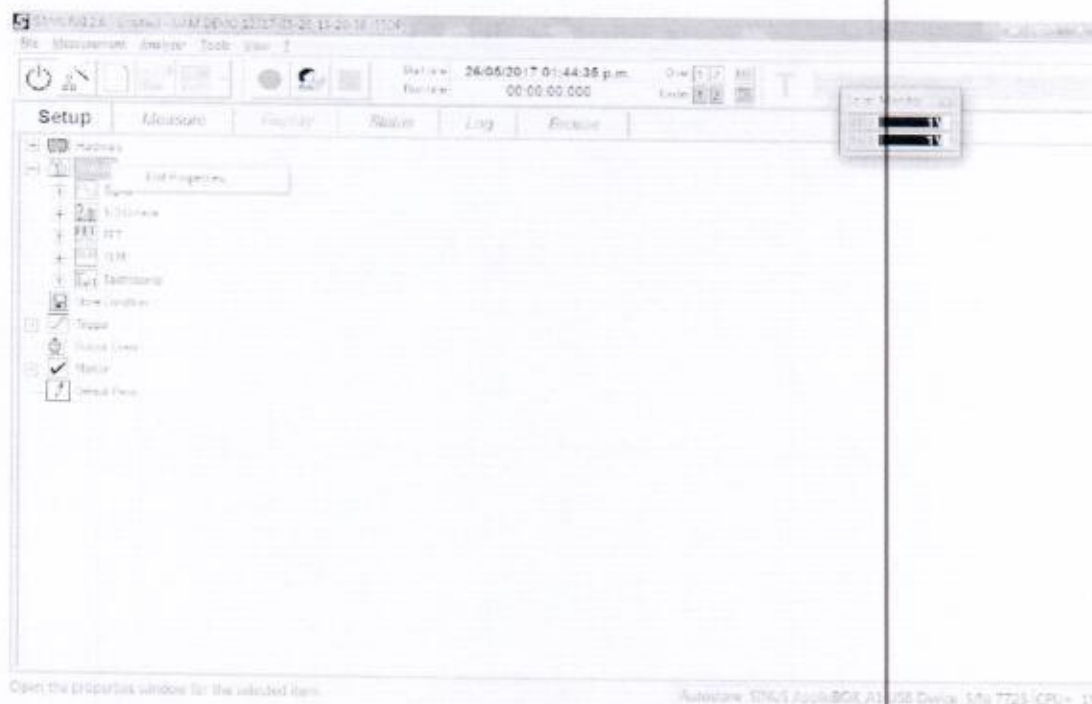
**Paso 14:** En SAMURAI, seleccionar el transductor a calibrar, y presionar "Calibrate Transducer".



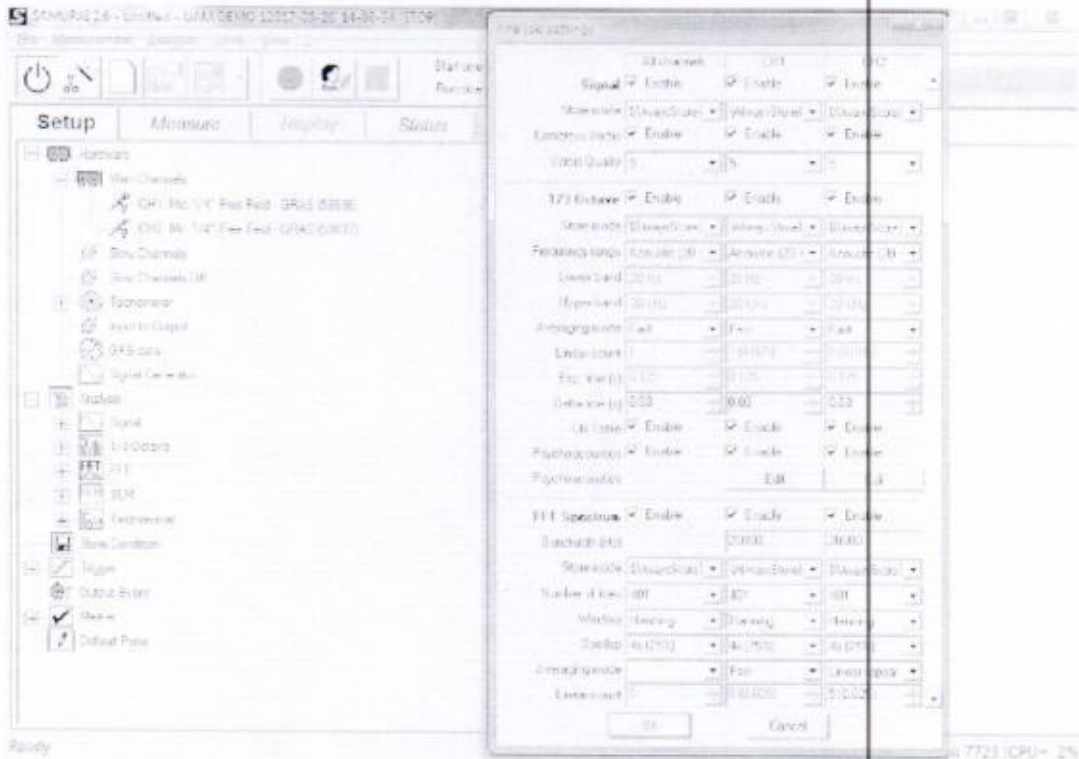
**Paso 15:** Luego de que se abra la ventana de calibración, encender el calibrador, y presionar el botón de inicio para iniciar la calibración. Deberá mostrar en pantalla la misma frecuencia y nivel de presión sonora seleccionado en el calibrador para que automáticamente el software aplique la corrección correspondiente.



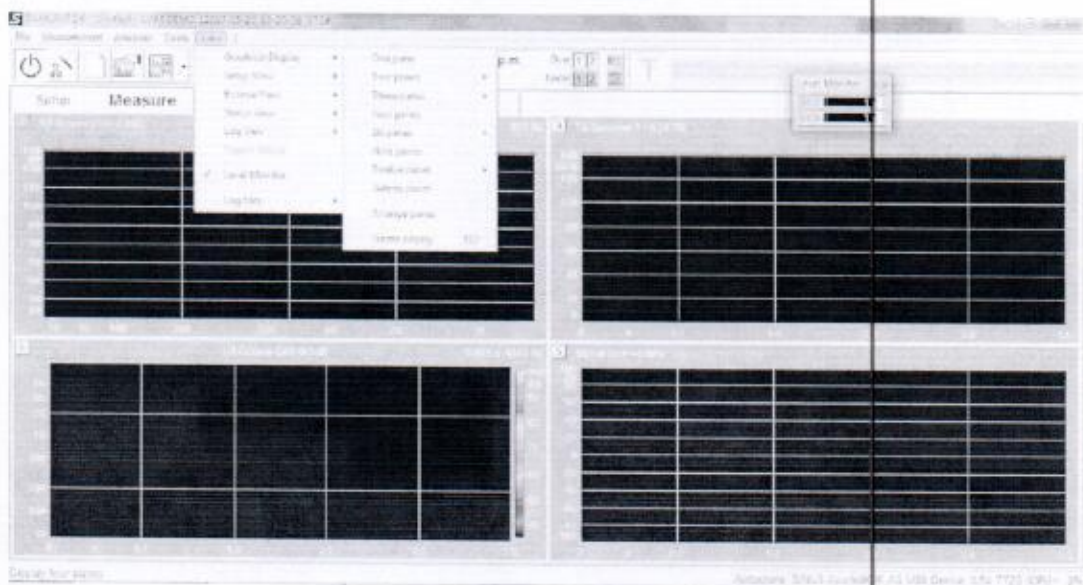
**Paso 16:** En la misma pestaña "Setup", ir a "Analysis" y editar las propiedades en "Edit Properties".



**Paso 17:** Se abrirá una ventana en la que se pueden editar las configuraciones de análisis para todos los canales.



**Paso 18:** En el menú "View" y submenú "Graphical Display" seleccionar la distribución y cantidad de paneles de visualización de la medición.



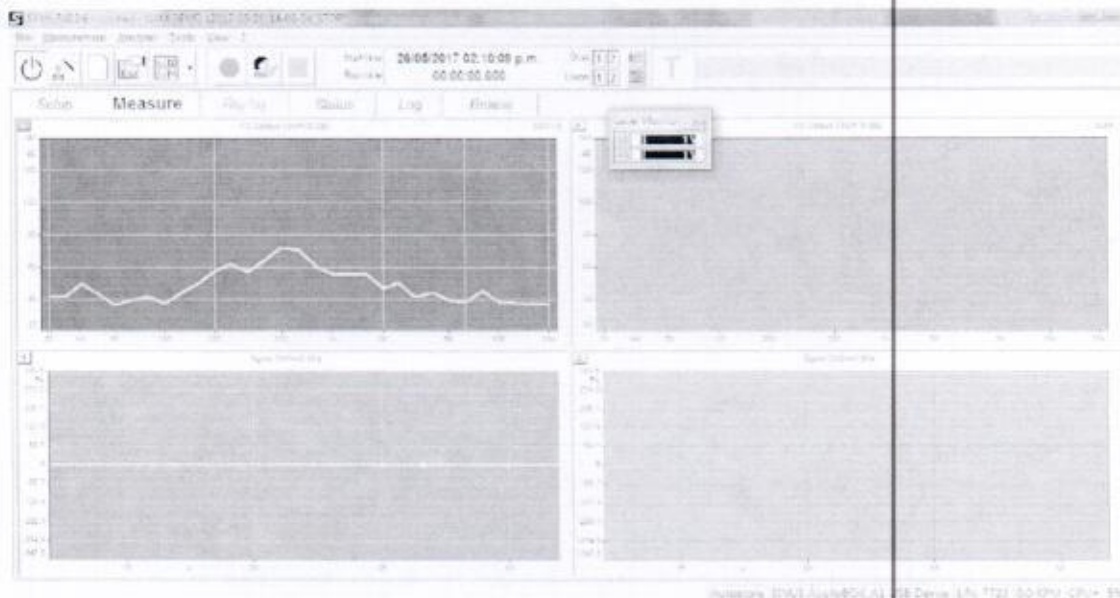
**Paso 19:** Se abrirá una ventana para configurar los gráficos que mostrará SAMURAI en tiempo real.



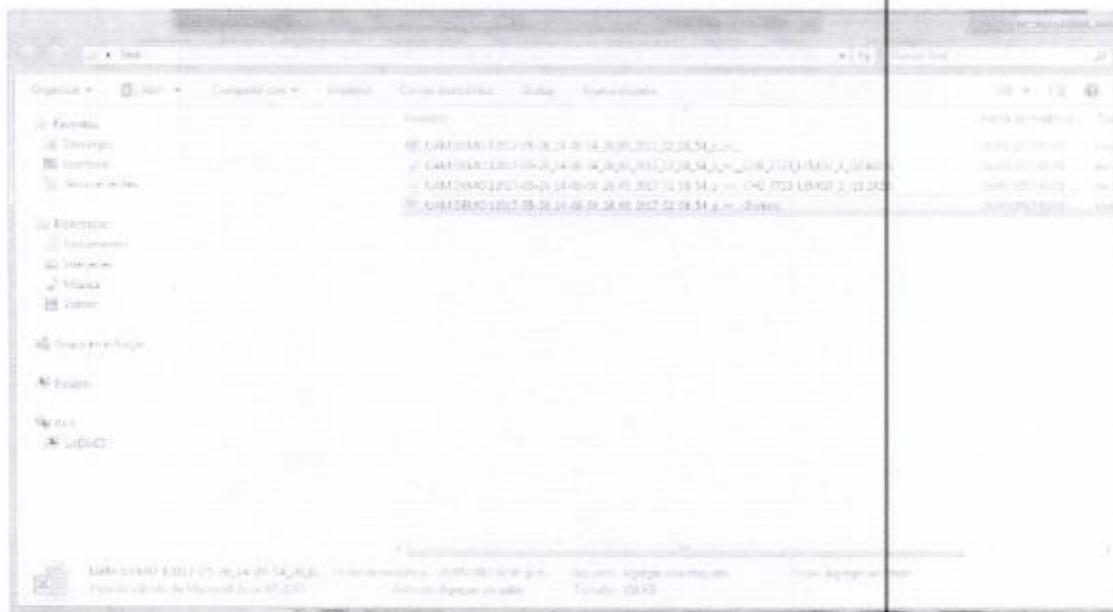
**Paso 20:** En la pestaña "Measure", se podrán ver los gráficos configurados para iniciar las mediciones.



**Paso 21:** Para empezar una medición se debe presionar el botón "Run" que está en la barra de la esquina superior izquierda de SAMURAI. Al iniciar la medición, se mostrará en tiempo real todos los datos de la medición, de acuerdo a lo configurado anteriormente.



**Paso 22:** Al detener la medición, se guardarán los archivos con la información de la medición en la carpeta designada al comienzo de este manual.







**A quien corresponda:**

Por medio de la presente, hacemos constar que el **DR. FAUSTO EDUARDO RODRÍGUEZ MANZO**, participó en los colectivos de Docencia Divisional, en el Proceso de Adecuaciones a los Planes y Programas de Estudio de la Licenciatura en Arquitectura de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Azc., proceso que inició en agosto de 2015 y concluyó en octubre del 2016. En el que desarrolló las UEA Optativas "Acústico y Control de Ruido en las Edificaciones", "Diálogos con la Música", "Ruido y Ciudad", "Espacio, Sonido y Arquitectura". Las cuales fueron recibidas por el Colegio Académico en su sesión 402, acuerdo 402-A celebrado el día 14 de octubre 2016 vigentes a partir del Trimestre 2017-P.

Se extiende la presente para los fines que al interesado convengan a los veintiocho días del mes de febrero del año dos mil diecisiete.

Atentamente,  
"Casa Abierta al Tiempo"

**DR. ANÍBAL FIGUEROA CASTREJÓN**  
Director

**MTRO. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ SANDOVAL**  
Coordinador de la Licenciatura en Arquitectura

|  |  |                                   |
|--|--|-----------------------------------|
| UNIDAD AZCAPOTZALCO                          | DIVISIÓN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO   | 1 / 2                             |
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA |  |                                   |
| CLAVE<br>1401032                             | UNIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE<br>Acústica y Control de Ruidos en los Edificios | CRÉDITOS<br>6<br>TIPO<br>OPTATIVA |
| H. TEÓRICAS<br>3.0                           | SERIACIÓN  | TRIMESTRE<br>VII - XII            |
| H. PRÁCTICAS<br>0.0                          |  |                                   |

**OBJETIVO GENERAL:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

Conocer y desarrollar un criterio general de acondicionamiento y aislamiento acústico en las edificaciones.

**OBJETIVOS PARCIALES:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

- Conocer y explicar los conceptos básicos del sonido y el comportamiento del fenómeno sonoro en los espacios arquitectónicos.
- Reconocer el fenómeno de la absorción sonora y su aplicación en el acondicionamiento de las edificaciones.
- Conocer los fundamentos del aislamiento acústico y su aplicación en el diseño de los espacios arquitectónicos.
- Estar al corriente en la normatividad aplicable al diseño acústico de las edificaciones.
- Comprender la importancia del control de ruido en las edificaciones y aplicar técnicas para el diseño de los espacios arquitectónicos.

**CONTENIDO SINTÉTICO:**

**Temática sugerida:**

1. Introducción a la UEA
  - ¿Qué es el sonido?
  - ¿Por qué el sonido y la arquitectura?
  - La experiencia del sonido.
2. Propiedades del sonido.
  - Propagación y velocidad del sonido.
  - Frecuencia, tonalidad, timbre y longitud de onda.
  - Presión sonora, intensidad sonora, potencia sonora, volumen sonoro y fuentes sonoras.
  - El oído humano y la audición.
  - Los decibeles.
3. El fenómeno acústico en los espacios arquitectónicos y urbanos.
  - Reflexión sonora.

- Absorción sonora.
  - Difusión sonora.
  - Difracción sonora.
  - El fenómeno de la reverberación y la resonancia.
4. Acondicionamiento acústico.
- La absorción sonora.
  - Materiales y coeficientes de absorción.
  - Dispositivos de absorción y difusión sonora.
5. El ruido y el aislamiento acústico en las edificaciones.
- El ruido en las edificaciones.
  - Fuentes y niveles de ruido.
  - Transmisión de ruido: ruido aéreo y ruido por impacto.

**MODALIDADES DE CONDUCCIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:**

La UEA se desarrollará de acuerdo a las siguientes modalidades:

- Exposición temática por parte del profesor y los alumnos, con apoyo de material gráfico y audiovisual.
- Investigación documental por parte de los alumnos.
- Aplicación de los conceptos aprendidos a un caso de estudio específico.

**MODALIDADES DE EVALUACIÓN:****Evaluación Parcial**

- Evaluaciones periódicas orales o escritas, individuales y en equipo.
- Valoración de los temas de lecturas y de la apreciación visual y auditiva.
- Participación en clases a través de intervenciones y aportes.
- Valoración de la calidad y creatividad de los ejercicios realizados.

**Evaluación Global**

- Promedio de evaluaciones periódicas.
- Evaluación terminal teórica o práctica.

**Evaluación de Recuperación**

- No hay.

**BIBLIOGRAFÍA NECESARIA O RECOMENDABLE:**

- Ambrose, J. (1995). Simplified Design for Building Sound Control. New York: John Wiley & Sons.
- Behar, A. (1994). El Ruido y su Control. México: Trillas.
- Cowan, J. (1994). Handbook of Environmental Acoustics. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Doelle, L. (1972). Environmental Acoustics. New York: McGraw Hill Book Company.
- Harris, C. (1994). Noise Control in Buildings. New York: McGraw Hill Inc.
- Kinsler, L. (1995). Fundamentos de Acústica. México: Limusa.
- Sancho, F. (2008). Acústica Arquitectónica y Urbanística. México: Limusa.
- Recuero, M. (1999). Acústica Arquitectónica Aplicada. Madrid: Paraninfo.
- Rodríguez, M. (2001). Introducción a la Arquitectura Bioclimática. México: Limusa.



Casa abierta al tiempo  
Universidad Autónoma Metropolitana

ADECUACIÓN  
PRESENTADA AL COLEGIO ACADÉMICO  
EN SU SESIÓN NÚM. \_\_\_\_\_

**EL SECRETARIO DEL COLEGIO**

|  |  |
|--|--|
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA | 3 / 2  |
| CLAVE 1401032                                | Acústica y Control de Ruido en los Edificios |



Casa abierta al tiempo  
Universidad Autónoma Metropolitana

ADECUACIÓN  
PRESENTADA AL COLEGIO ACADÉMICO  
EN SU SESIÓN NÚM. \_\_\_\_\_

**EL SECRETARIO DEL COLEGIO**

|  |   |  |  |                        |
|--|---|--|--|------------------------|
| UNIDAD AZCAPOTZALCO                          |   | DIVISIÓN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO |  | 1 / 3                  |
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA |   |  |  |                        |
| CLAVE<br>1401033                             | UNIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE<br>Espacio, Sonido y Arquitectura |  |  | CRÉDITOS<br>6          |
|  |   |  |  | TIPO<br>OPTATIVA       |
| H. TEÓRICAS<br>3.0                           | SERIACIÓN   |  |  | TRIMESTRE<br>VII - XII |
| H. PRÁCTICAS<br>0.0                          |   |  |  |                        |

**OBJETIVO GENERAL:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

Aplicar su criterio básico con respecto al sonido y su relación con la arquitectura y el urbanismo.

**OBJETIVOS PARCIALES:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

- Conocer las propiedades del sonido: la audición y el fenómeno físico.
- Entender las formas de interacción del sonido con los espacios arquitectónicos y urbanos.
- Comprender el fenómeno del ruido y su impacto en la arquitectura y el urbanismo.
- Entender al sonido como un elemento esencial del carácter del espacio arquitectónico y urbano.
- Establecer las bases para considerar al sonido como elemento fundamental en la concepción y diseño del espacio arquitectónico y urbano.

**CONTENIDO SINTÉTICO:**

Temática sugerida:

1. Introducción al curso.
  - ¿Qué es el sonido?
  - ¿Por qué el sonido y la arquitectura?
  - La experiencia del sonido.
2. Propiedades del sonido.
  - Propagación y velocidad del sonido.
  - Frecuencia, tonalidad, timbre y longitud de onda.
  - Presión sonora, intensidad sonora, potencia sonora, volumen sonoro y fuentes sonoras.
  - El oído humano y la audición.
  - Los decibeles.
3. El fenómeno acústico en los espacios arquitectónicos y urbanos.
  - Reflexión sonora.
  - Absorción sonora.

- Difusión sonora.
- Difracción sonora.
- El fenómeno de la reverberación y la resonancia.
- 
- 4. El ruido.
  - El ruido y la ciudad.
  - El ruido y la arquitectura.
- 5. El espacio sónico en la arquitectura y el urbanismo.
  - El carácter sónico del espacio arquitectónico y urbano.
  - Función.
  - Atmósfera.
  - Expresión.
  - La experiencia sónica del espacio en la arquitectura y el urbanismo.
- 6. Criterios generales de diseño arquitectónico y urbano con base en el sonido.

**MODALIDADES DE CONDUCCIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:**

La UEA se desarrollará de acuerdo a las siguientes modalidades:

- Exposición temática por parte del profesor y los alumnos, con apoyo de material gráfico y audiovisual.
- Investigación documental y gráfica por parte de los alumnos.
- Realización de reportes de investigación en campo de la percepción auditiva individual.
- Recorridos sonoros de percepción espacial en forma grupal e individual.

**MODALIDADES DE EVALUACIÓN:****Evaluación Parcial**

- Evaluaciones periódicas orales o escritas, individuales y en equipo.
- Valoración de los temas de lecturas y de la apreciación visual y auditiva.
- Participación en clases a través de intervenciones y aportes.
- Valoración de la calidad y creatividad de los ejercicios realizados.

**Evaluación Global**

- Promedio de evaluaciones periódicas.
- Evaluación terminal teórica o práctica.

**Evaluación de Recuperación**

- No hay.

**BIBLIOGRAFÍA NECESARIA O RECOMENDABLE:**

- Ambrose, J. (1995). Simplified Design for Building Sound Control. New York: John Wiley & Sons.
- Bachelard, G. (1975). La Poética del Espacio. México: Fondo de Cultura Económica.
- Campos, J. (2002). Las Voces de Gaudí. Barcelona: UPC.
- Cohen, J. (1973). Sensación y Percepción Auditiva y de los Sentidos Menores. México: Trillas.
- Doelle, L. (1972). (1972). Environmental Acoustics. New York: McGraw Hill Book Company.
- Hall, E. (1972). La Dimensión Oculta. México: Siglo XXI.



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana

ADECUACIÓN  
PRESENTADA AL COLEGIO ACADÉMICO  
EN SU SESIÓN NÚM. \_\_\_\_\_

**EL SECRETARIO DEL COLEGIO**

|  |                                |       |
|--|--------------------------------|-------|
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA |                                | 3 / 3 |
| CLAVE 1401033                                | Espacio, Sonido y Arquitectura |       |

- Sancho, V. (2008). Acústica Arquitectónica y Urbanística. México: Limusa.
- Pallasmaa, J. (2005). The Eyes of The Skin. Architecture an The Senses. New York: John Wiley & Sons.
- Rasmussen, S. (1959). Experiencing Architecture. Cambridge: The MIT Press.
- Rodríguez, F. (s / f). La Importancia de la Acústica en la Enseñanza y la Investigación en Arquitectura. México: CyAD UAM – Azcapotzalco.
- Rodríguez, F. (2013). Espacio, Sonido y Arquitectura. México: Limusa.
- Rodríguez, M. (2001). Introducción a la Arquitectura Bioclimática. México: Limusa.
- Schiffman, H. (2010). La Percepción Sensorial. México: Limusa.
- Sharr, A. (2008). La Cabaña de Heidegger. Un Espacio para Pensar. Barcelona: Gustavo Gili.
- Zumthor, P. (2006). Atmósferas. Entornos Arquitectónicos. Las Cosas a mi Alrededor. Barcelona: Gustavo Gili.



**Universidad Autónoma Metropolitana**

ADECUACIÓN  
PRESENTADA AL COLEGIO ACADÉMICO  
EN SU SESIÓN NÚM. \_\_\_\_\_

**EL SECRETARIO DEL COLEGIO**



|  |   |  |  |                        |
|--|---|--|--|------------------------|
| UNIDAD AZCAPOTZALCO                          |   | DIVISIÓN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO |  | 1 / 3                  |
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA |   |  |  |                        |
| CLAVE<br>1401065                             | UNIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE<br>Ruido y Ciudad |  |  | CRÉDITOS<br>6          |
|  |   |  |  | TIPO<br>OPTATIVA       |
| H. TEÓRICAS<br>3.0                           | SERIACIÓN   |  |  | TRIMESTRE<br>VII - XII |
| H. PRÁCTICAS<br>0.0                          |   |  |  |                        |

**OBJETIVO GENERAL:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

Entender el papel del ruido ambiental y el paisaje sonoro a partir del análisis del espacio público y su interacción con las actividades y la vida pública de la ciudad.

**OBJETIVOS PARCIALES:**

Al final de la UEA el alumno será capaz de:

- Comprender los conceptos de ciudad, espacio urbano y espacio público
- Entender la relación del espacio público con el ruido y el ambiente sonoro
- Aplicar modelos de análisis al estudio del ruido ambiental y el paisaje sonoro en el espacio público
- Identificar el carácter sonoro del espacio urbano como elemento distintivo del ambiente sonoro en la ciudad

**CONTENIDO SINTÉTICO:**

Temática sugerida:

- La ciudad, el espacio urbano y el espacio público.
- El espacio público, el ruido y el ambiente sonoro.
- La observación ¿quién, qué y dónde?
- Conteo, medición, mapeo.
- Paisaje sonoro urbano.
- El carácter sonoro del espacio urbano.

**MODALIDADES DE CONDUCCIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:**

La UEA se desarrollará de acuerdo a las siguientes modalidades:

- Exposición temática por parte del profesor y los alumnos, con apoyo de material gráfico y audiovisual.
- Investigación documental y de campo por parte de los alumnos.
- Aplicación de los conceptos aprendidos a un caso de estudio específico.

**MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

|  |                |       |
|--|----------------|-------|
| NOMBRE DEL PLAN LICENCIATURA EN ARQUITECTURA |                | 2 / 2 |
| CLAVE 1401065                                | Ruido y Ciudad |       |

**Evaluación Parcial**

- Evaluaciones periódicas orales o escritas, individuales y en equipo.
- Valoración de los temas de lecturas y de la apreciación visual y auditiva.
- Participación en clases a través de intervenciones y aportes.
- Valoración de la calidad y creatividad de los ejercicios realizados.

**Evaluación Global**

- Promedio de evaluaciones periódicas.
- Evaluación terminal teórica o práctica.

**Evaluación de Recuperación**

- No hay.

**BIBLIOGRAFÍA:**

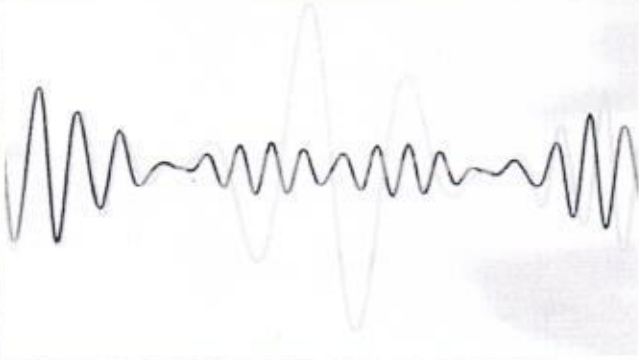
- Gehl, J. (2013). La Humanización del Espacio Urbano. Barcelona: Reverté.
- Bazant, J. (2008). Manual de Diseño Urbano. México: Trillas.
- Lynch, K. (2013). La Imagen de la Ciudad. Barcelona: Gustavo Gili.
- Rossi, A. (2013). La Arquitectura de la Ciudad. Italia: Gustavo Gili.
- Rodríguez, F. (2013). Espacio, Sonido y Arquitectura. México: Limusa.
- Ducci, M. (2012). Conceptos Básicos de Urbanismo. México: Trillas.
- Oseas, T. y Mercado, E. (1992). Manual de Investigación Urbana. México: Trillas.



Casa abierta al tiempo  
**Universidad Autónoma Metropolitana**

ADECUACIÓN  
 PRESENTADA AL COLEGIO ACADÉMICO  
 EN SU SESIÓN NÚM. \_\_\_\_\_


**EL SECRETARIO DEL COLEGIO**



Fundamentos  
del sonido

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo  
M. en D. Elisa Garay Vargas

MATERIAL DE APOYO PARA LAS UEA OPTATIVAS  
Acústica y Control de Ruido en los Edificios,  
Espacio sonido y arquitectura, y Ruido y ciudad



Propiedades  
del  
sonido

- a. Origen del sonido
- b. Propagación y velocidad del sonido
- c. Frecuencia, tonalidad, timbre y longitud de onda

### a. Origen del sonido

- Física (objetivo) – es una fluctuación en la presión (vibración): el desplazamiento de partículas en un medio elástico.



## a. Origen del sonido

Percepción (subjetivo) – sensación auditiva evocada por la fluctuación en la presión (vibración) sobre los oídos e interpretada por el cerebro.

## b. Propagación

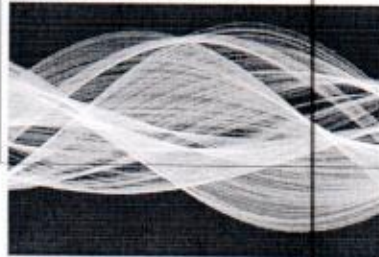
- Siempre ocurre a través de un medio elástico.



- El medio más común es el aire

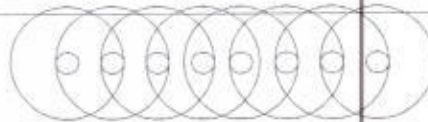


-El sonido se propaga mediante ondas



## b. Propagación

- Las ondas sonoras no son como las conocemos, sinusoidales, por propagarse en un medio elástico son ondas longitudinales (empujan y sueltan)
- Cuando el sonido se genera es siempre a partir de una fuente sonora, y estas pueden ser: puntuales y longitudinales



## b. Velocidad del sonido

- Una de las propiedades del sonido es su velocidad, y ésta depende del tiempo de propagación.

| Material                    | Density (kg/m <sup>3</sup> ) | Speed of Sound (m/s) |       |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------|-------|
| Air at 0° C                 | 1.293                        | 331                  | 1035  |
| Air at 20° C                | 1.21                         | 343                  | 1125  |
| Hydrogen at 0° C            | 0.09                         | 1270                 | 4135  |
| Helium at 0° C              | 0.18                         | 917                  | 2910  |
| Aluminum at 100° C          | 2700                         | 5000                 | 16400 |
| Water at 17° C              | 998                          | 1480                 | 4790  |
| Lead                        | 11300                        | 1700                 | 5545  |
| Acetone                     | 780                          | 1200                 | 3930  |
| Carbon                      | 2200                         | 3500                 | 11340 |
| Iron (bar)                  | 7800                         | 5100                 | 16065 |
| Steel (bar)                 | 7800                         | 5000                 | 15800 |
| Copper (bar)                | 8900                         | 3500                 | 11300 |
| Lead (bar)                  | 11300                        | 1700                 | 5545  |
| Plastic (bar)               | 1200                         | 2600                 | 8520  |
| Pyrex (bar)                 | 2600                         | 3400                 | 11060 |
| For Titanium                | 4500                         | 3000                 | 9750  |
| Concrete (bar)              | 2300                         | 3400                 | 11060 |
| Aluminum beam (1.27 m x 2") | 2700                         | 5000                 | 16400 |
| Lead                        | 11300                        | 1700                 | 5545  |
| Aluminum                    | 2700                         | 5000                 | 16400 |
| Aluminum rubber             | 1200                         | 50                   | 165   |

## b. Velocidad del sonido

- Tren en la distancia



- Bomba sónica



## c. Frecuencia

Es la tasa de repetición de una onda sonora completa en una unidad de tiempo (seg).

Mayor cantidad de ondas completas – frecuencia mayor

Menor cantidad de ondas completas - frecuencia menor



Se les llama ciclos por segundo a las ondas completas y esos ciclos se les ha dado el nombre de Hertz.

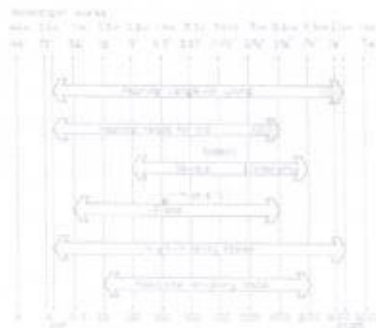
### c. Tonalidad

- Las frecuencias de 1 a n..... tienen tonalidad.
- La frecuencia 1 por ser menor es la de sonido más grave y la frecuencia 2000 por ser mayor es un sonido agudo, a esto se le llama tonalidad y esta va en función de la frecuencia.



### c. Tonalidad

Escuchamos las frecuencias, en un rango entre 20 y 20000 Hz o rango de audición humana.





### c. Timbre

Es el conjunto de armónicos (frecuencias secundarias, que acompañan a la frecuencia fundamental o tono fundamental), lo que genera un carácter especial en cada sonido.



### c. Longitud de onda

La longitud de onda es el tamaño del sonido  
¿De qué tamaño es la onda sonora?



A frecuencias mayores – menor longitud de onda  
A frecuencias menores – mayor longitud de onda

### c. Longitud de onda

- La longitud de onda está relacionada con la velocidad del sonido y la frecuencia:

$\lambda$  = longitud de onda  
 $c$  = velocidad del sonido  
 $f$  = frecuencia del sonido

$$\lambda = \frac{c}{f}$$



Propiedades del sonido  
¿Cómo se manifiesta el sonido?  
¿Cómo podemos detectar el sonido?  
¿Cómo podemos medirlo?

## ¿Cómo se manifiesta el sonido?

El sonido es una fluctuación en la presión, por lo que, esta es la forma en la que se manifiesta.

Cada frecuencia ejerce una presión distinta a causa de su longitud de onda.

## ¿Cómo podemos detectar el sonido?

Mediante las diferencias de presión atmosférica, entonces se dice que existe la presión sonora.

La presión sonora es un parámetro físico que podemos detectar mediante instrumentos especializados.

Generalmente la presión en fluidos se mide con un manómetro.



## ¿Cómo podemos detectar el sonido?

-Las presiones de los fluidos son muy grandes, se miden en kg, toneladas, etc.

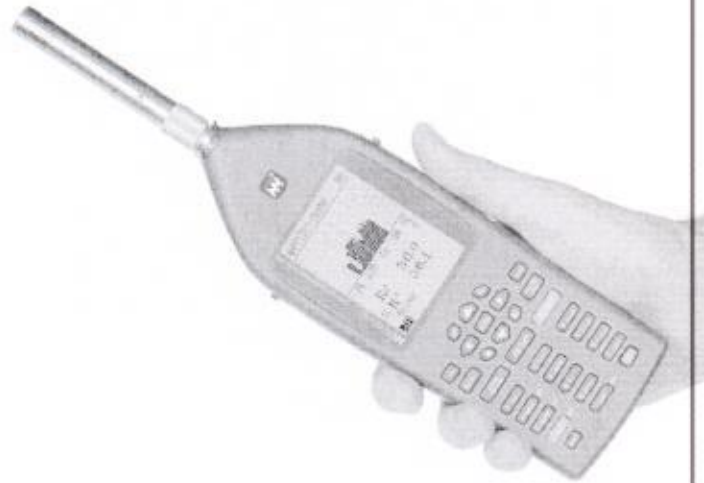
-El sonido es una magnitud muy pequeña, por lo tanto no se puede medir con un manómetro.



## ¿Cómo podemos medir el sonido?

El sonido se mide mediante instrumentos especializados llamados sonómetros, que son en realidad aparatos que transforman las mediciones de presión sonora en decibeles.

¿Cómo podemos medir el sonido?

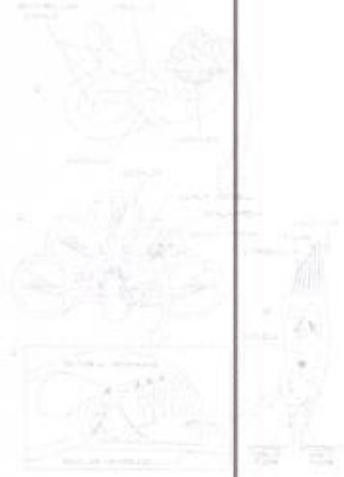
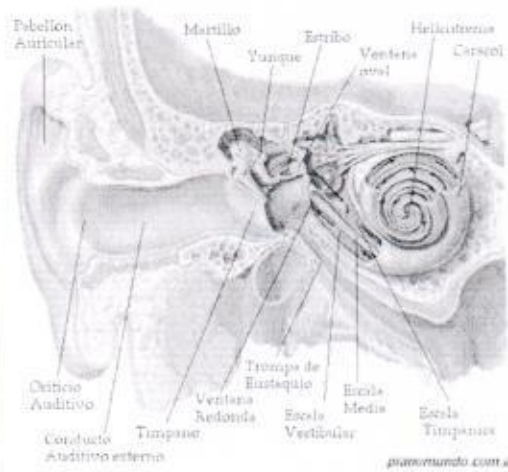


¿Cómo podemos medir el sonido?

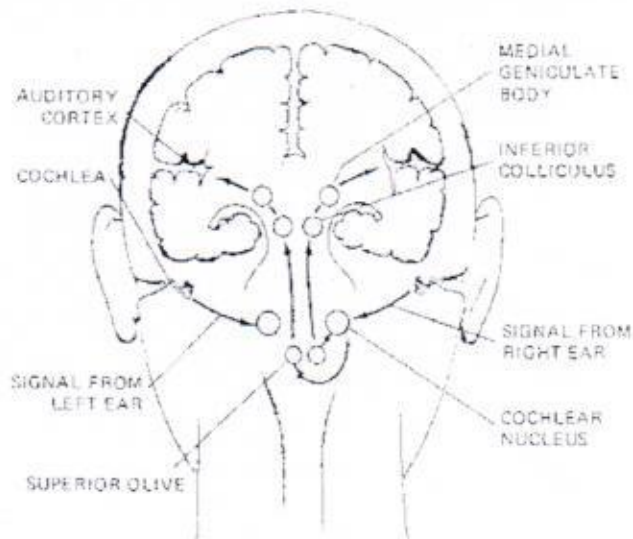
Estructura de un sonómetro



## El oído humano y la audición



## El oído humano y la audición



## Los decibeles

- No son unidades lineales de medición.
- Son niveles, es decir unidades comparadas generalmente con un número de referencia.
- La unidad lineal de medición del sonido son los PASCALES, porque miden la presión sonora.

## Los decibeles

- El rango de presión sonora audible va de 20  $\mu$ Pa a 20 Pa.

0.000020                      20.0

deci = 0.1

centi = 0.01

mili = 0.001

micro = 0.000001

nano = 0.000000001

pico = 0.000000000001

## Los decibeleles

-Si la escala fuera lineal requeriríamos de una cinta de medir de 1,000,000 de unidades para medir de  $20\mu$  a 20 unidades completas.

-Por esto tenemos que optar por otro tipo de escala y esa es la clave de los decibeleles. Se va a optar por una escala por comparación.

## Los decibeleles

-Al comparar en realidad estamos obteniendo un nivel, es decir, que tanto es algo con respecto a algo. Lo que nos da una proporción.

-Como las unidades son muy grandes requerimos de una escala manejable y una escala de este tipo es la escala logarítmica.



## Los decibeleles

-Un logaritmo es: el exponente al cual elevamos una base para obtener un número.

$$b^x = N$$

- Las bases más comunes son: 10 y e.
- En acústica utilizaremos la base 10.

## Los decibeleles

-Escala logarítmica base 10

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| $1 = 10^0$       | $1 = 10^0$           |
| $10 = 10^1$      | $0.1 = 10^{-1}$      |
| $100 = 10^2$     | $0.01 = 10^{-2}$     |
| $1000 = 10^3$    | $0.001 = 10^{-3}$    |
| $10000 = 10^4$   | $0.0001 = 10^{-4}$   |
| $100000 = 10^5$  | $0.00001 = 10^{-5}$  |
| $1000000 = 10^6$ | $0.000001 = 10^{-6}$ |

## Los decibeles

-Escala logarítmica base 10

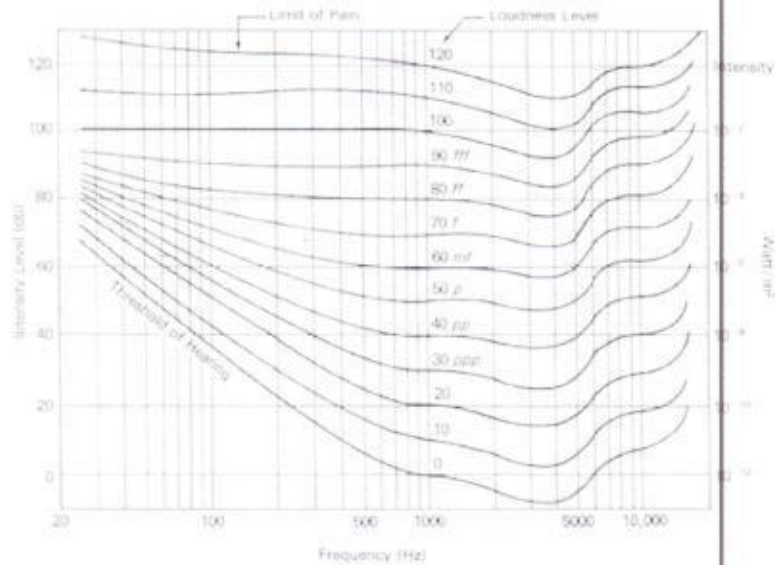
$$\text{SPL} = 20 \log_{10} P_x / P_{\text{ref}}$$

$$\text{SPL} = 10 \log_{10} (P_x / P_{\text{ref}})^2$$

$$\text{SPL} = 10 \log_{10} (P_x / 2 \times 10^{-5} \text{Pa})^2$$

-Por lo tanto la escala de dB va de 0 a 120.

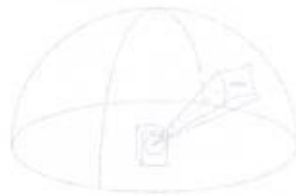
Rango de audición, sensibilidad y sonoridad



## Intensidad sonora

-Es la energía sonora transmitida en una dirección específica a través de una unidad de área normal a esa dirección en el punto considerado.

-Se mide en  $W/m^2$



## Potencia sonora

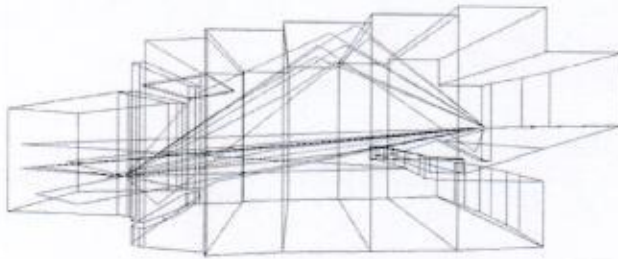
-La fuerza de una fuente acústica se caracteriza por su potencia sonora expresada en Watts.

-Es muy parecida a la potencia de un foco lumínico en el hecho de que es una caracterización directa de la fuerza de la fuente.

## Potencia sonora

-Se utiliza para caracterizar acústicamente cualquier aparato, objeto o maquinaria que emite sonido (ruido).





## El fenómeno acústico en el espacio arquitectónico

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo  
M. en D. Elisa Garay Vargas

MATERIAL DE APOYO PARA UEA OPTATIVA

Acústica y Control de Ruido  
en los Edificios



## El sonido en los espacios arquitectónicos

## Comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos

-¿Cómo se imaginan el sonido dentro de un espacio arquitectónico?.

- Las ondas que se propagan en forma esférica (empujan y contraen) y estas al propagarse chocan y se reflejan, al suceder esto se generan otras ondas esféricas.



## Comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos

-La dirección de las ondas sonoras se sustituyen por rayos.

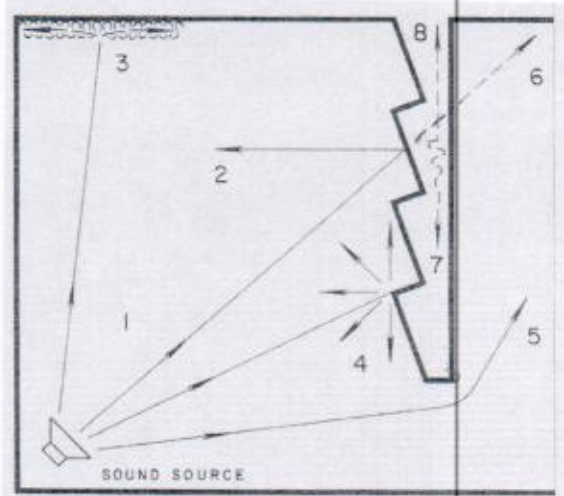
-Así es más sencillo ver el sonido ya que se trazan en plantas y cortes para ver apreciar la trayectoria.

-Los rayos serán líneas rectas hasta encontrarse con algún obstáculo en su camino.

- Esta forma de representar el sonido mediante rayos se llama "acústica geométrica".

## Comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos

- 1- Sonido directo
- 2- Reflexión del sonido
- 3- Absorción del sonido por un tratamiento en los muros
- 4- Difusión del sonido
- 5- Difracción del sonido
- 6- Transmisión del sonido
- 7- Sonido disipado en la estructura
- 8- Sonido conducido por la estructura



## Reflexión del sonido

-El primer estado del sonido en un espacio arquitectónico es su propagación directa entre la fuente sonora y el receptor.

-En el momento en que esta onda sonora encuentra un obstáculo en su camino, sea este objeto o superficie, y siempre y cuando sea comparable con su longitud de onda de su frecuencia fundamental va a reflejarse, en caso de que el objeto sea menor, la onda sonora tenderá a ignorarlo.

## Reflexión del sonido

-En arquitectura la reflexión es muy importante ya que al tratarse de espacios cerrados, generalmente rodeados por muros de dimensiones de medianas a mayores el sonido va a interactuar con ellas.

-Al reflejarse, si la superficie es totalmente lisa y dura, la onda se reflejará de manera especular, donde el ángulo de incidencia será igual al ángulo de reflexión.

## Reflexión del sonido



-Cuando las superficies son curvas presentan las siguientes posibilidades, si la superficie es cóncava el sonido tiende a focalizarse, y si la superficie es convexa el sonido tiende a dispersarse.



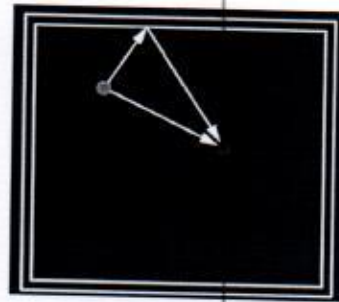


## Reflexión del sonido

-Las reflexiones traen consigo beneficios y problemas:

-Beneficios

-Amplifican la señal original



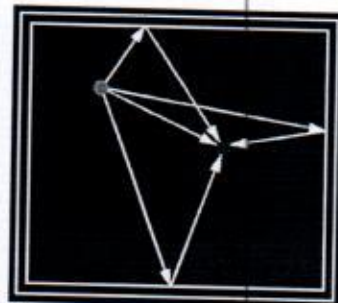
## Reflexión del sonido

-Las reflexiones traen consigo beneficios y problemas:

-Beneficios

-Amplifican la señal original

-Generan un efecto sonoro espacial



## Reflexión del sonido

-Las reflexiones traen consigo beneficios y problemas:

-Beneficios

- Amplifican la señal original
- Generan un efecto sonoro espacial
- Dirigen el sonido hacia donde se desee



## Reflexión del sonido

-Problemas

- Las reflexiones especulares cuando son múltiples tienden a generar un caos sónico.



## Reflexión del sonido

### -Problemas

-Las reflexiones especulares cuando son múltiples tienden a generar un caos sónico.

-Entre superficies paralelas se generan reflexiones estacionarias que ocasionan distorsiones y sonidos sorprendivos no deseados.



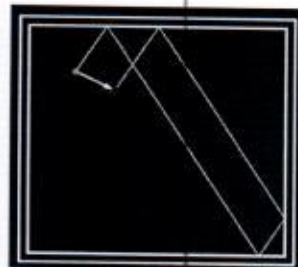
## Reflexión del sonido

### -Problemas

-Las reflexiones especulares cuando son múltiples tienden a generar un caos sónico.

-Entre superficies paralelas se generan reflexiones estacionarias que ocasionan distorsiones y sonidos sorprendivos no deseados

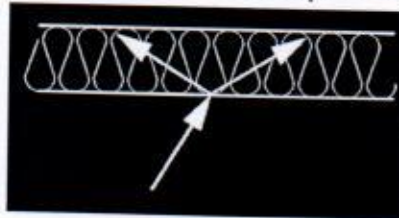
-Cuando las reflexiones arriban muy tarde a los oídos del receptor se generan los "ecos"



## Absorción sonora

-Todas las superficies y objetos tienen propiedades acústicas, resumiéndose ellas en el fenómeno de la absorción.

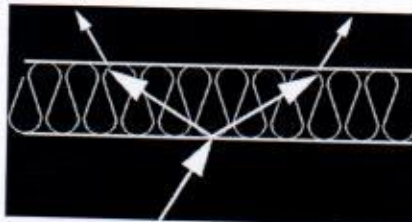
-La absorción sonora es la propiedad por la cual el sonido se atenúa en cierto grado al entrar en contacto con la superficie.



## Absorción sonora

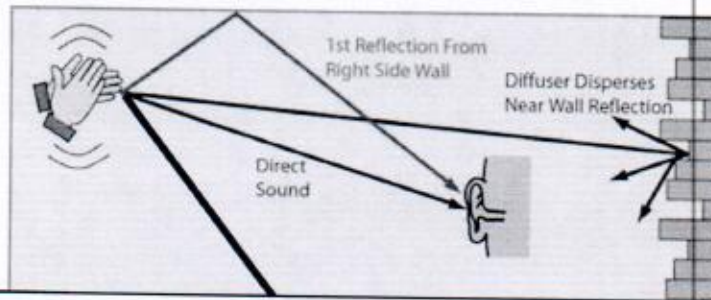
-La absorción es en sí una transformación de la energía sonora en energía calorífica.

-Otro fenómeno asociado con la absorción es el de la transmisión sonora, ya que los materiales absorbentes tienden a dejar pasar el sonido.



## Difusión sonora

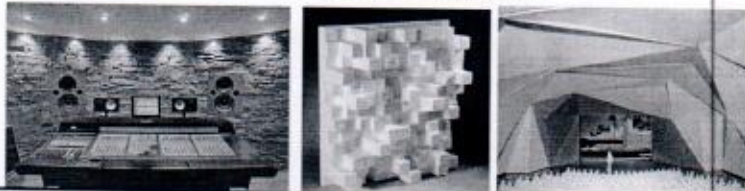
-Cuando las superficies en las que se refleja el sonido, no son lisas, es decir que presentan irregularidades o geometrías diversas como en el caso de las superficies convexas el sonido tiende a dispersarse, esto es, se rompe el rayo incidente en múltiples reflexiones de acuerdo a la geometría con la que se encuentra.



## Difusión sonora

-Cuando las superficies en las que se refleja el sonido, no son lisas, es decir que presentan irregularidades o geometrías diversas como en el caso de las superficies convexas el sonido tiende a dispersarse, esto es, se rompe el rayo incidente en múltiples reflexiones de acuerdo a la geometría con la que se encuentra.

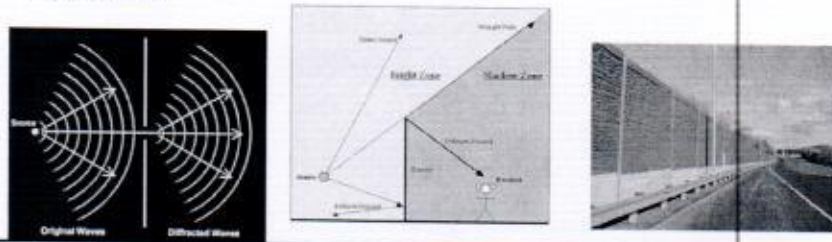
-La difusión es uno de los fenómenos más estudiados en la acústica de recintos.



## Difracción sonora

-Cuando en la propagación del sonido este se encuentra con bordes o perforaciones en su camino, la onda sonora tiende a pandearse hacia el interior de la superficie en el caso de los bordes, o a reemitirse en el caso de las perforaciones.

-Es un fenómeno que se presenta en las barreras acústicas.



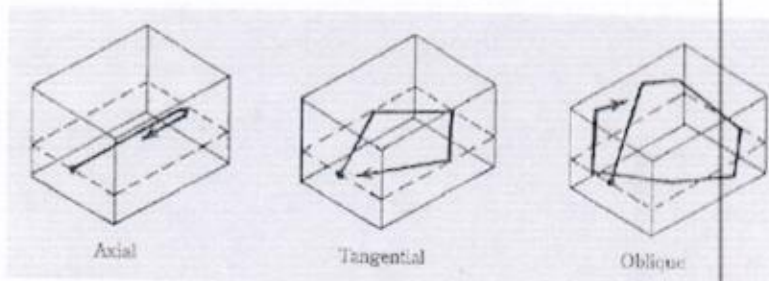
Resonancia  
y  
Reverberación

## 1. Resonancia

Es un fenómeno que permite que los sonidos se distingan mejor en un espacio cerrado que en uno abierto, debido a que los límites de la envolvente del recinto alteran la distribución del sonido que emana de la fuente, e incrementan el nivel sonoro promedio dentro del recinto.

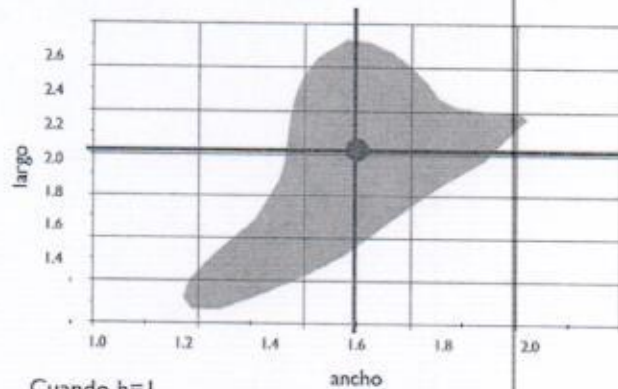
El aire vibra dentro de un espacio y las frecuencias de resonancia se determinan aproximadamente por las dimensiones del recinto y se dice entonces que los modos normales del recinto están presentes.

## Modos de vibración



## Ejemplo

Según la gráfica de Bolt, existen relaciones recomendadas para obtener las dimensiones ideales de una sala rectangular con las que se evitará la presencia de defectos que influyan en el comportamiento acústico normal del espacio.



Cuando  $h=1$

Relación 1 - 1.5 - 2.2

Medidas reales en metros 4 - 6 - 8.8

Medidas a escala en cm 40 - 60 - 88

## 2. Reverberación

Es la persistencia del sonido en el recinto aún cuando la fuente sonora se haya "apagado", debido a que el sonido continúa presente por una sucesión de reflexiones en las paredes, el piso y el plafón.

Tiempo de Reverberación

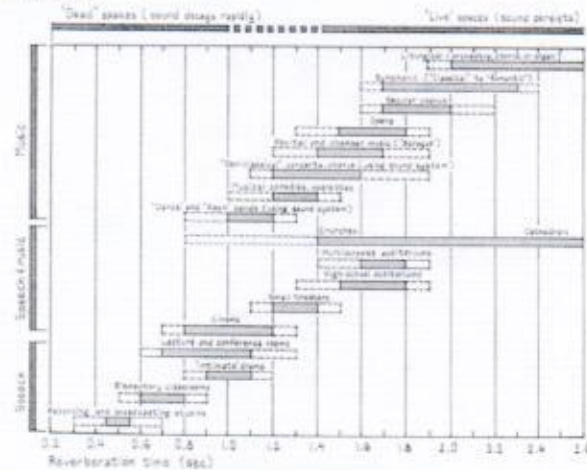
Es el tiempo que transcurre entre el nivel máximo de sonido y una pérdida de 60 decibeles.





¿Cuándo es buena y cuándo es mala la reverberación?

Generalmente una reverberación excesiva es la responsable de la mayoría de los defectos acústicos que estropean la acústica de los recintos.



Se dice que la reverberación es directamente proporcional al volumen e indirectamente proporcional a la absorción total del espacio.

La fórmula para calcular el Tiempo de Reverberación se conoce como fórmula de Sabine, ésta se utiliza generalmente en laboratorios para calcular coeficientes de absorción de los materiales y es fácil de utilizar en términos de arquitectura.

Así que:

$$T = 0.161 \frac{V}{A}$$

T = Tiempo de reverberación

V = Volumen del espacio

A = Total de m<sup>2</sup> de absorción en las superficies

Para obtener el área de absorción de la superficie se multiplican m<sup>2</sup> los por el coeficiente de absorción del material a utilizar.

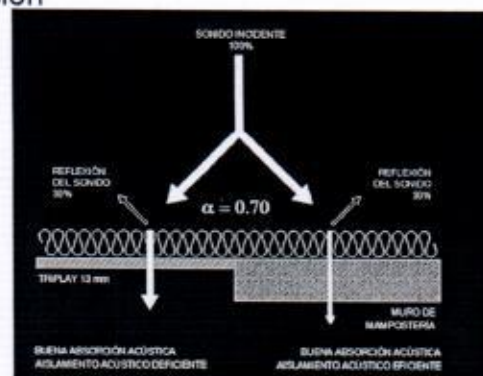
Características de la  
absorción sonora

## Absorción

Todos los materiales con las que están hechas las edificaciones, tienen la capacidad de absorber el sonido en cierto grado.

Cuando el sonido choca en las superficies puede ser absorbido o reflejado. La parte del sonido que es absorbido por algún material se convierte en energía calorífica y la otra parte del sonido se transmite al otro lado del material, a menos que haya alguna barrera dura y pesada que impida que el sonido pase del otro lado.

## Absorción



Entonces se puede decir que un material absorbente es un buen transmisor pero un mal aislante.

Si un material absorbente está confinado dentro de dos superficies duras entonces ayudará a que el sonido no viaje de un lado a otro y podemos decir que el material forma parte de un buen sistema aislante.

## Coeficiente de absorción

La forma por la cual podemos conocer que tanto absorbe un material, es a través de un factor conocido como coeficiente de absorción, que se obtiene mediante pruebas realizadas a los materiales en laboratorios especializados.

Para cada material existe un coeficiente de absorción y se denomina  $\alpha$ , y es dependiente de la frecuencia sonora, es decir, para cada banda de frecuencia existe un coeficiente de absorción específico.

Ej:

Tabique natural

125 250 500 1000 2000 4000 NRC

Para cada material existe un coeficiente de absorción y se denomina  $\alpha$ , y es dependiente de la frecuencia sonora, es decir, para cada banda de frecuencia existe un coeficiente de absorción específico.

Ej:

Tabique natural

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | NRC  |
| 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 |

Para cada material existe un coeficiente de absorción y se denomina  $\alpha$ , y es dependiente de la frecuencia sonora, es decir, para cada banda de frecuencia existe un coeficiente de absorción específico.

Ej:

Tabique natural

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | NRC  |
| 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 |

Para cada material existe un coeficiente de absorción y se denomina  $\alpha$ , y es dependiente de la frecuencia sonora, es decir, para cada banda de frecuencia existe un coeficiente de absorción específico.

Ej:

Tabique natural

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | NRC  |
| 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 |

### Materiales

Los materiales de acuerdo a su absorción pueden clasificarse de la siguiente forma:

- a. Materiales porosos – son todos aquellos que tienen espacios de aire en su estructura (rocas, espumas, etc.)
- b. Materiales fibrosos – su estructura es a base de fibras (textiles, lanas minerales, fibras de vidrio, etc.)

### Dispositivos absorbentes

Son la combinación de diversos elementos para obtener absorción a partir de la interacción de la energía sonora en cavidades, paneles, membranas, perforaciones, ranuras, etc. con o sin materiales absorbentes.

32 63 125 250 500 1000 2000 4000

### Dispositivos compuestos

Generalmente estos dispositivos se diseñan para que sean eficientes en cierto rango del espectro sonoro (bandas de frecuencia), mediante la combinación de materiales absorbentes con diversos elementos como son muros, espacios de aire y distintos tipos de paneles.

32 63 125 250 500 1000 2000 4000

### Absorción y reverberación

Los coeficientes de absorción son fundamentales para obtener los valores necesarios que aplican en la relación:

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{A}$$

T = Tiempo de reverberación

V = Volumen del espacio

A = Total de m<sup>2</sup> de absorción en las superficies

$$A = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + S_3\alpha_3 + \dots + S_n\alpha_n$$

S = superficie del material

Busqueda en Internet  
Materiales y dispositivos de absorción  
sonora



Criterios  
de  
acondicionamiento  
acústico

Confort acústico

- Pregunta ¿Qué es el confort acústico?
- ¿Qué se puede considerar para decir que estamos en confort acústico?
  - Que no moleste
  - Que no dañe
  - Permita trabajar o hacer alguna actividad
  - Permita disfrutar y gozar

Confort ambiental integral

- Confort térmico - ° C
- Confort lumínico - lux
- Confort acústico - dB

### Confort acústico

No sólo aquellos espacios que tienen la difusión o el control del sonido como una de sus funciones principales, los que requieren de una atención desde el punto de vista de la acústico, sino que son todos los espacios que el ser humano utiliza, pues requieren de un diseño acústico adecuado, y esto es explicable simple y sencillamente por una razón:

*“El ser humano tiene oídos y los utiliza siempre”*

### Confort acústico

Los términos relacionados son:

- Calidad acústica
- Preferencia acústica
- Preferencia subjetiva individual
- Ruido de fondo bajo
- TR óptimo
- TR preferido

*Todo es subjetivo, el confort en general, se asocia a un solo individuo y sus gustos particulares.*

### Confort acústico

Se puede decir que:

*“El confort acústico es el estado de satisfacción o de bienestar físico y mental del ser humano debido a su percepción auditiva, en un momento dado y en un ambiente específico”*

### Confort acústico

Es importante recordar que el confort acústico se compone entonces de:

- El carácter (RT)
- La magnitud (Intensidad sonora) (dBA)
- La percepción conjunta de los dos puntos anteriores

### Niveles de confort

- Nivel sonoro máximo de ruido de fondo (dBA)
- RT

El nivel máximo de ruido de fondo, es el ambiente sonoro en dBA que debe existir en un espacio para poder desarrollar una actividad (el espacio por sí solo).

El RT debe existir para que el ambiente no genere molestia e ininteligibilidad.

### Niveles de confort

#### Ejemplo del edificio L

- Sistema de sonido tiene la intensidad sonora necesaria
- El RT es muy alto tiene entre 4 y 5 segundos.
- El edificio L requiere disminuir el RT hasta 1.5 segundos, para hacerlo un espacio de convivencia que no genere un ambiente de caos.

## Niveles Sonoros en dBA

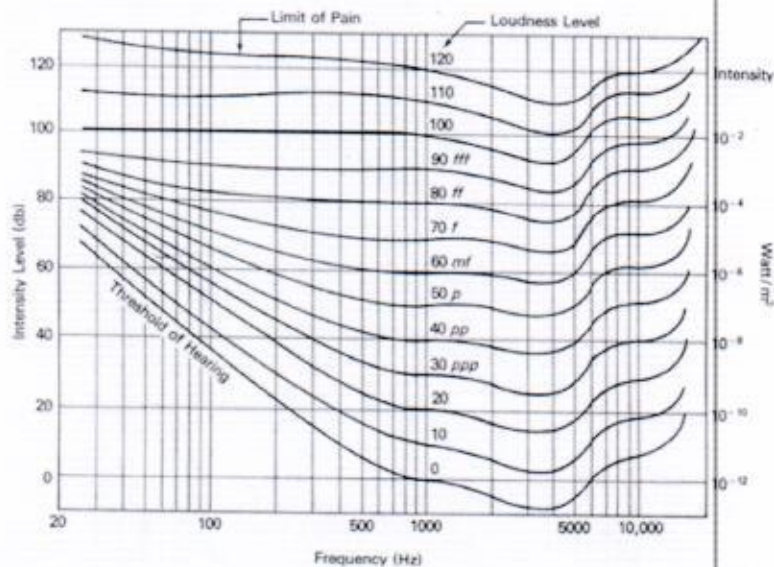
Los dB son una comparación logarítmica. Y los dB se miden por cada banda de octava de frecuencias.

125 250 500 1000 2000 4000

El nivel sonoro es distinto para cada banda de frecuencia en un momento simultaneo.

Para los arquitectos estos datos son sobrados, así que se hace un promedio ponderado que tiene que ver con el nivel de sensibilidad del oído humano.

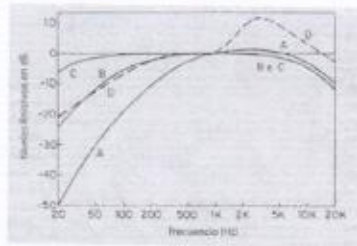
## Sensibilidad auditiva humana



## Niveles Sonoros en dBA

Existen los niveles ponderados para determinar el promedio de dB en las diferentes bandas de frecuencia.

dBA- Refiere la escala ponderada con respecto a la sensibilidad auditiva humana, y esta compensación arroja un solo número.



CRITERIOS  
DE  
CONFORT ACÚSTICO

| Tipología              | Espacios Arquitectónicos                 | Nivel máximo de Ruido de fondo (dBA) | T <sub>60</sub> (+/- 0.2 s) |
|------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------|
| Vivienda y residencial | Estar y comedor                          | 43                                   | 0.8                         |
|                        | Recámaras                                | 38                                   | 0.8                         |
|                        | Cocina, lavandería y baño                | 58                                   | 1.0                         |
| Educación              | Aulas en general                         | 43                                   | 0.6                         |
|                        | Aulas Taller                             | 52                                   | 0.8                         |
|                        | Espacios para seminarios y conferencias  | 38                                   | 1.0                         |
|                        | Auditorios pequeños                      | 40                                   | 1.0                         |
|                        | Bibliotecas                              | 38                                   | 1.0                         |
|                        | Salas de cómputo                         | 56                                   | 1.0                         |
|                        | Corredores y espacios de circulación     | 51                                   | 1.2                         |
| Cultura                | Museos y galerías de arte                | 36                                   | 0.8                         |
|                        | Museos del niño y otros museos interact. | 43                                   | 1.0                         |
|                        | Bibliotecas públicas                     | 43                                   | 1.0                         |
|                        | Grandes auditorios                       | 36                                   | 1.5                         |
|                        | Teatros y cines                          | 28                                   | 1.0                         |
|                        | Opera                                    | 28                                   | 1.5                         |
|                        | Salas de concierto                       | 28                                   | 1.8                         |
| Salud                  | Consultorios                             | 43                                   | 0.8                         |
|                        | Cuartos de hospital                      | 38                                   | 0.6                         |
|                        | Áreas de cirugía                         | 43                                   | 1.0                         |
|                        | Laboratorios y salas de espera           | 52                                   | 1.2                         |
|                        | Cocinas y lavanderías                    | 58                                   | 1.2                         |

| Tipología                              | Espacios Arquitectónicos                  | Nivel máximo de Ruido de fondo (dBA) | T <sub>60</sub> (+/- 0.2 s) |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------------|
| Religión                               | Capillas e iglesias pequeñas              | 36                                   | 1.5                         |
|  | Iglesias, sinagogas y grandes templos     | 36                                   | 2.2                         |
| Oficinas                               | Cuartos de cómputo                        | 56                                   | 1.0                         |
|  | Oficinas generales                        | 52                                   | 1.0                         |
|  | Vestibulos, corredores y áreas de circul. | 52                                   | 1.2                         |
|  | Grandes oficinas, secretarías             | 47                                   | 1.0                         |
|  | Oficinas privadas y semiprivadas          | 42                                   | 0.8                         |
|  | Oficinas ejecutivas y espacios de confer. | 38                                   | 0.8                         |
| Comercial                              | Tiendas y almacenes                       | 47                                   | 1.5                         |
|  | Restaurants y cafeterías                  | 47                                   | 1.0                         |
|  | Cuartos de Hotel                          | 42                                   | 0.8                         |
|  | Cocina y lavanderías                      | 58                                   | 1.2                         |
|  | Estudios de Radio y TV                    | 28                                   | 0.5                         |
| Transporte                             | Vestibulos, corredores y áreas de circul. | 52                                   | 1.5                         |
|  | Áreas de espera                           | 52                                   | 1.2                         |
| Industrial                             | Áreas de trabajo                          | 70                                   | 1.5                         |
|  | Talleres en general                       | 58                                   | 1.2                         |
| Recreación, deportes y entretenimiento | Estadíos cubiertos                        | 52                                   | 1.5                         |
|  | Albercas y gimnasios                      | 52                                   | 1.2                         |
|  | Árenas                                    | 52                                   | 1.5                         |

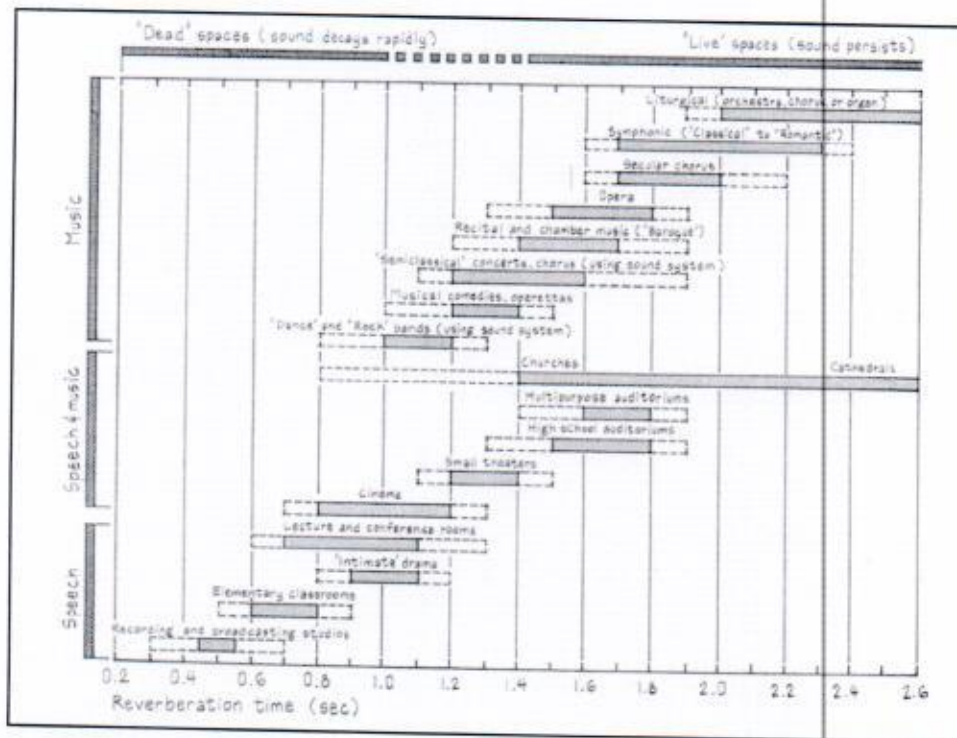
## Acondicionamiento Acústico

¿Que elementos intervienen?

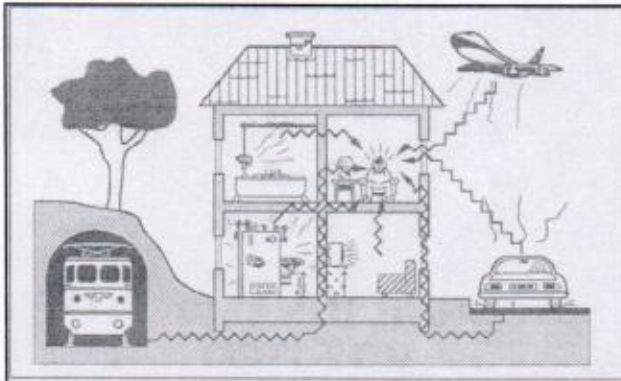
- Volumen
- Geometría
- Materiales
- Contenidos

Estrategias :

- Aumentar o disminuir el RT cambiando la absorción.
- Aumentar o disminuir el volúmen.
- Disminuir el nivel sonoro de fondo.
- ¿Cuál es el rango RT recomendado?







## Control de ruido en los edificios

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo  
M. en D. Elisa Garay Vargas

MATERIAL DE APOYO PARA UEA OPTATIVA

Acústica y Control de Ruido  
en los Edificios



## El ruido en los edificios

¿Qué es el ruido?

¿Qué es el ruido?

Por definición el ruido es sonido no deseado.

El ruido se considera como contaminación ambiental y tiene efectos en el ser humano.

Tiene un impacto en la salud general.

## Fuentes de ruido

| Ambiente / fuente sonora      | Nivel dBA |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Exteriores</b>             |           |
| constructor de césped a 1.5 m | 85        |
| discos a 75 m                 | 100       |
| calle tranquila               | 45        |
| a 50 m de tráfico denso       | 63        |
| carretera autovista transiata | 75        |
| aeropuerto a 300 m            | 78        |
| calle ruidosa                 | 67        |
| calle suburbana por la noche  | 40        |
| <b>Interiores</b>             |           |
| arena música rock vivo        | 121       |
| sala audiovisual              | 81        |
| auditorio deportivo           | 89        |
| aula                          | 71        |
| sala de computo               | 66        |
| gimnasio                      | 90        |
| cocina                        | 65        |
| laboratorio                   | 71        |
| biblioteca                    | 71        |
| cuarto de máquinas            | 68        |
| sala de ensayo musical        | 84        |
| área de recepción y lobby     | 100       |
| estación de radio             | 78        |
| residencia tranquila          | 38        |
| oficina privada               | 56        |
| radio grabadora               | 56        |
| señal mensajería              | 51        |
| oficina general               | 54        |
| oficina Webex                 | 68        |
| estación trabajo industrial   | 88        |
| cafetería escuela             | 54        |
| <b>Sonidos comunes a TM</b>   |           |
| salida A/C silenciosa         | 45        |
| convertidor tranquilo         | 63        |
| salida A/C ruidoso            | 73        |
| máquina registradora          | 79        |
| convertidor voz a la          | 78        |
| teléfono mecánico             | 92        |
| sierra a motor                | 96        |
| perforadora / mezcladora      | 101       |
| cepillo para madera           | 103       |

## ¿Cómo puede afectar el ruido la salud?

No dormir



No concentrarse



Genera dolores de cabeza



Accidentes



Pérdida de la audición



¿Cómo se transmite el ruido?

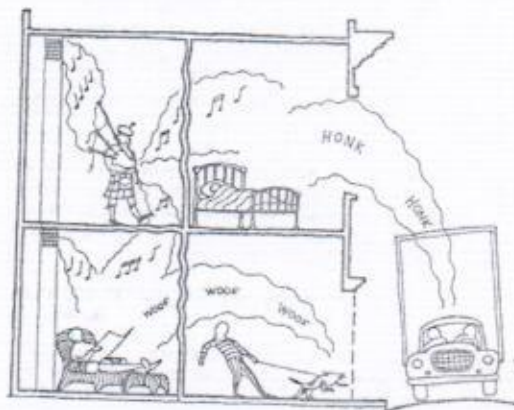
- Vía aérea

suenas → oímos

- Impacto o vía estructural

suenas → vibra → transmite → suenas

Transmisión aérea  
¿Qué pasa en los edificios?



Transmisión aérea  
¿Qué pasa en los edificios?



- Forma de transmisión:
- Directa (en función de la distancia)
  - Traspasando una división: barrera, ventana, muro

Transmisión aérea  
¿Cómo se transmite?



Transmisión aérea  
¿Cómo se transmite?



¿Cómo se controla?  
- Atenuando la vibración

Transmisión por impacto o vía estructural  
¿Qué pasa en los edificios?



Transmisión por impacto o vía estructural  
¿Qué pasa en los edificios?

- Por impacto: golpes en losas, muros y pisos, cuando le pegamos a cualquier sólido y escuchamos la estructura.

Hay disipación de la energía y esta se distribuye, es por eso que si golpean en el 12° piso lo podemos escuchar en el 1° .

Esto ocurre cuando la estructura está toda conectada entre si.

Transmisión por impacto o vía estructural  
¿Qué pasa en los edificios?

- Vía estructural: además de los impactos, el arrastre de muebles, la tubería de agua, bajadas drenaje, basura cayendo, pasos, y cierre de puertas, closets, ventanas.

Son los ruidos que hacen vibrar la estructura al tener cierto tipo de fricción entre sólidos o líquidos y sólidos.

Esto ocurre cuando la estructura está toda conectada entre si.

¿Cuándo ocurre la transmisión sonora?

Siempre que la estructura esté conectada entre sí y las divisiones vibren, el sonido o ruido encontrará la forma de viajar por un medio aéreo o estructural entre fuente y receptor.

### Transmisión sonora

Para controlar el ruido tomamos en cuenta:



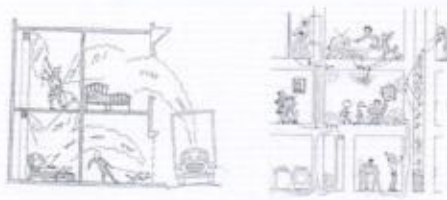
Para controlar el ruido podemos:

- Controlar la fuente sonora ¿Cómo voy a atenuar la intensidad de la fuente sonora?
- Controlar la vía de transmisión. ¿Cómo vamos a impedir que el sonido pase?
- ¿Qué vamos a hacer con el receptor para que no escuche?



## El aislamiento acústico en los edificios

Cuando estamos en un lugar y no queremos escuchar lo que sucede al lado, arriba, abajo, afuera, necesitamos aislarnos acústicamente.



Cuando estamos en un lugar y no queremos escuchar lo que sucede al lado, arriba, abajo, afuera, necesitamos aislarnos acústicamente.



¿Cómo?

La solución sería poner "algo" que impida que el sonido o ruido pase al espacio en donde estamos, puesto que no es adecuado para la actividad que estamos desarrollando o para nuestra tranquilidad

¿Qué es el aislamiento acústico en las edificaciones?

¿Qué es el aislamiento acústico en las edificaciones?

Es la capacidad de un material, dispositivo o estructura de prevenir que el sonido alcance un sitio específico.

¿Qué es el aislamiento acústico?

Es la capacidad de un material, dispositivo o estructura de impedir o reducir en lo posible que el sonido externo invada un espacio específico.

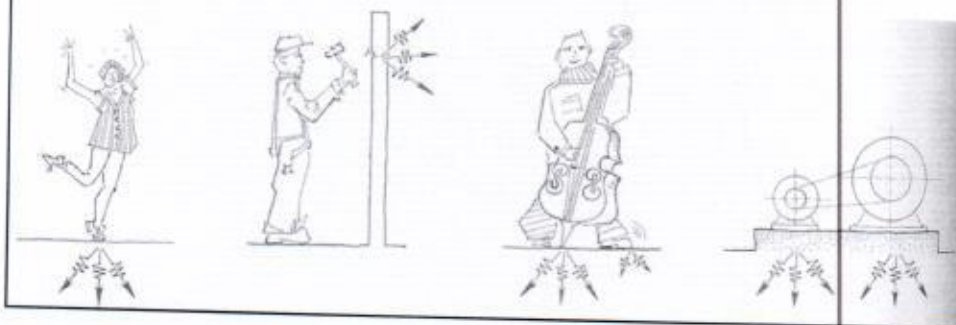


Cuando hablamos de aislamiento acústico hablamos de contrarrestar la transmisión sonora, ya sea aérea o estructural.

El ruido transmitido vía aérea se atenúa por la absorción del aire y las envolventes, claustros o espacios que están entre la fuente y el receptor, quedando aislado del efecto invasivo del sonido.



El ruido por vía estructural es la otra forma de transmisión y tiene que ver con los elementos sólidos, es decir, ponerlos en vibración, multiplicará la radiación sonora y al contacto con las superficies la radiación sonora incrementará. El aislamiento consistirá en impedir el viaje del sonido por la estructura.

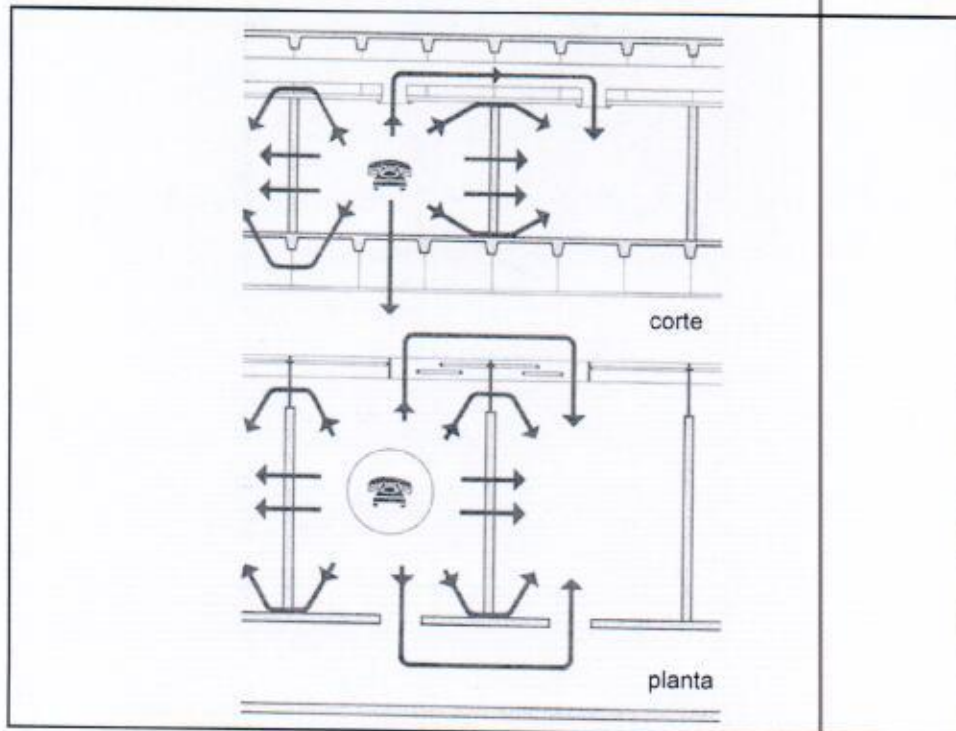


### Ruido por vía aérea

- 1- Cuando un ruido (ejemplo: teléfono) se origina en un cuarto u oficina, puede ser transmitido a cualquiera de los cuartos aledaños a este espacio a lo largo de vías aéreas continuas, como son las aberturas, puertas abiertas, ventanas, ductos de ventilación, contactos, accesorios de electricidad, rejillas, tuberías, etc.

### Ruido por vía aérea

- 1- Cuando un ruido (ejemplo: teléfono) se origina en un cuarto u oficina, puede ser transmitido a cualquiera de los cuartos aledaños a este espacio a lo largo de vías aéreas continuas, como son las aberturas, puertas abiertas, ventanas, ductos de ventilación, contactos, accesorios de electricidad, rejillas, tuberías, etc.
- 2- También el ruido se transmite por medio de vibraciones forzadas de los elementos que envuelven al espacio como son los muros, losas, pisos, entonces las vibraciones "re-radían" en los espacios receptores.



### Ruido por vía estructural

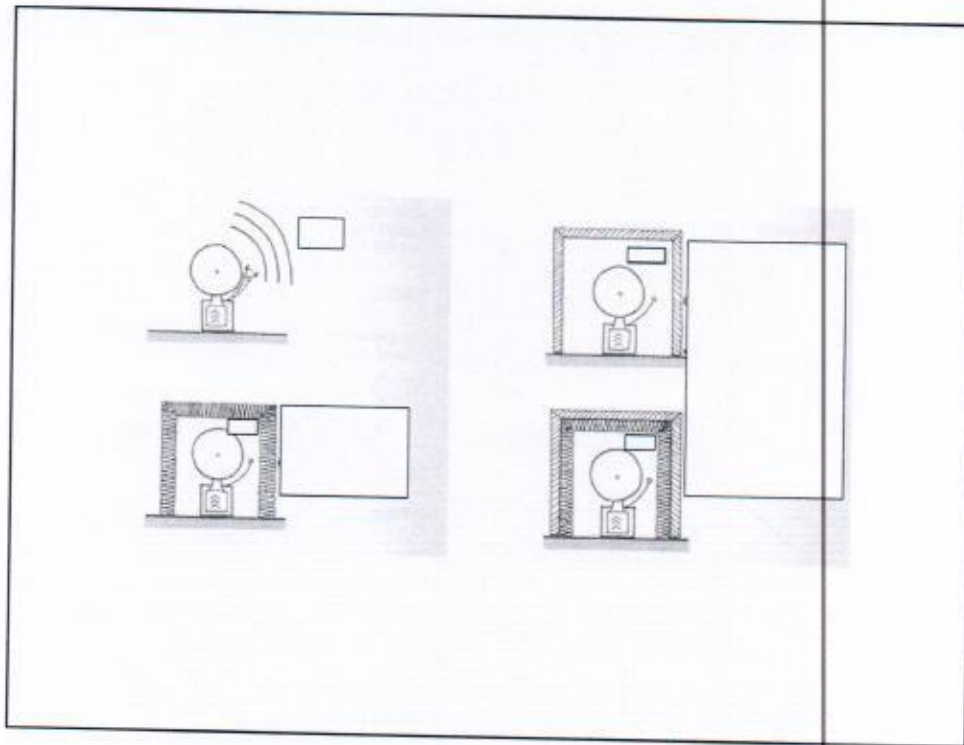
- 1- Cuando estamos en un espacio y se escucha que la gente sube o baja escaleras, que pegan en un muro, vibraciones de máquinas, tenemos vibraciones vía estructural, éstas viajan a través de los sólidos y pueden provenir de lugares lejanos por que el sonido viaja más rápido en los distintos materiales sólidos que en el aire.

## Métodos generales de control de ruido

1- Cuando se trata de ruido aéreo, éste se controla en la fuente, en el medio o elementos de propagación o en el receptor.



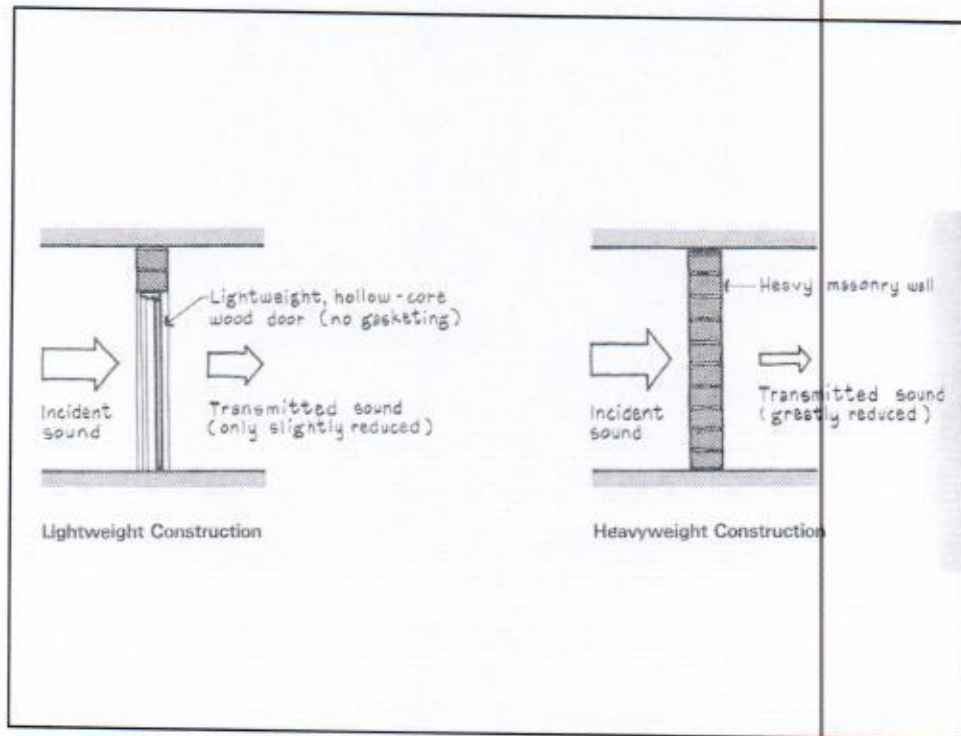
Cuando queremos controlar la fuente, generalmente estaremos tratando con máquinas, y trataremos de encerrarla o enclaustrarla. En esos casos hay que cuidar que eso sea posible para el funcionamiento de la máquina porque puede ser que se requiera ventilación.



En caso de que se requiera controlar el medio de propagación se contemplará la posibilidad de interponer una barrera entre los espacios y el efecto que tendrá dependerá directamente de la masa de la barrera.

Mientras más pesada sea la barrera mejor aislante será.





Si quisiéramos controlar al receptor como en el caso de la industria, en donde la máquina no se puede encapsular, no se puede poner una barrera entre la fuente y el receptor, entonces el receptor se tendrá que poner tapones especiales o audífonos, u operar desde una cabina aislada.

## Métodos generales de control de ruido

2- Cuando el ruido es por vía estructural, la solución es evitar la continuidad de la radiación del impacto a lo largo de la estructura, se tiene que impedir que la energía continúe a través de la estructura.



Si se controla la fuente entonces estamos hablando generalmente de máquinas, y la solución sería montarlas sobre bases flotantes y elementos anti- vibratorios en la máquina y en su soporte.



Quando el control es en el medio de propagación, entonces la estructura debe ser interrumpida en algún punto, es decir, la estructura debe flotar y estar limitada a un espacio.

Ej. Evitar el contacto de la fuente sonora con la estructura básica del edificio a través de elementos flexibles y resilientes.



En caso de tratarse del receptor, habrá que encerrarlo en una cabina que flote con respecto a su entorno agresivo, esto sucede en algunas industrias en donde se encierra al operador en una cabina para que pueda realizar su trabajo desde ahí y no exista contacto directo con el ruido.

Una de las situaciones importantes en la transmisión sonora es poder saber:  
¿Cuánto aísla un aislante?

Si existen coeficientes de absorción, lo lógico sería que existieran coeficientes de transmisión, pero es algo relativo porque el coeficiente de transmisión depende de muchos factores que no son tan fácilmente medibles y tampoco son significativos para el arquitecto.

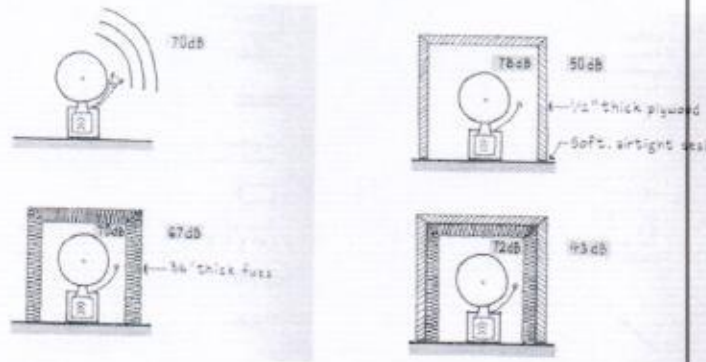
Si decimos que un elemento tiene un coeficiente de transmisión del 0.80, entonces ¿deja pasar el 80% del ruido al otro lado?

Por ello es mejor saber que tanto aisló con respecto a algún dato que ya se conozca.

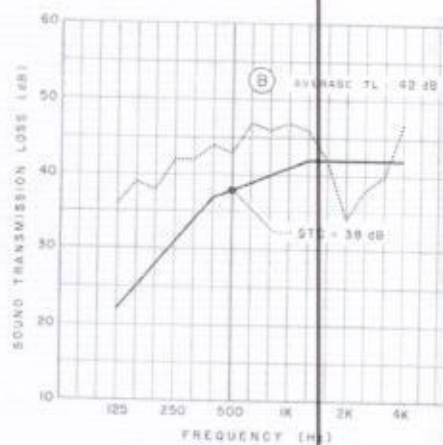
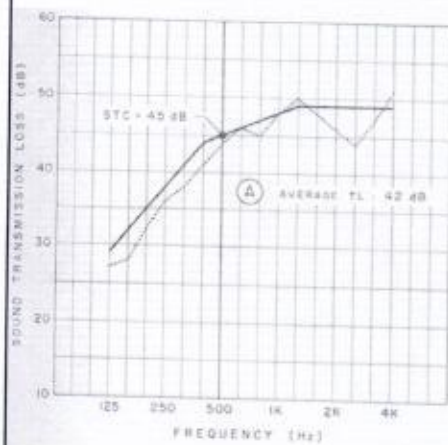
Un dato que generalmente conocemos es el nivel de presión sonora (SPL - dB) de una fuente sonora porque se puede medir con un sonómetro, de tal forma que si en un espacio existe una fuente con 86 dB en alguna frecuencia y el espacio receptor alcanza un nivel de 47 dB en la misma frecuencia, entonces sabemos que el elemento nos aísla 39 dB en esa frecuencia.

Entonces para conocer que tanto aísla se tiene que conocer todo el espectro sonoro en frecuencias.

Ya conociendo todo el espectro sonoro entonces se dice que cuando un elemento constructivo reduce el nivel sonoro emitido por una fuente, se tiene una pérdida de transmisión sonora (TL), esta pérdida se expresa en dB.



El TL es un dato muy importante para clasificar en términos de aislamiento los elementos constructivos.



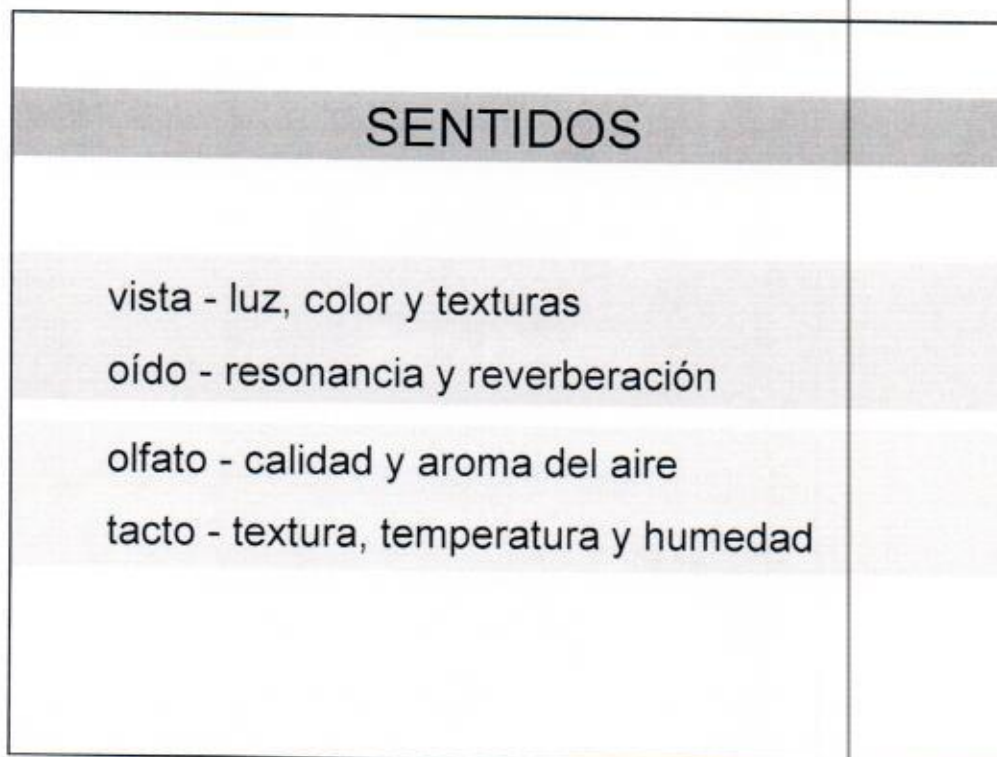
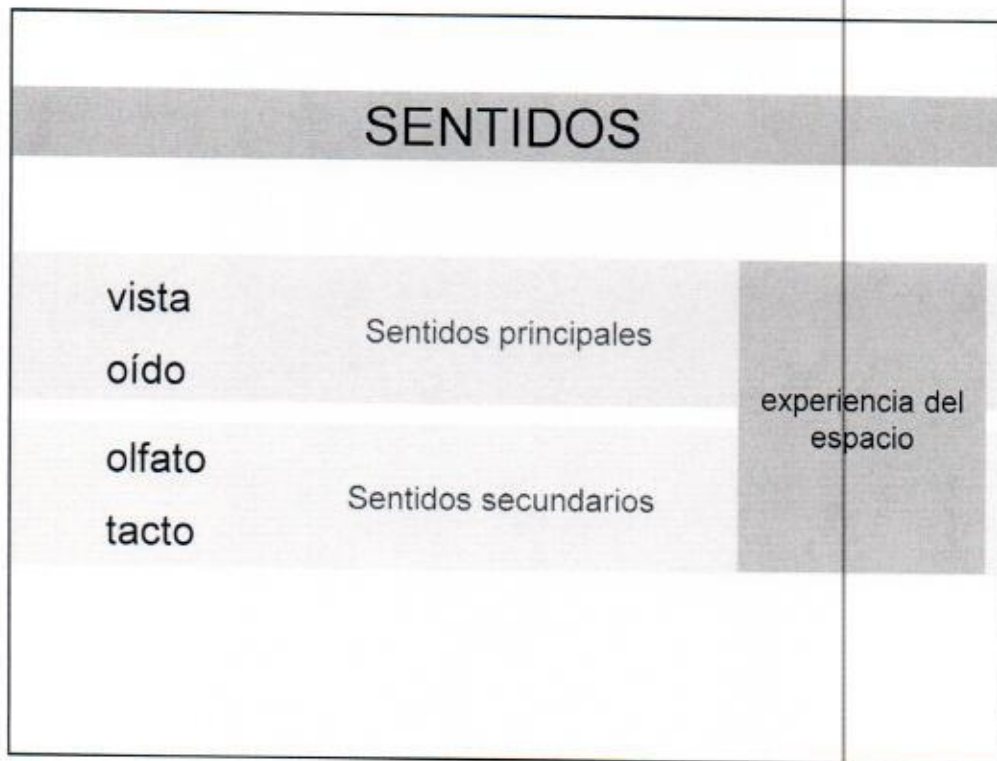
Existe un método para clasificar los materiales que se conoce como clase de transmisión sonora (STC), lo cual nos brinda la oportunidad de darle un valor único en términos de aislamiento a ese elemento.

En el mundo comercial de la construcción este es el parámetro que se encontrará cuando los fabricantes de materiales ofrecen datos acústicos.

Ej. STC      60

Y generalmente  $STC - 3 = dBA$





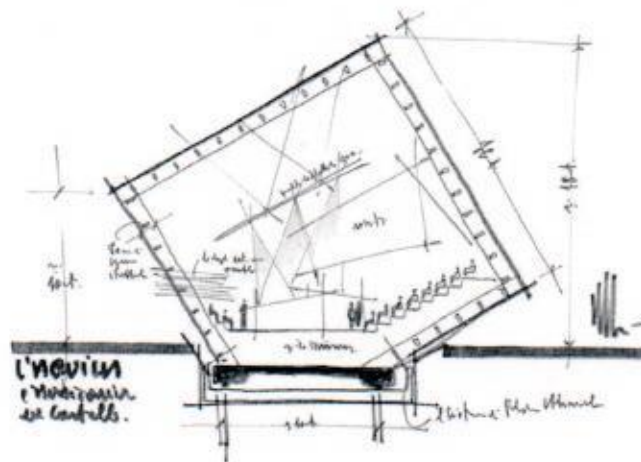


## vista vs oído

Según Pallasmaa (2005)...

| Vista- Visión - Ojo                 | Sonido - Audición - Oído         |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Aisla                               | Incorpora                        |
| Direccional                         | Omni - direccional               |
| Exterioridad                        | Interioridad                     |
| Alcanza                             | Recibe                           |
| Mirada – sin reacción en el espacio | Los sonidos regresan a los oídos |

¿Diseñar el espacio para para ser escuchado?



## Consideración del carácter sonoro

- La personalidad acústica del espacio arquitectónico
- El espacio arquitectónico considerado como instrumento musical
- El carácter acústico como "timbre" del espacio arquitectónico
- El arquitecto como luthier o compositor del espacio arquitectónico

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura

Es fenómeno

Es cotidianeidad

Es experiencia humana

Es habitación y lugar

Es expresión

Es imaginación poética

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

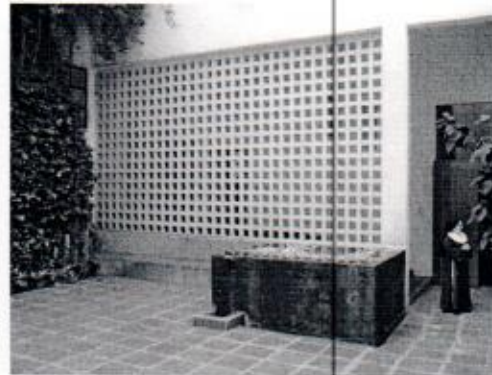
Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura



## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura

Es estimulación de los sentidos

Es manifestación del tiempo y personalidad sonora

Es revelación de las situaciones sonoras

Es tono, timbre y volumen sonoro

Es instrumento musical

Es complemento de lo visual y viceversa

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura



## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura

Es producto de las reflexiones y sus modalidades acústicas

Es reverberación y resonancia

Es calidad acústica musical y de lenguaje

Es decaimiento sonoro, fuerza sonora, claridad e impresión espacial

Es ruido

Es funcionamiento acústico

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura



## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura

Es comunicación de sentimientos, sensibilidades y pensamientos originales

Es expresión de imágenes y emociones sonoras

Es paisaje sonoro, arte sonoro y espacio sonoro

Es secuencia de sensaciones espaciales

Es un evento del tiempo

Es un instrumento espacial

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

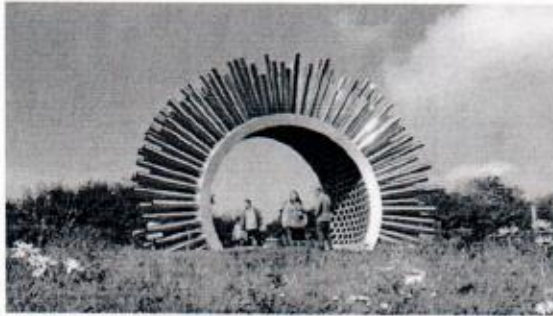
Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura



## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura

Es espacio a la vez funcional y estético

Es lugar fenómeno cualitativo

Es atmósfera y carácter ambiental

Es poder envolvente, es cavidad esculpida en el interior de la mente

Es calidad arquitectónica

Es confort y arquitectura ambiental

## ¿Qué es el carácter sonoro para diferentes disciplinas

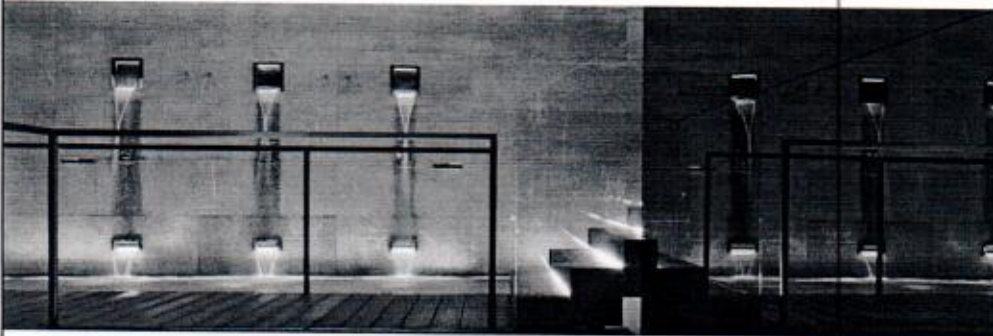
Filosofía

Percepción

Acústica

Arte

Arquitectura



### Definición

*“El carácter acústico del espacio arquitectónico es un fenómeno cualitativo y cotidiano de la experiencia humana, que estimula los sentidos, en especial el del oído, producto de la respuesta acústica y la configuración arquitectónica del lugar, que puede generar una atmósfera y un ambiente de confort, y así expresar sentimientos y sensaciones.”*

## Enfoques del carácter sonoro

- el FUNCIONAL
- el de ATMÓSFERA
- el EXPRESIVO

## Enfoque FUNCIONAL

- Las necesidades y funciones básicas del espacio
- Aspecto dominado por los conceptos de ruido y control de la reverberación
- Una solución específica inherente a cada actividad





## Enfoque de ATMÓSFERA

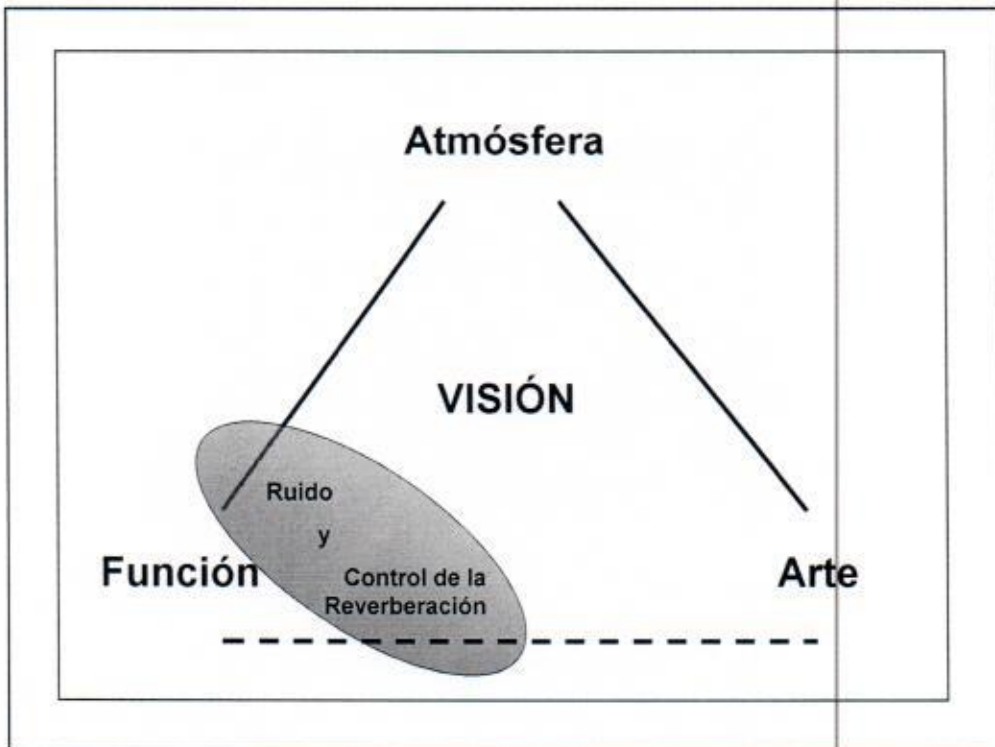
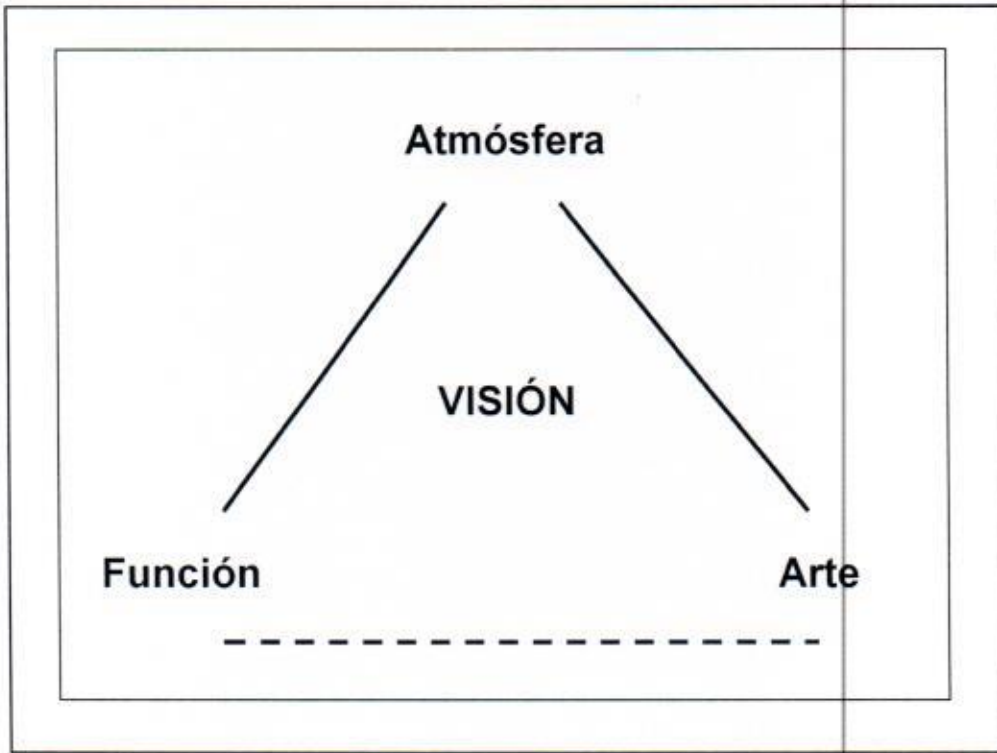


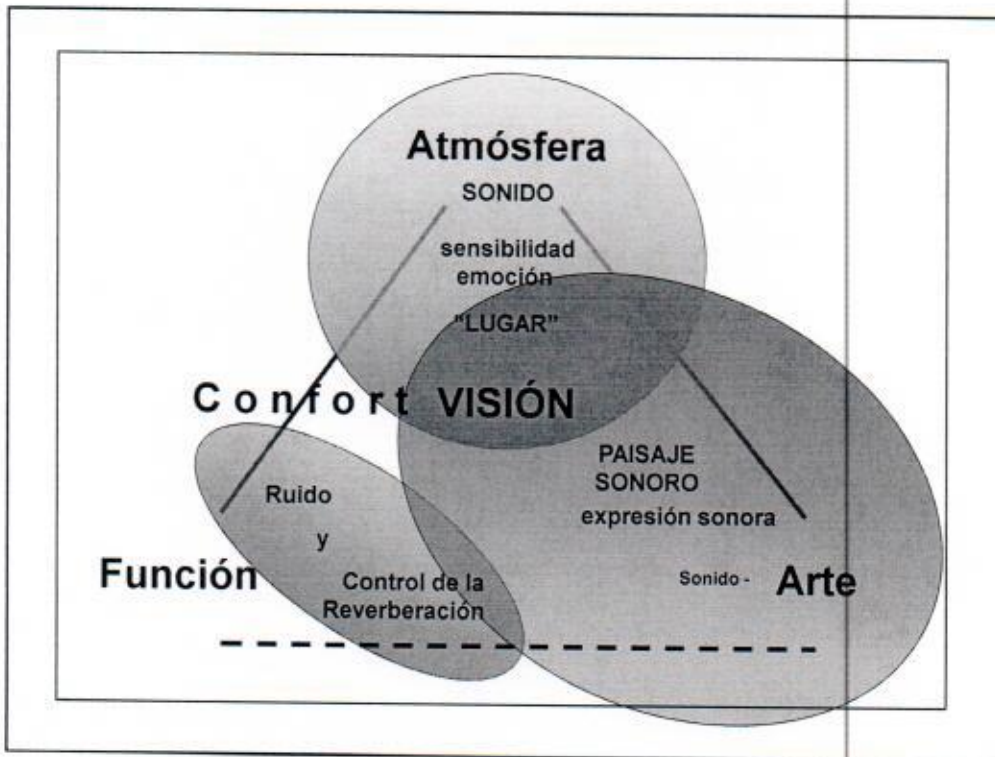
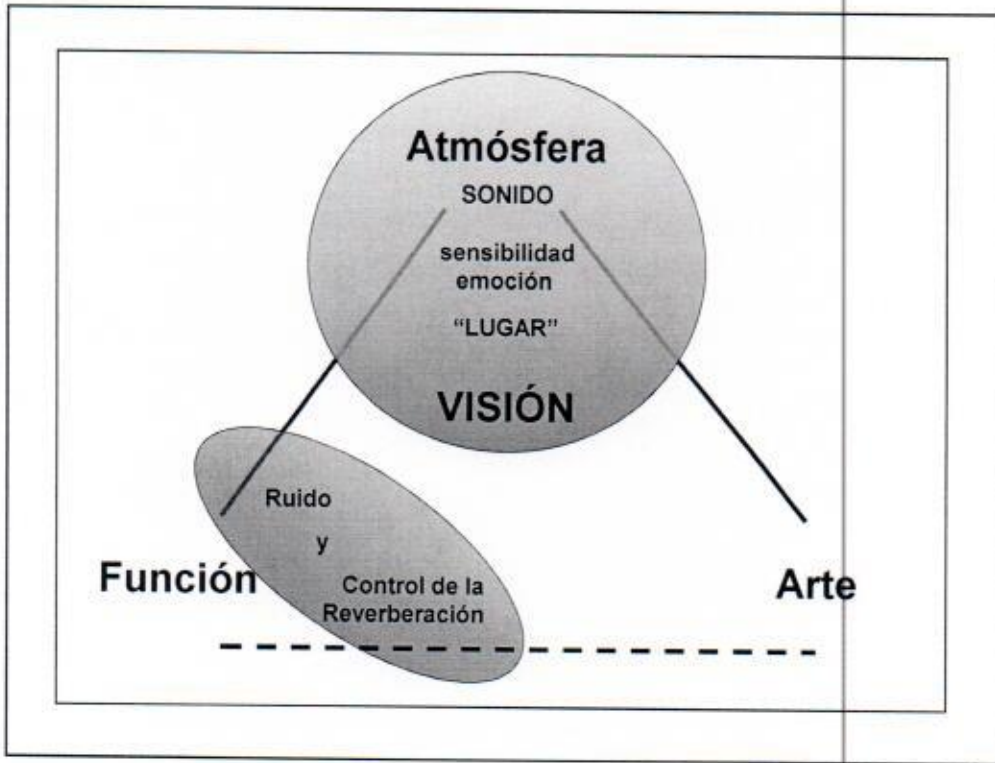
- Un enfoque integral y cualitativo: visión - audición
- "Lugar" apreciado a través de la experiencia humana de la imaginación de nuestra mente (Heidegger)
- Peter Zumthor establece el término "Atmósfera" como un ambiente capaz de conmover al que lo contempla, es la situación general, la cualidad del espacio
- Implica una sensibilidad emocional, que es un auténtico sentimiento humano

## Enfoque EXPRESIVO



- Fundamentalmente un enfoque artístico, con un tinte de experimentación
- Implica una intervención artística o arquitectónica plástica relacionada con el sonido
- La creación de ambientes sonoros expresivos, algo similar a una composición musical
- Su función es expresar arte, sentimientos y formas de pensamiento





el carácter sonoro  
el carácter sonoro  
el carácter sonoro

Dependientes - Independientes  
condicionan la respuesta acústica de un espacio

¿ARQUITECTO?

### Variables

La geometría y forma del espacio



Boston Symphony Orchestra

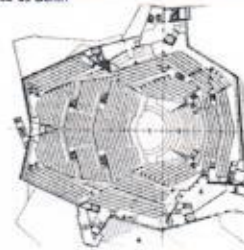


### Indicadores

Grado de ortogonalidad



Filarmonía de Berlín

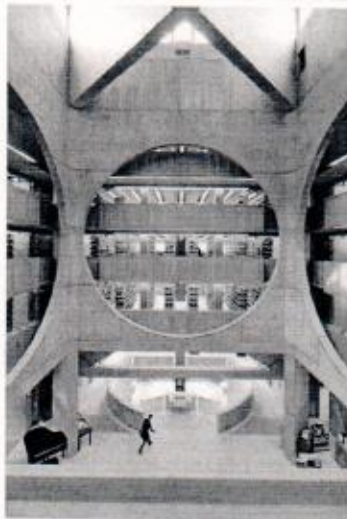


### Variables

Las dimensiones y el volumen del espacio

### Indicadores

El tamaño del espacio



Phillips Exeter Academy Library, New Hampshire  
Louis Kahn

Kimbell Art Museum, Texas  
Louis Kahn

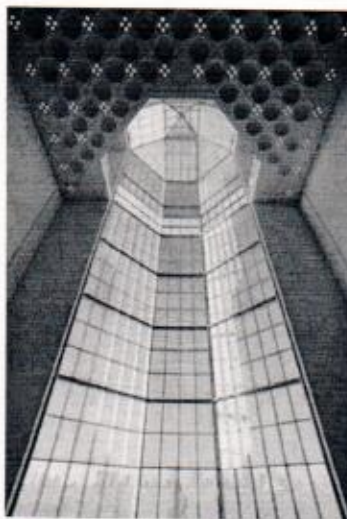


### Variables

La proporción del espacio

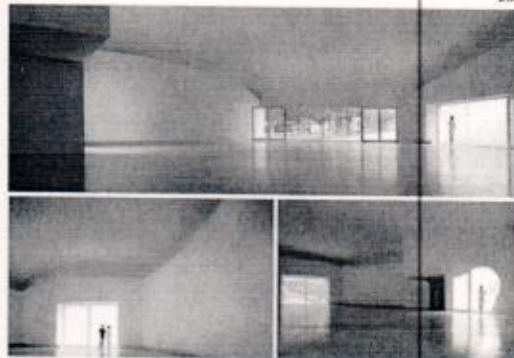
### Indicadores

Las relaciones dimensionales



Museo de Arte Islámico, Catar  
I.M. Pei

Pabellón en Anyang, Corea del Sur  
Alvaro Siza con Carlos Castañeira + Jun Sung Kim



**Variables**

Las superficies del espacio

**Indicadores**

Planas, irregulares, lisas, texturas

German History Museum  
M. Pei

Tokio Opera Concert City Hall

**Variables**

Los materiales de las superficies

**Indicadores**

Grado de absorción y difusión

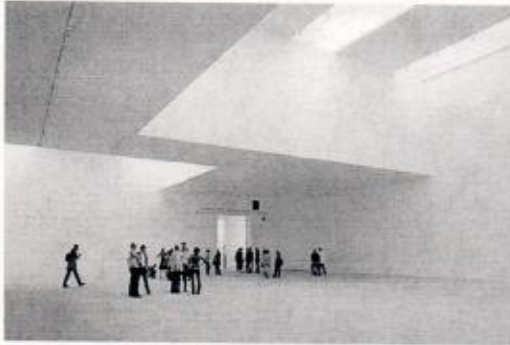


**Variables**

Los contenidos del espacio

**Indicadores**

Muebles, objetos y personas

**Variables**

Las fuentes sonoras del espacio

**Indicadores**

Sonido natural, voz, música y ruido



**Variables**

**Indicadores**

El uso del espacio y las actividades a realizar

Tipología arquitectónica



Funcional - Atmosférica - Expresivo

**Carácter sonoro**

Ambiente sonoro

Ambiente sonoro

Ambiente sonoro

Ambiente sonoro

Ambiente sonoro



## Tiempos de reverberación

$$TR = 0.161 \frac{V}{A}$$

—————> volumen  
 —————> áreas de absorción

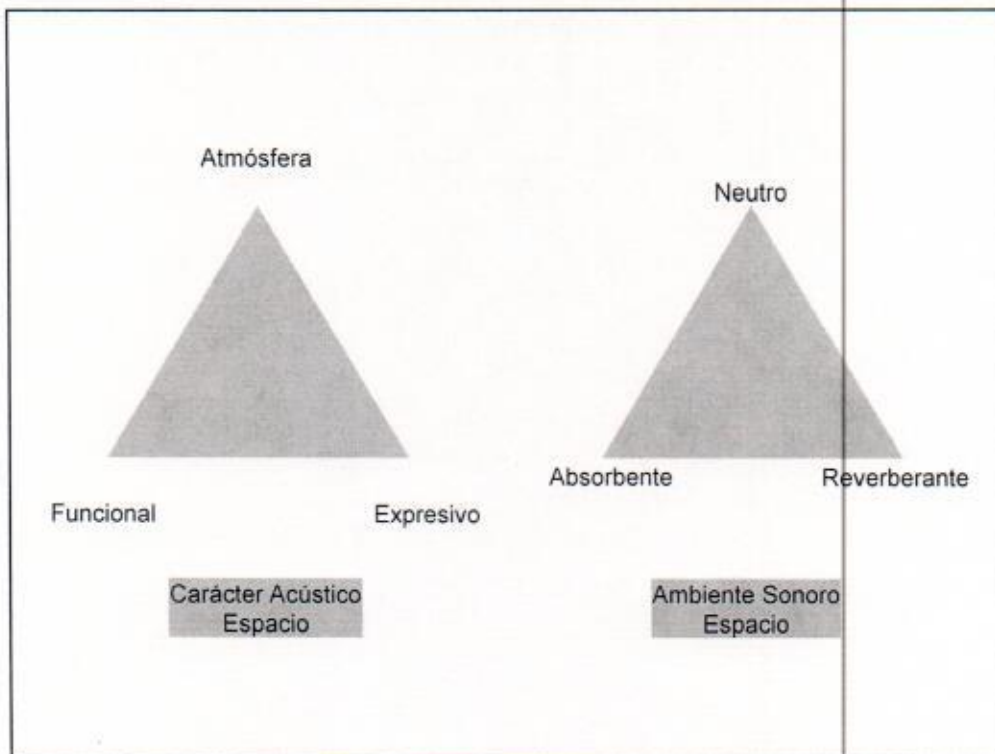
ARQUITECTURA

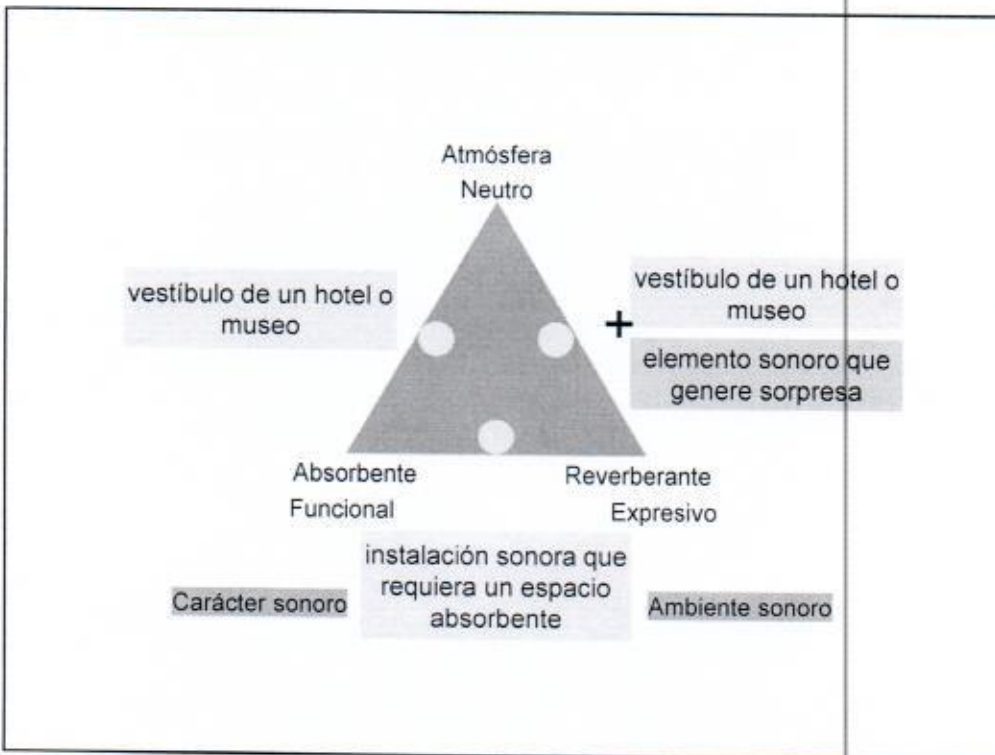
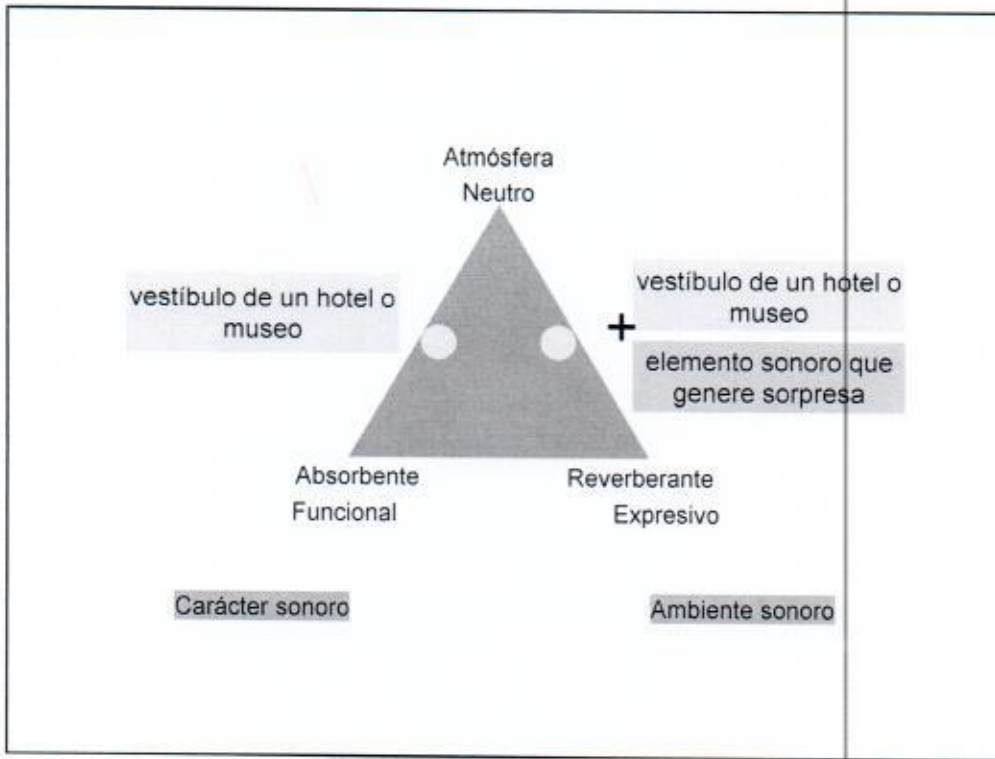
| 1                    | 2               | 3           | 4                 | 5                      |
|----------------------|-----------------|-------------|-------------------|------------------------|
| Muy absorbente<br>MA | Absorbente<br>A | Neutro<br>N | Reverberante<br>R | Muy reverberante<br>MR |
| 0 - 0.39 s           | 0.4 - 0.79 s    | 0.8 - 1.2 s | 1.21-2.5 s        | 2.51 s y más           |
| Muy seco             | Seco            | Neutro      | Vivo              | Muy vivo               |

AMBIENTE SONORO

## ¿Como describir el ambiente sonoro?

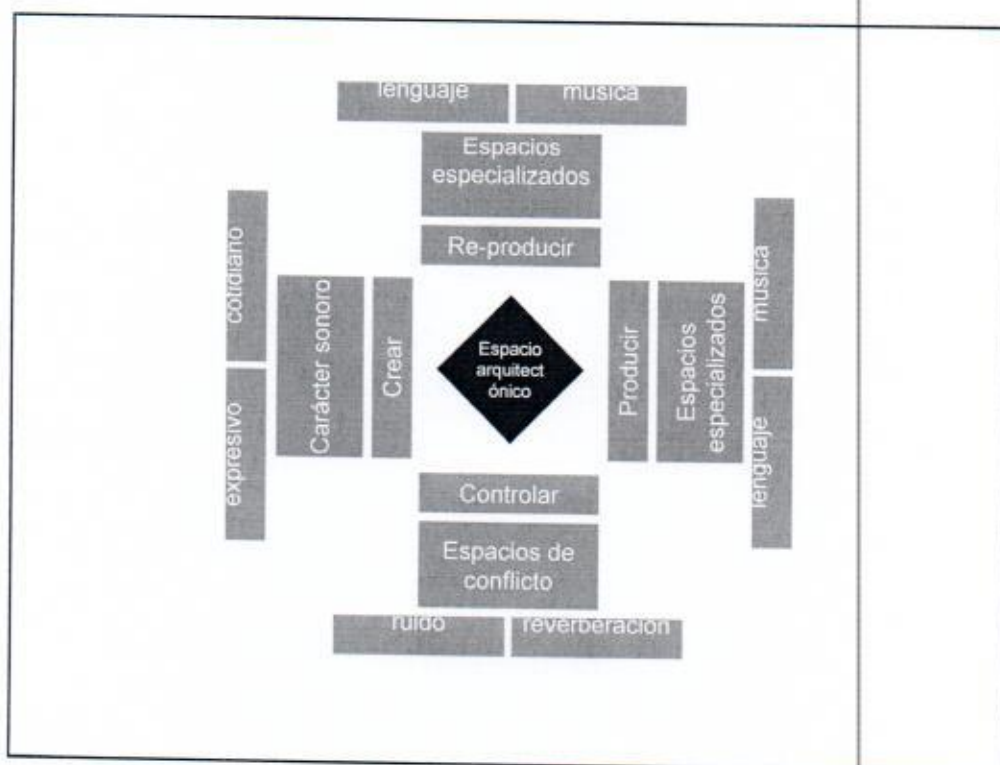
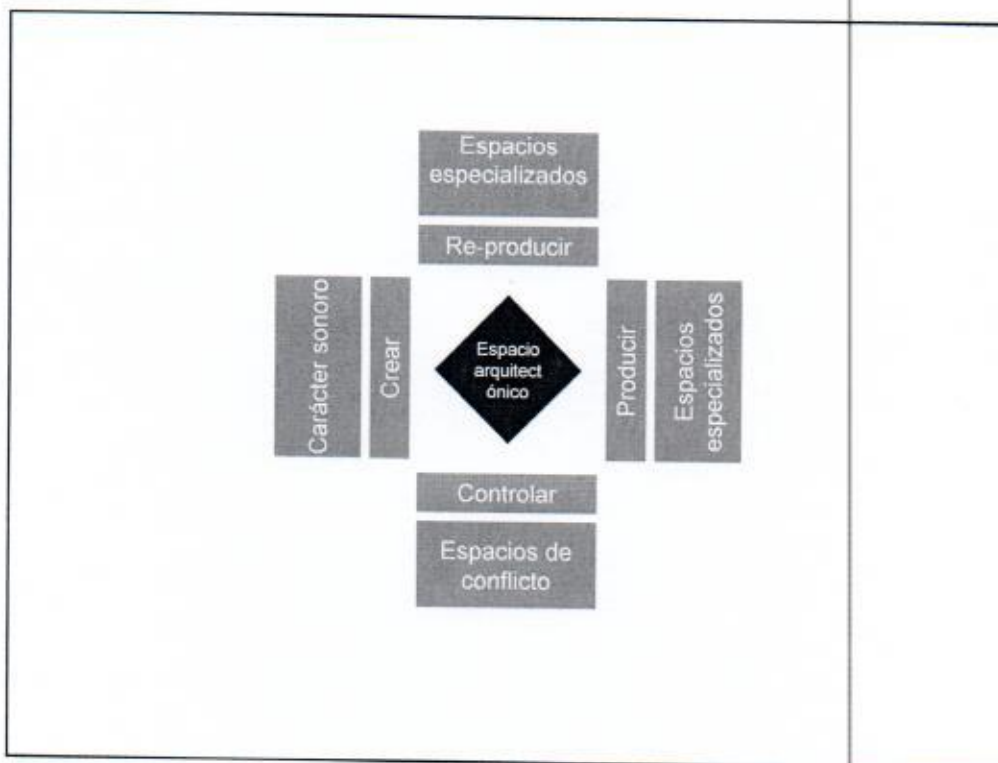
| Muy Absorbente | Absorbente  | Neutro        | Reverberante  | Muy Reverberante |
|----------------|-------------|---------------|---------------|------------------|
| Sordo          | Amortiguado | Natural       | Reflejante    | Enorme           |
| Ahogado        | Seco        | Común         | Vivo          | Ruidoso          |
| Muerto         | Callado     | Regular       | Sonoro        | Estridente       |
| Angustiante    | Opaco       | Normal        | Expresivo     | Céptico          |
| Aplastante     | Aislado     | Tranquilo     | Brillante     | Confuso          |
| Secreto        | Confinado   | Confortable   | Imponente     | Ininteligible    |
| Extinguido     | Silencioso  | Acogedor      | Impresionante | Mucho eco        |
| Mudo           | Discreto    | Piacentero    | Grandioso     | Monumental       |
| Inexpresivo    | De reposo   | Cómodo        | Solemne       | Gigantesco       |
| Reprimido      | Moderado    | Grato         | Especial      | Colosal          |
| Comprimido     | Inteligible | Agradable     | Con eco       | Inmenso          |
| Sofocante      | Claro       | Armónico      | Con presencia | Exagerado        |
| Asfixiante     | Soso        | Alegre        | Acústico      | Incoherente      |
| Hermético      | Disminuido  | Satisfactorio | Profundo      | Anárquico        |
| Alfónico       | Delicado    | Cautivante    | Emotivo       | Retumbante       |
| Reprimido      | Aburrido    | Fascinante    | Excitable     | Escandaloso      |
| Cotibido       | Apagado     | Poético       | Generoso      | Ensordecedor     |
| Cerrado        | Suave       | Sensible      | Duro          | Resonante        |
| Incomunicado   | Miligado    | De descanso   | Sociable      | Ostentoso        |
| Oculto         | Reservado   | Afectivo      | Enfático      | Estrepitoso      |

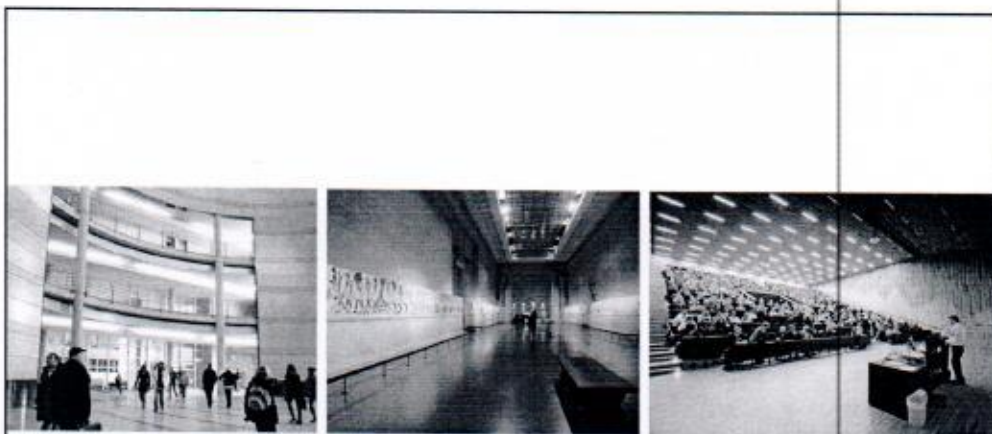
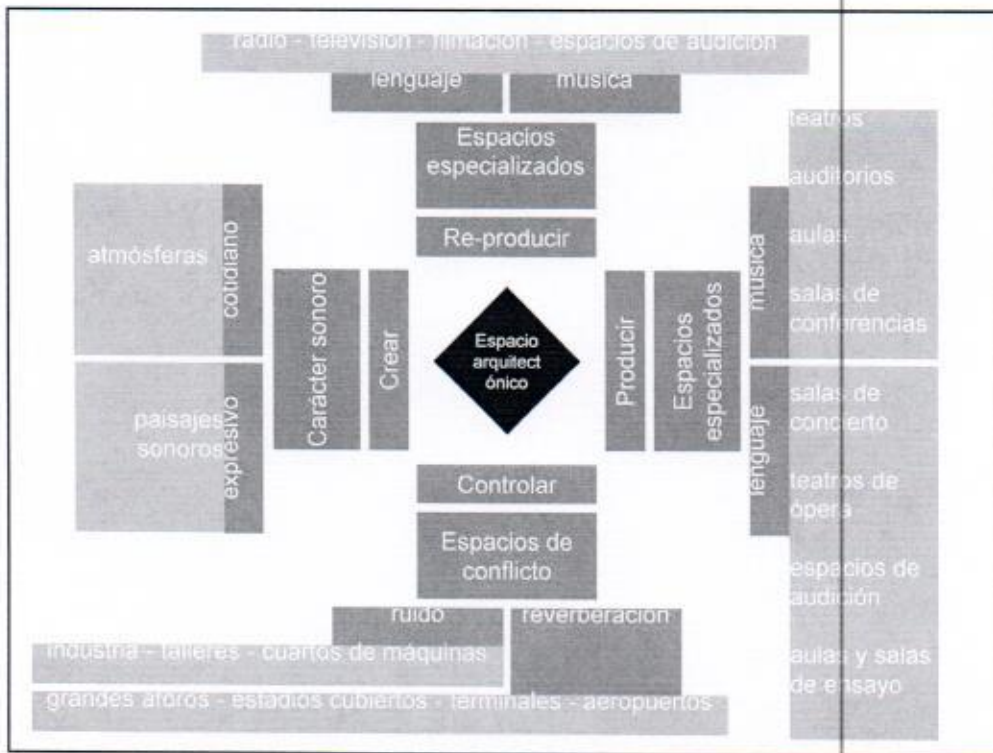




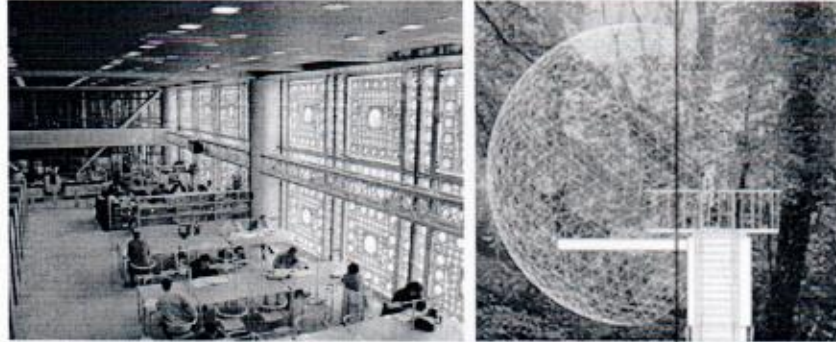
## Ambientes sonoros y tipos de espacios





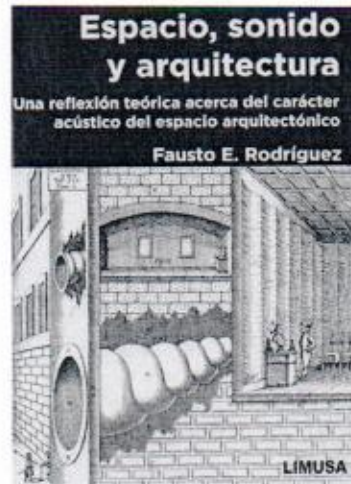


Los arquitectos deberían poder entender, seleccionar y diferenciar el tipo de ambiente sonoro que se desea en el espacio que van a diseñar.



Todos los espacios ya sea interiores o exteriores pueden ser diseñados tomando en cuenta al sonido como propósito de diseño.

Todos estos conceptos se encuentran en el Libro  
Espacio, Sonido y Arquitectura,  
Editorial Limusa,  
2013.





**PAISAJE SONORO**  
**SOUNDSCAPE**

García Martínez Silvia G.  
Lancón Rivera Laura A.  
Ponce Patrón Dulce R.  
Rodríguez Manzo Fausto E.


MATERIAL DE APOYO PARA UEA OPTATIVAS  
Espacio, sonido y arquitectura / Ruido y Ciudad



PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE

**El silencio no existe.  
Siempre esta  
ocurriendo algo que  
produce sonido**

*John Cage-*





# INDICE


- Introducción
- Antecedentes
- Definición
- La construcción del Paisaje Sonoro
- Ejercicio
- Elementos del Paisaje sonoro
- ¿Cómo evalúo un Paisaje Sonoro?

## PAISAJE SONORO

*El Paisaje Sonoro ha tomado relevancia en el mundo científico, académico y artístico como un concepto que se opone al del ruido. Confiere un valor a los sonidos como *objeto estudiable y diseñable* que influye en la calidad, bienestar y salud del ser humano.*

↓

la Teoría de la NO CIUDAD



**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

**CONTINUO SONORO**




**ANTECEDENTES**

Imagen 1. Fuente: <http://www.vozindomocidad.com/comunicacion/voz/voz1974-7847>

**LOS INICIOS**

A finales de la década de 1960 y principios de 1970, se funda el *World Soundscape Project (WSP)* (Proyecto Mundial de Paisaje Sonoro) en la Universidad Simon Fraser de Vancouver, Canadá.




**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

**World Soundscapes Project (WSP)**

**ANTECEDENTES**

<https://www.sfu.ca/~music/wsp.html>

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE



*Ciencias exactas*

*Ciencias sociales*

**Ecología Acústica**

WORLD FORUM  
for **ACOUSTIC ECOLOGY**

*World Forum for  
Acoustics Ecology*  
(WFAE)

ANTECEDENTES

<https://www.wfae.net/>

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE

La totalidad de los sonidos dentro de un lugar con énfasis en la relación entre la **percepción, comprensión e interacción del individuo o la sociedad** con el entorno sónico.

Fuente: Payne SR, Davies WJ, Adams MD (2009)  
*Research into the practical policy applications of soundscapes concepts and techniques in urban areas.* DEFRA report NNR200, June 2009

Los sonidos que se escuchan en una ubicación particular, considerada como un **todo**.  
Una **pieza de música** considerada en términos de sus sonidos componentes.

Fuente: Oxford Dictionary: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/es/soundscape>

**¿QUÉ ES EL PAISAJE SONORO?**

DEFINICIÓN

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

Una *atmósfera* o ambiente creado por o con **sonido**. Un ambiente emotivo

Fuente: Parra, A. (2014). *Soundscapology*. Rivas Vacia, Durrrecht, Países Bajos, P. 8.

Un entorno acústico percibido o experimentado y/o entendido por una persona o personas, en un **contexto determinado**.

Fuente: Parra, A. (2014). *Soundscapology*. Rivas Vacia, Durrrecht, Países Bajos, P. 8.

**¿QUÉ ES EL PAISAJE SONORO?**      DEFINICIÓN

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

El **paisaje sonoro** es esencialmente el sonido que nos rodea, que . . .

**Oímos, . . .**

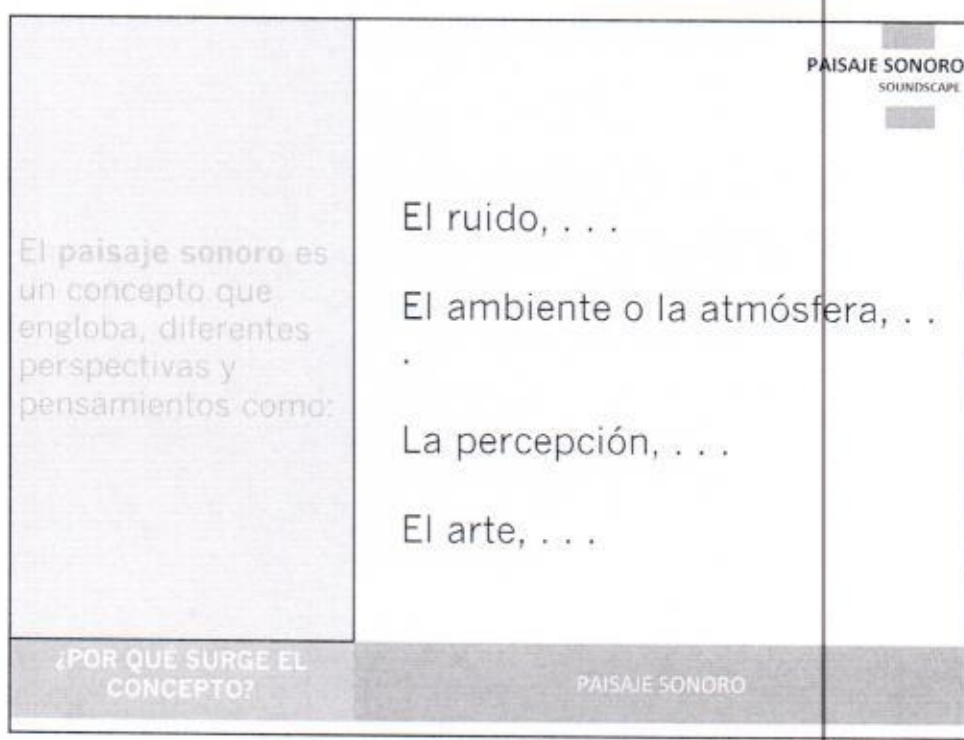
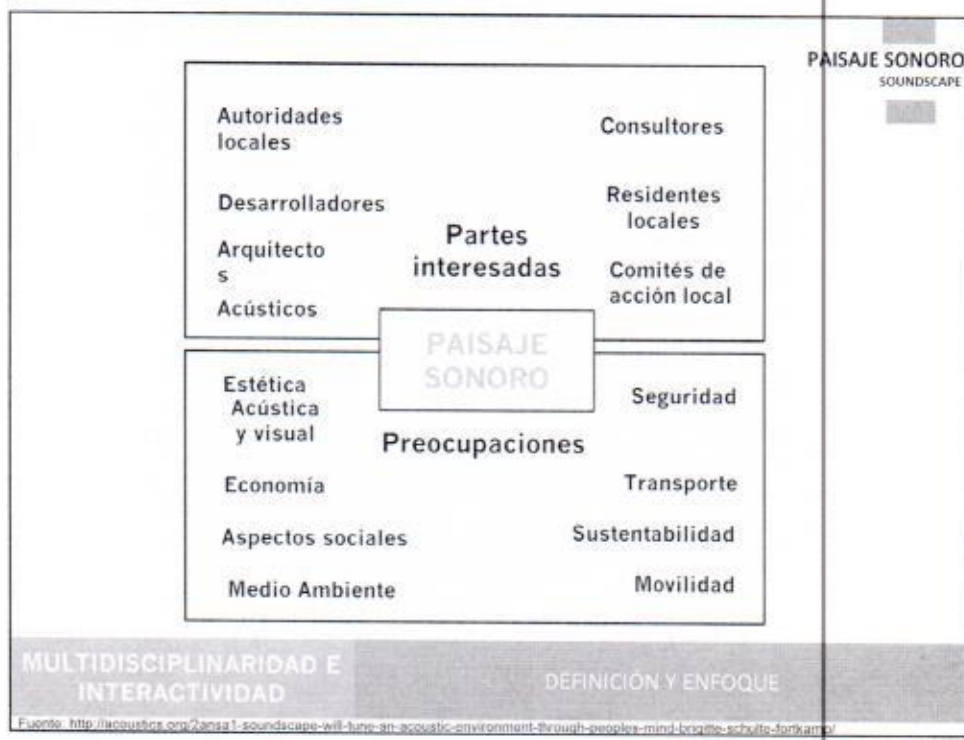
**Escuchamos, . . .**

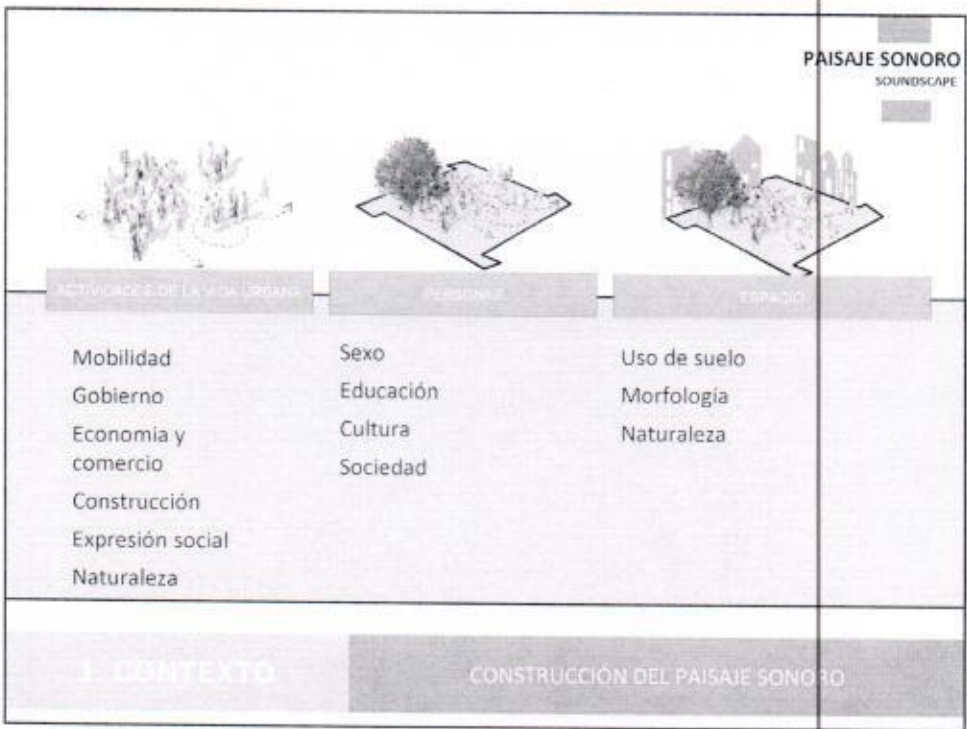
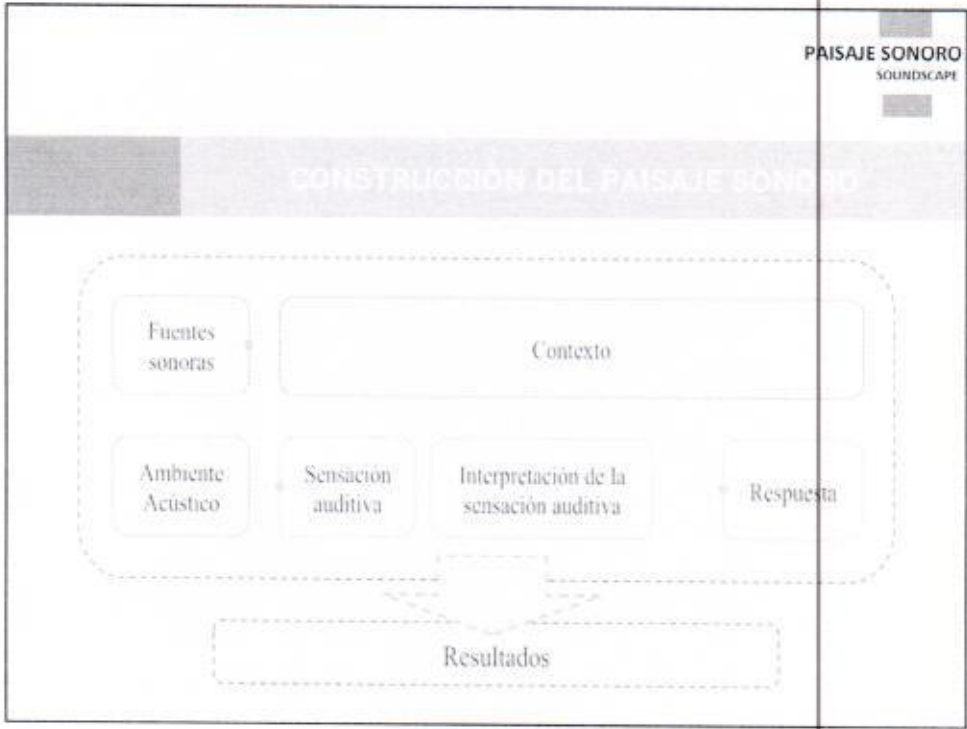
**Enfocamos, . . .**

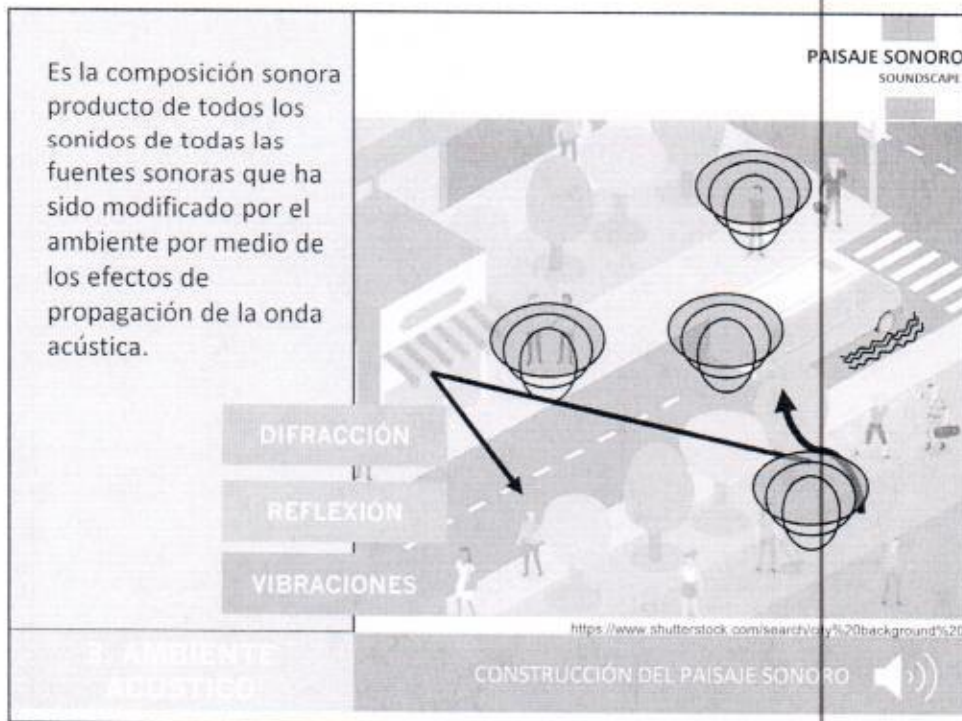
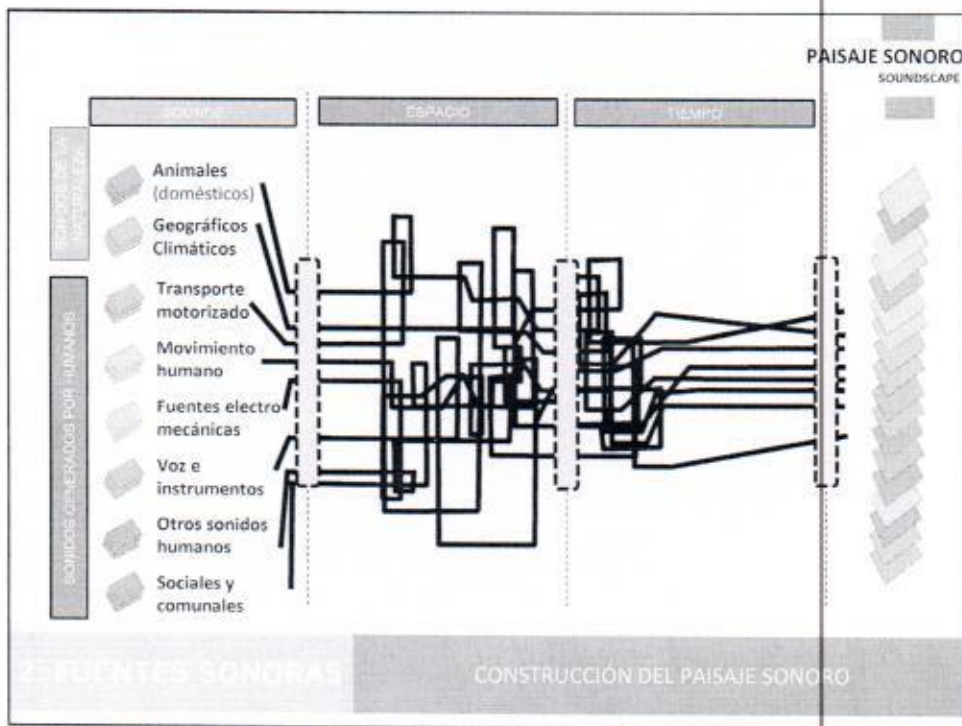
**Disfrutamos, . . .**

**Padecemos, . . .**

**¿QUÉ ES EL PAISAJE SONORO?**      DEFINICIÓN







La sensación auditiva es una función del proceso neurológico que sucede cuando el sistema auditivo es estimulado a través del oído. Es el primer paso en el descubrimiento y la representación/identificación del ambiente acústico.

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

Oído externo
Oído medio
Oído interno

1. SENSACIÓN AUDITIVA

CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO

<http://www.ymlube.com/search?yo=X&sp=1&sd=1>

La sensación auditiva es una función del proceso neurológico que sucede cuando el sistema auditivo es estimulado a través del oído. Es el primer paso en el **descubrimiento** y la **representación/identificación** del ambiente acústico.

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

Normal Directionality


Narrow Directionality
Standard Microphone Technology


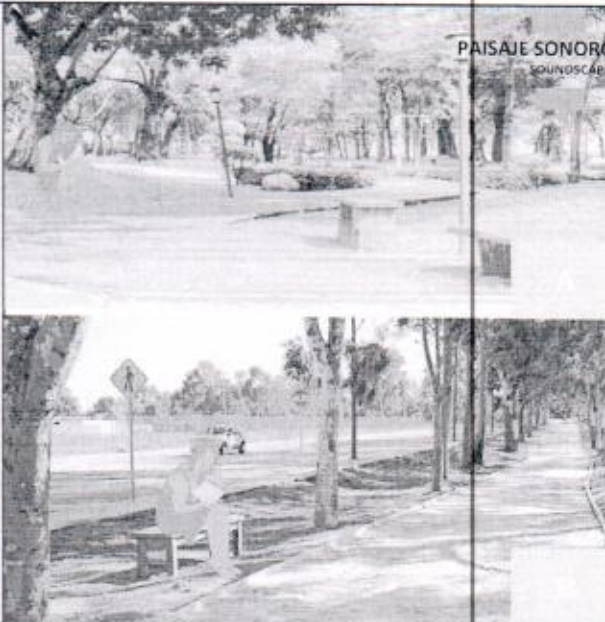
1. SENSACIÓN AUDITIVA

CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO

Imagen 1: Fuente propia basado en Golstein, E. (2007). Imagen 2: Fuente: Holton, B. Zinsler, M. (2015)



|   |  |
|---|--|
| <p>Se refiere a la <b>percepción auditiva</b>, una vez que se ha recibido la sensación se genera un proceso en el cerebro (consiente o inconsciente) de la señal sonora y se crea información útil que podría concientizar o entender el ambiente sonoro.</p> | <div style="text-align: right;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ANÁLISIS<br/>COMPARACIÓN<br/>APRENDIZAJE</p> <p>Me recuerda a...</p> <p>Molesto      Agradable</p> <p>Me hace feliz      <b>Juicios</b>      Peligro</p> <p>Caótico      Bienestar</p> <p>Estresante</p> </div> |
| <p>5. INTERPRETACIÓN DE LA SENSACIÓN AUDITIVA</p>   | <p>CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO</p>   |

|   |  |
|---|--|
| <p>La respuesta considera las <b>emociones y reacciones inmediatas</b> que tiene el ambiente sonoro en las personas, también considera el <b>comportamiento</b> posterior que pudiese cambiar de acuerdo al contexto.</p> | <div style="text-align: right;">  </div>  |
| <p>6. RESPUESTA</p>   | <p>CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO</p>   |


**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

Una vez que todo el proceso se ha desarrollado y la experiencia ha pasado, existirán consecuencias a largo plazo.

Los resultados se reflejarán en **decisiones** con respecto a dicho espacio y su ambiente sonoro; como volver o volver y realizar cierta actividad y no otra, o simplemente no regresar.

**7. RESULTADOS** CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

**EJERCICIO** CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO 

**1. CONTEXTO**  
¿Qué tipo de espacio es?  
¿Qué actividades se realizan en él?  
¿Qué tipo de personas utilizan el espacio?  
¿En qué horario esta ocurriendo?

**2. FUENTES SONORAS**  
¿qué tipo de fuentes sonoras identifica?

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

**EJERCICIO**      CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE SONORO

**3. AMBIENTE ACÚSTICO**  
¿Qué tipo de ambiente es? ¿Acústico, urbano o rural?  
¿Identificas algún fenómeno de propagación de la onda acústica?\*

**4., 5. SENSACIÓN E INTERPRETACIÓN**  
¿Qué tipo de frecuencias predominan?  
¿El ruido es constante?  
Cierra los ojos... e identifica los sonidos que se encuentran 'cerca'  
Ahora identifica los sonidos que se encuentran 'lejos'  
Describe lo que escuchas

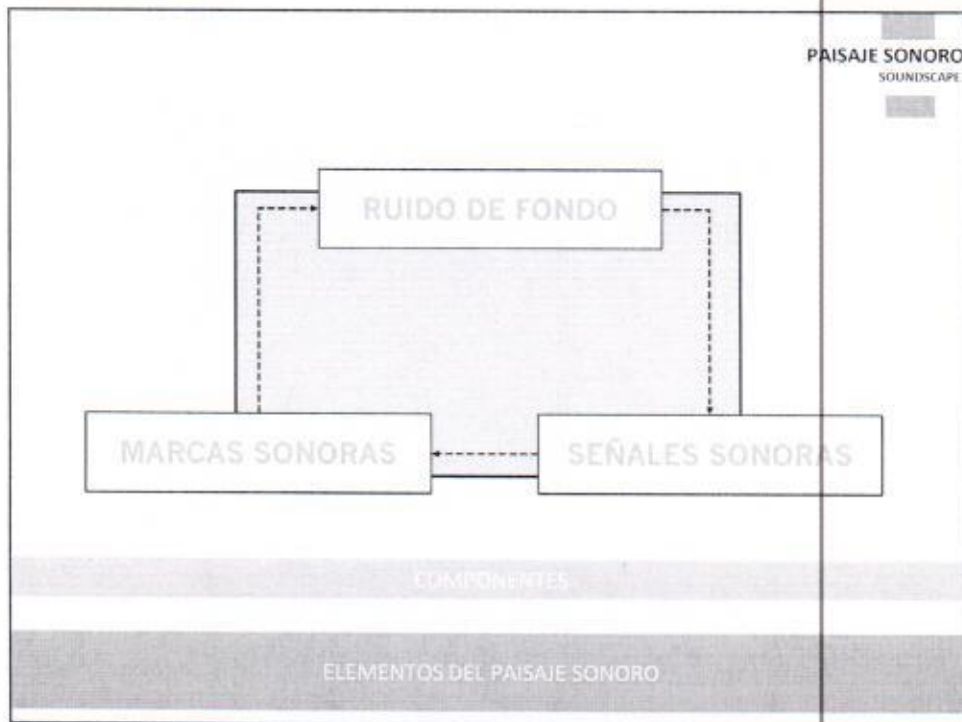
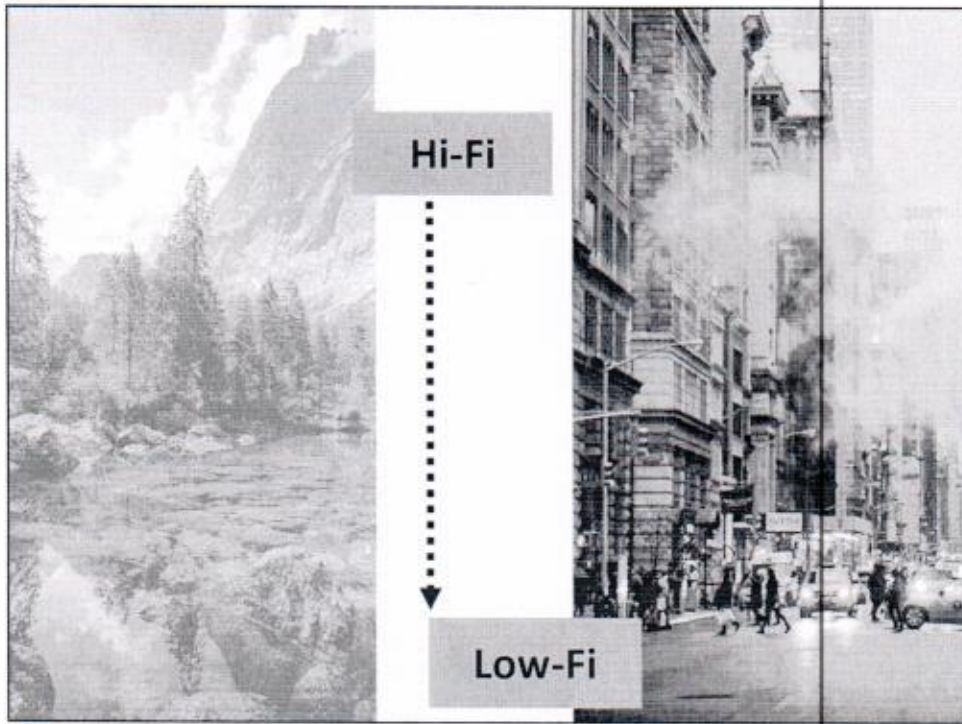
**6. RESPUESTA**  
¿Te gustaría estar en ese lugar?  
¿Qué actividades realizarías en ese lugar?


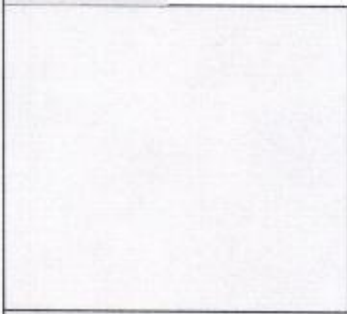

**7. RESULTADOS**  
¿Volverías ahí?

**¿Qué harías para mejorar el paisaje sonoro ese lugar?**


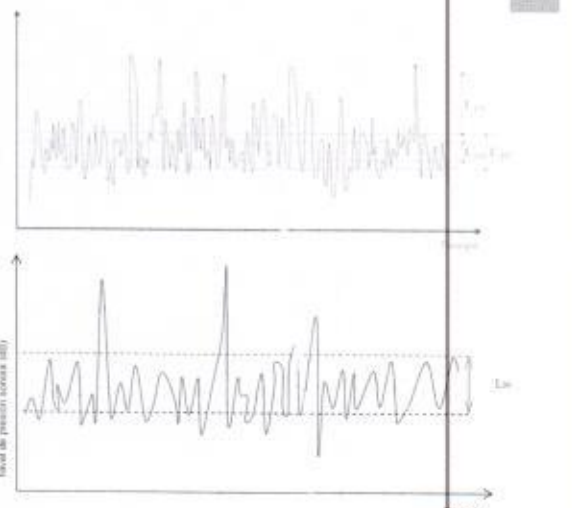
**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

**¿CUÁLES SON LOS ELEMENTOS QUE PODEMOS IDENTIFICAR EN UN PAISAJE SONORO ?**



|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>PAISAJE SONORO</b><br/>SOUNDSCAPE</p>  |
|  |  |
| <p><b>RUIDO DE FONDO</b></p>  | <p><b>ELEMENTOS DEL PAISAJE SONORO</b></p>   |


1 <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-el-paisaje-moderno-foto-con-el-cafe-restaurante-pizzeria-estudio-del-cafe-artistas-foxes-bancos-fallas-del-arte-image8741080>  
2 <https://www.shutterstock.com/1054/Restaurant-Ambiance.html>

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>PAISAJE SONORO</b><br/>SOUNDSCAPE</p>  |
| <p><b>RUIDO DE FONDO</b></p>  | <p><b>ELEMENTOS DEL PAISAJE SONORO</b></p>   |

1 <https://www.shutterstock.com/1054/Restaurant-Ambiance.html>

Son sonidos que **destacan**, ya sea por cualidades que lo hacen especialmente notorios o por que sean característicos de un contexto social o cultural y han adquirido una **connotación simbólica y afectiva** y son éstos, de acuerdo a Shafer, los elementos que deben protegerse, ya que son los que confieren **identidad** a los ambientes sonoros.

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE



**Sonidos Hi-Fi:**  
Sonidos de acento define un paisaje sonoro. Usualmente sonidos naturales de tono alto o con significado de una región determinada.

MARCAS SONORAS

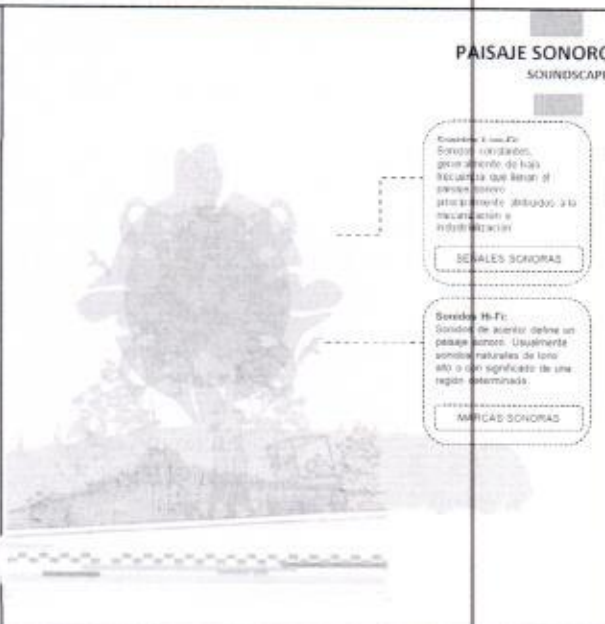
**MARCAS SONORAS**

**ELEMENTOS DEL PAISAJE SONORO**

Fuente: Dinari, 2013, p.119

Son sonidos **esporádicos** que son escuchados de manera consiente y por convención socialmente aceptada, proporcionan **información a los individuos**; así el sonido de una ambulancia, un claxon, una alarma sísmica o la sirena de una patrulla o incluso campanas son señales que simbolizan alerta.

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE



**Señales o avisos:**  
Sonidos aislados, gran alcance de las frecuencias que sirven al paisaje sonoro para transmitir información o advertencia.

SEÑALES SONORAS

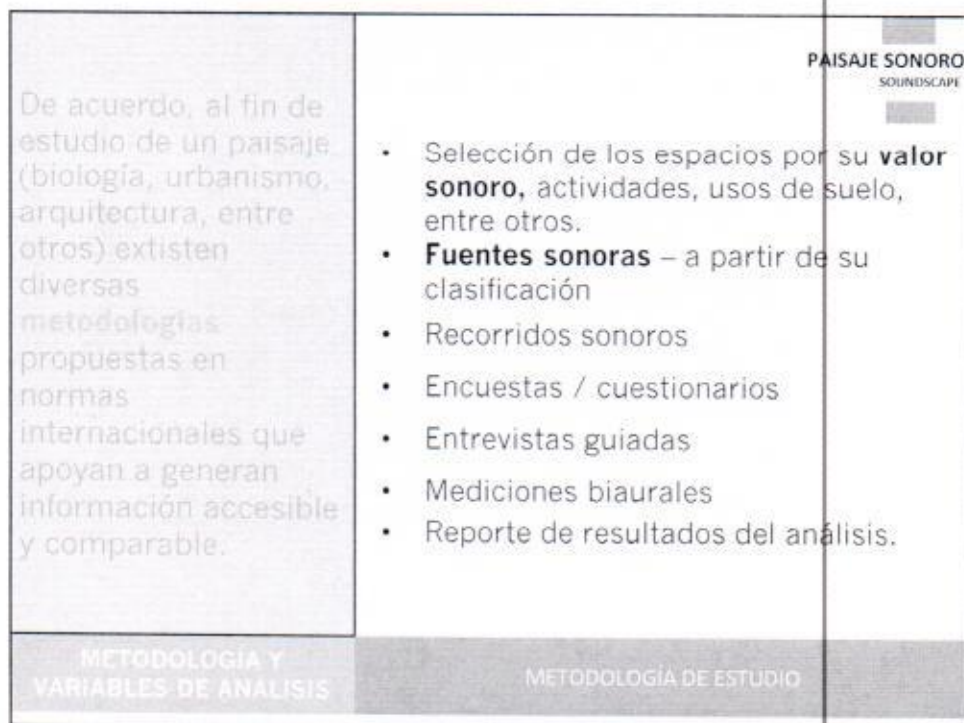
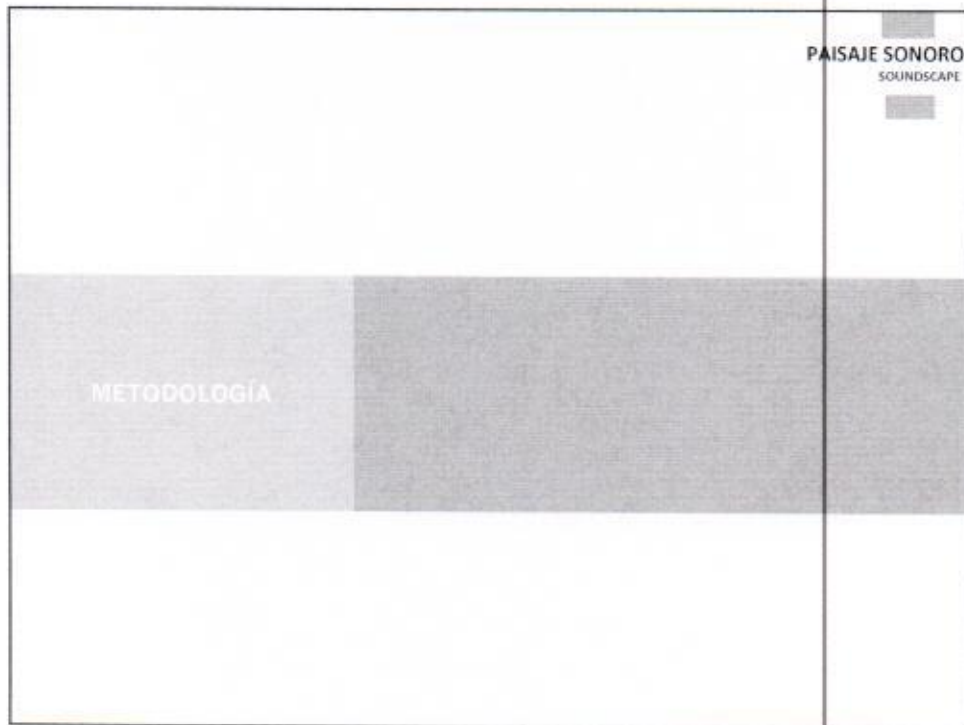
**Sonidos Hi-Fi:**  
Sonidos de acento define un paisaje sonoro. Usualmente sonidos naturales de tono alto o con significado de una región determinada.

MARCAS SONORAS

**SEÑALES SONORAS**

**ELEMENTOS DEL PAISAJE SONORO**

Fuente: Dinari, 2013, p.119



**PAISAJE SONORO**  
 SOUNDSCAPE

Se recomienda realizar una clasificación de las fuentes sonoras del ambiente sonoro a estudiar (checklist)

Las principales categorías de esta clasificación son:

- El lugar (interior o exterior)
- Categorías de las fuentes sonoras
- Tipos de fuentes sonoras

1. CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES SONORAS
METODOLOGÍA DE ESTUDIO

**PAISAJE SONORO**  
 SOUNDSCAPE

|   | CLASIFICACIÓN   | Según su naturaleza  | Según su origen  |
|---|---|--|--|
| sonidos producidos por la naturaleza                          | <b>Animales</b>   | Derivados  | Perros, gatos, conejos, vacas, gallinas...   |
|   | <b>Naturaleza</b>   | Animales y vegetación  | Animales y vegetación  |
|   |   | Los movimientos de la dinámica terrestre, los relacionados al ciclo del agua, erupciones | Los movimientos de la dinámica terrestre, los relacionados al ciclo del agua, erupciones |
|   | <b>Transporte motorizado</b>  | Wiento, tormentas-luvia, la acción de los géiseres, granizadas                           | Wiento, tormentas-luvia, la acción de los géiseres, granizadas                           |
|   |   | Por el rodamiento, claxon, arranques de motor  | Por el rodamiento, claxon, arranques de motor  |
|   |   | Por el choque de ruedas con rieles entre otras cosas                                     | Por el choque de ruedas con rieles entre otras cosas                                     |
|   |   | Aviones, helicópteros, avionetas   | Aviones, helicópteros, avionetas   |
|   | <b>Movimiento humano</b>  | Barco, navios, ferries   | Barco, navios, ferries   |
|   |   | Pasos, bicicletas, monociclo   | Pasos, bicicletas, monociclo   |
|   | <b>Fuentes electro-mecánicas</b>  | Camiones, retroexcavadoras, movimiento de material                                       | Camiones, retroexcavadoras, movimiento de material                                       |
| Instalación eléctrica, instalaciones sanitarias y ventilación |   | Instalación eléctrica, instalaciones sanitarias y ventilación                            |  |
| <b>Voz e instrumentos</b>                                     | Licudora, lavadora, horno de microondas                                 | Licudora, lavadora, horno de microondas  |  |
|   | Maquinaria y equipo   | Maquinaria y equipo  |  |
| <b>Otros sonidos humanos Sociales y comunales</b>             | Voz, discurso, canto, risas, instrumentos musicales...                  | Voz, discurso, canto, risas, instrumentos musicales...                                   |  |
|   | Toser, estornudar, sonido de huesos                                     | Toser, estornudar, sonido de huesos  |  |
|   | Derivados de actividades de la vida diaria y costumbres de una sociedad | Derivados de actividades de la vida diaria y costumbres de una sociedad                  |  |
|   | Sierros de ambulancias, pórcia  | Sierros de ambulancias, pórcia   |  |
|   | Cámpinas, cantos, pregones, Fuegos artificiales, pendones               | Cámpinas, cantos, pregones, Fuegos artificiales, pendones                                |  |

1. CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES SONORAS
METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Brown et al. 2011



|  |  |
|--|--|
| <p>Recorridos generalmente a pie, de un grupo de personas, con la finalidad de escuchar el ambiente sonoro. En dónde, se deberá observar y medir las respuestas perceptuales del grupo y se podrá determinar como las personas entienden un espacio.</p> | <p style="text-align: right;"><b>PAISAJE SONORO</b><br/>SOUNDSCAPE</p>  <p><b>SOUNDWALKS</b></p>  |
| <p>2. RECORRIDO SONORO</p>   | <p>METODOLOGÍA DE ESTUDIO</p>  |


Imagen 1. <http://www.soundscape.com.net/contenido/guia/2015/09/sonidos.jpg> Imagen 2. <http://www.soundwalks.com/sonidos/sonidos.jpg>

|  |   |
|--|---|
| <p>Utilizado para obtener:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• las sensaciones.</li> <li>• las respuestas humanas y</li> <li>• los resultados.</li> </ul> | <p style="text-align: right;"><b>PAISAJE SONORO</b><br/>SOUNDSCAPE</p>  |
| <p>2. RECORRIDO SONORO</p>   | <p>METODOLOGÍA DE ESTUDIO</p>   |

Imagen 3. <http://www.soundscape.com.net/contenido/guia/2015/04/soundwalk.jpg>

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE

Sensaciones → Respuesta → Resultado



2. RECORRIDO SONORO METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Fuente en Central Park, NY

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE


**Preguntas iniciales para los participantes del recorrido sonoro:**

1. ¿Cuál fue tu sonido favorito de la caminata?, ¿por qué? y ¿en dónde se encontró?
2. ¿Cuál sonido te desagradó más? ¿Por qué? Y ¿en dónde se encontró?
3. ¿En dónde haría una mejora a los sonidos que escuchó? ¿cuál sería el más importante y por qué?
4. ¿Los sonidos que escuchó cumplieron sus expectativas del lugar? ¿Por qué?


2. RECORRIDO SONORO METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Fuente: LADAs

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE




### App en teléfonos celulares




3. MEDICIÓN DE NIVELES SONOROS

METODOLOGÍA DE ESTUDIO




PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE


EQUIPO




CÁMARA



GRABADORA



MATERIAL DE DIBUJO



CELULAR

3. MEDICIÓN DE NIVELES SONOROS

METODOLOGÍA DE ESTUDIO




**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

| Sonidos constantes |  | Sonidos eventuales              |             | Sonidos aislados  |                     |             |
|--------------------|--|---------------------------------|-------------|---|---------------------|-------------|
| #                  | Fuente   | Fuente predominante             | Nivel dBA   | Fuente  | Fuente predominante | Nivel dBA   |
| 1                  | Sirena, gente, pájaros                             | Sirena                          | 62.4        | Pájaro, pájaros   | Pájaro              | 47.7        |
| 2                  | Pájaros, gente, música en vivo, tren               | Pájaros                         | 63.6        | Persona hablando, murmullo de personas, pájaros, pájaros    | Persona hablando    | 50.6        |
| 3                  | Gente, pájaros, música con volumen bajo, camión    | Música con volumen bajo         | 67.6        | Pájaros, pájaros, persona hablando, gente, Jardín perro     | Gente               | 51.7        |
| 4                  | Camiones, gente, música                            | Camiones                        | 63.1        | Gente, tráfico, camiones                                    | Camiones            | <b>65.7</b> |
| 5                  | Música de danza, camiones, vendedores ambulantes   | Camiones                        | 67.2        | Gente, tráfico, camiones, cakarí                            | Camiones            | 62.8        |
| 6                  | Música de danza, tráfico, gente, sirena            | Música de danza                 | 66.4        | Cubiertos, campanas (iglesia), niño hablando, clarín, gente | Gente               | 50.7        |
| 7                  | Música de danza                                    | Música de danza                 | 76.9        | Auto jugando, niño hablando, gente                          | Niño hablando       | 70.4        |
| 8                  | Vendedores ambulantes (música), tráfico, gente     | Vendedores ambulantes (música)  | <b>76.9</b> | Traffic, motocicleta, gente                                 | Motocicleta         | 64.4        |
| 9                  | Tráfico, gente, vendedores ambulantes, pájaros     | Vendedores ambulantes           | 63.1        | Tráfico, perro hablando, gente                              | Tráfico             | 59.8        |
| 10                 | Vendedores ambulantes, gente                       | Vendedores ambulantes           | 71.1        | Tráfico, gente, mecánico                                    | Tráfico             | 60.8        |
| 11                 | Campana del cambio de la basura, gente, tráfico    | Campana del cambio de la basura | 61.3        | Tráfico, cambio radio                                       | Radio               | 66.2        |
| 12                 | Tráfico, campana del cambio de la basura, letrados | Tráfico                         | 67.4        | Gente, tráfico  | Gente               | 61.7        |
| 13                 | Vendedores ambulantes, gente, tráfico              | Tráfico                         | 67.1        | Tráfico, gente  | Tráfico             | 62.8        |
| 14                 | Tráfico, música de danza, gente, pájaros, pájaros  | Pájaros                         | 61.2        | Gente, clarín, letrado perro, tráfico, niño jugando         | Letrado perro       | 64.5        |
| 15                 | Pájaros, gente, música de danza                    | Música de danza                 | 66.4        | Gente, tráfico  | Gente               | 50          |

**RECORRIDO SONORO + ANÁLISIS DE GRABACIONES**

**METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

Fuente: LADAc



**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

En resumen, los aspectos del recorrido sonoro son:

1. Selección del área del recorrido, incluyendo los puntos específicos para evaluar.
2. El recorrido sonoro será guiado por un moderador.
3. Un cuestionario deberá ser aplicado.
4. Los participantes caminan en silencio y escuchan libremente durante la duración del recorrido.
5. Los participantes responden un cuestionario.
6. Por lo menos 20 observaciones se recolectarán en cada sitio evaluado.

PROCEDIMIENTO DE UN RECORRIDO SONORO CUESTIONARIO

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

*Marca en la escala tu impresión:*

¿Qué tan ruidoso es aquí?  
De ningún modo      Ligeramente      Moderadamente      Muy adecuado      Extremadamente

¿Qué tan desagradable es aquí?  
De ningún modo      Ligeramente      Moderadamente      Muy adecuado      Extremadamente

¿Qué tan apropiado es el sonido de alrededor?  
De ningún modo      Ligeramente      Moderadamente      Muy adecuado      Extremadamente

¿Qué tan frecuente visitarías este lugar otra vez?  
Nunca      Rara vez      Alguna vez      Frecuentemente      Muy frecuentemente

**PAISAJE SONORO**  
SOUNDSCAPE

RECOLECCIÓN DE DATOS RECORRIDO SONORO

METODOLOGÍA DE ESTUDIO



PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE

### Cuestionario sobre la identificación de las fuentes sonoras

Con cuál de los siguientes 8 escalas usted está más de acuerdo o desacuerdo del ambiente sonoro que le rodea:


|                              | Muy de                   | De                       |                           | Muy en                   |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> |
| Agradable                    |                          |                          | <b>ESCALAS SEMÁNTICAS</b> |                          |
| Caótico                      | <input type="checkbox"/> | <b>Perturbador</b>       | <b>Desagradable</b>       | <input type="checkbox"/> |
| Vibrante                     | <b>Áspero</b>            | <input type="checkbox"/> | <b>Nítido</b>             | <input type="checkbox"/> |
| Sin acontecimientos notables | <input type="checkbox"/> | <b>Calidad</b>           | <b>Tranquilo</b>          | <input type="checkbox"/> |
| Calmado                      | <b>Suave</b>             | <input type="checkbox"/> | <b>Monótono</b>           | <input type="checkbox"/> |
| Molesto                      | <input type="checkbox"/> | <b>Organizado</b>        | <b>Debilitado</b>         | <input type="checkbox"/> |
| Memorable                    | <input type="checkbox"/> | <b>Poca presencia</b>    | <b>Bullicio</b>           | <input type="checkbox"/> |
| Monótono                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <b>Tranquilo</b>          | <input type="checkbox"/> |
|                              |                          |                          | <b>Lejos</b>              | <input type="checkbox"/> |

4. ENCUESTAS CUESTIONARIOS      METODOLOGÍA DE ESTUDIO

PAISAJE SONORO  
SOUNDSCAPE

Se deben considerar mediciones acústicas que analicen la forma en que los humanos **escuchan y perciben** el ambiente sonoro.

Las grabaciones **biaurales** son adecuadas para realizar análisis aurales y permiten reproducir el ambiente sonoro 'escuchado' en el laboratorio, y a su vez permiten preservarlo.



Diferencia de tiempo  
Diferencia de sonoridad

micrófonos →

Sistema de medición binaural o cabeza artificial permite grabar el ambiente sonoro.

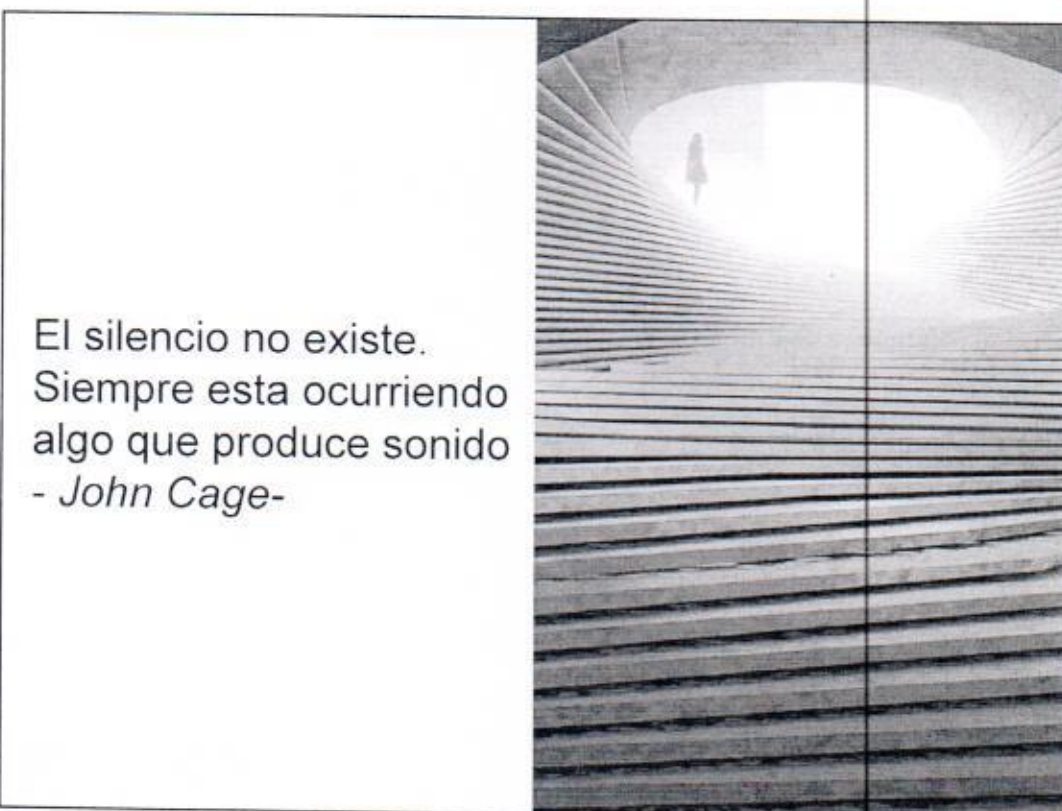
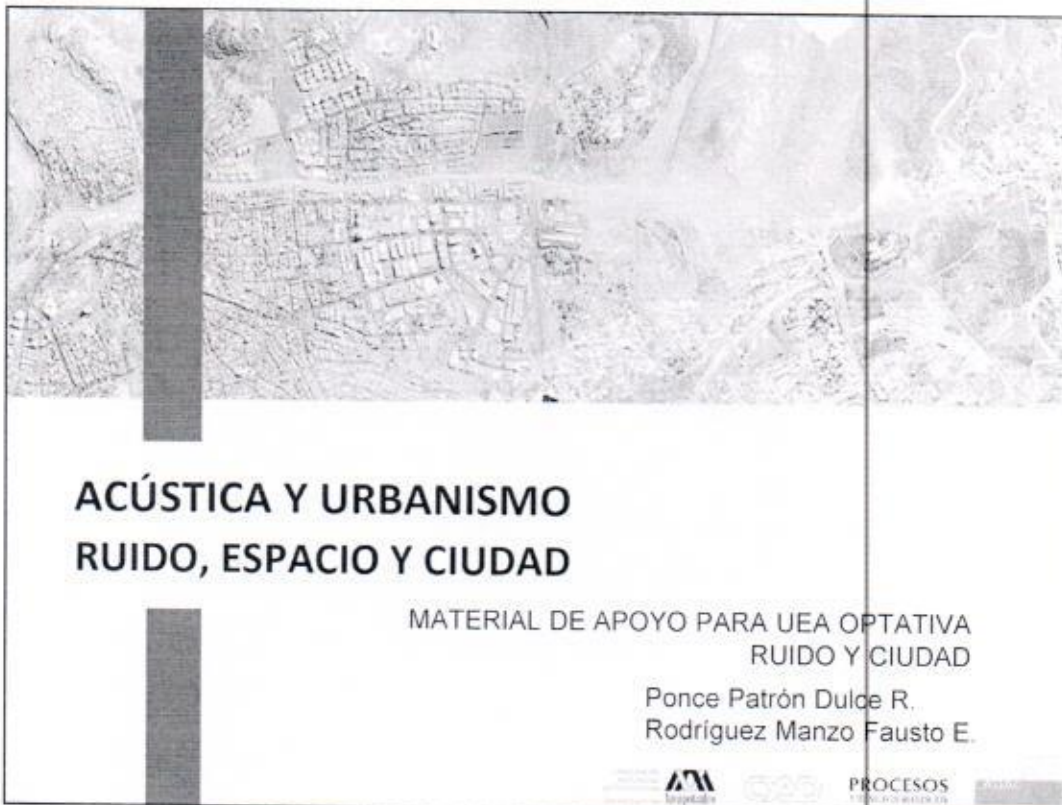
5. MEDICIONES BIAURALES      METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Herbin R, Füllmer J, M. *Binaural Beamforming: The Natural Evolutionary Hearing Review*. 2015;22(3):24

| PAISAJE SONORO<br>SOUNDSCAPE  |  |
|---|--|
| LOS PARTICIPANTES   | EL AMBIENTE SONORO   |
| <p><b>¿Cómo se seleccionan a los participantes?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los participantes son residentes o visitantes del área de estudio.</li> <li>• Los participantes son personas expertas o no expertas en el tema a estudiar (e.g. ruido ambiental o planeación urbana)</li> <li>• Edad y género</li> <li>• Otra información relevante (e.g. salud auditiva)</li> </ul> | <p><b>¿Cuál es el tipo de ambiente acústico (real, grabado o virtual)?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las fuentes sonoras y la composición del ambiente acústico, incluyendo el sonido total, los sonidos de primer plano y de fondo.</li> <li>• Condiciones de clima y viento</li> <li>• Puntos de medición (incluyendo la altura, orientación del sistema de grabación – cabeza)</li> <li>• Los resultados de las mediciones acústicas.</li> </ul> |
| 6. REPORTE DE REQUERIMIENTOS  | METODOLOGÍA DE ESTUDIO   |

| PAISAJE SONORO<br>SOUNDSCAPE   |  |
|--|--|
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |  |
| <p><b>Brown, Lex &amp; Kang, Jian &amp; Gjestland, Truls.</b> (2011). Towards standardization in soundscape preference assessment. <i>Applied Acoustics - APPL ACOUST.</i> 72, 387-392. 10.1016/j.apacoust.2011.01.001</p>   |  |
| <p><b>Fastl, Hugo.</b> «Psychoacoustic basis of sound quality evaluation and sound engineering.» <i>International Congress on Sound and Vibration.</i> Viena, 2006.</p>  |  |
| <p><b>Goldstein, E.</b> <i>Sensación y percepción.</i> 8va. Editado por Antonio Nuñez Ramos y Lorena Peralta Rosales. México: CENGAGE LEARNING, 2011.</p>  |  |
| <p><b>Herbig, R, Froehlich, M.</b> <i>Binaural Beamforming: The Natural Evolution.</i> <i>Hearing Review.</i> 2015;22(5):24</p>  |  |
| <p><b>International Organization for Standardization (ISO).</b> ISO 12913 Acoustics –soundscape– Part 1 Acoustics – Definition and conceptual framework (2014)<br/>Part 2. Recolección de datos y reporte de requerimientos. 2017 (Borrador de la norma internacional) (2015) en revisión.</p> |  |
| <p><b>Schafer, R. Murray</b> (2006) <i>I Have Never Seen a Sound.</i> <i>Environmental &amp; Architectural Phenomenology Newsletter</i> (2006).</p>  |  |
| <p><b>Schafer, R. Murray</b> (1977) <i>Our Sonic Environment and The Soundscape the Tuning of the World.</i> Rochester, Vermont.: Destiny Books.</p>   |  |







Sonido y ciudad

La ciudad como ente



"ESPACIOS DE CONVIVENCIA Y SERVICIOS PÚBLICOS ACCESIBLES A TODOS"

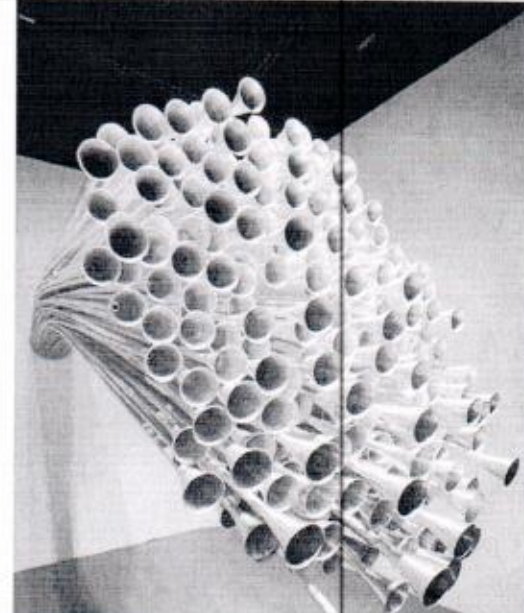
Sonido y ciudad

Calidad de vida y confort

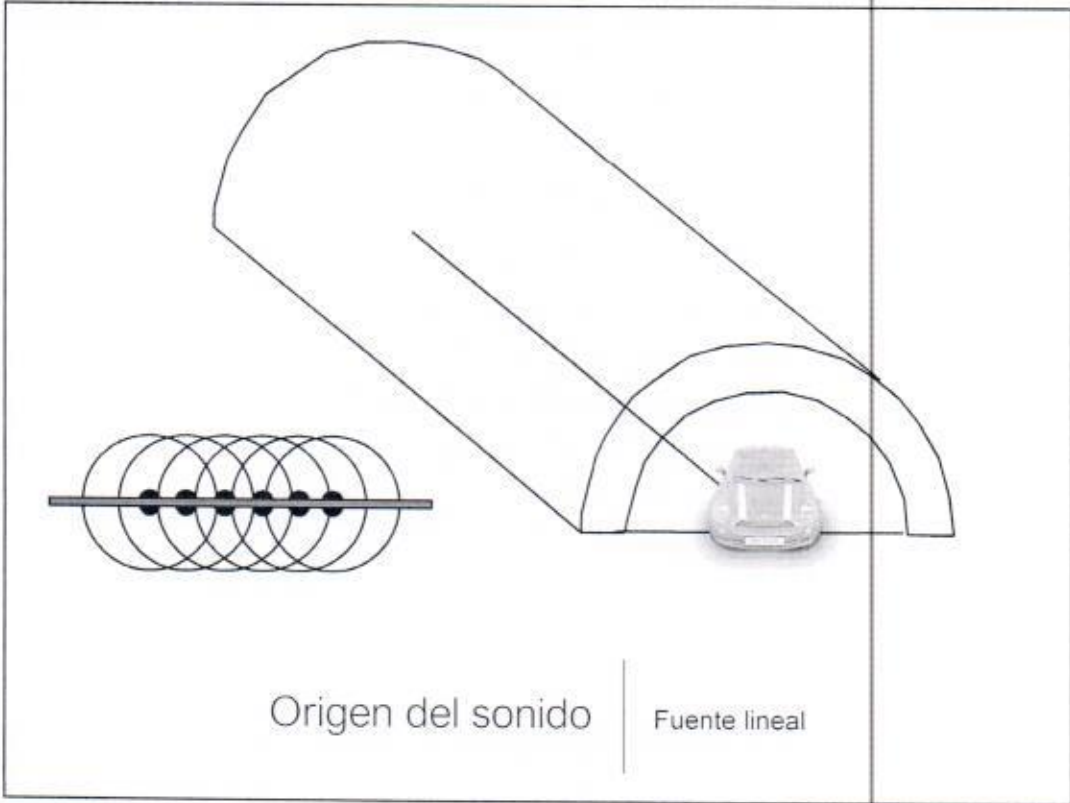
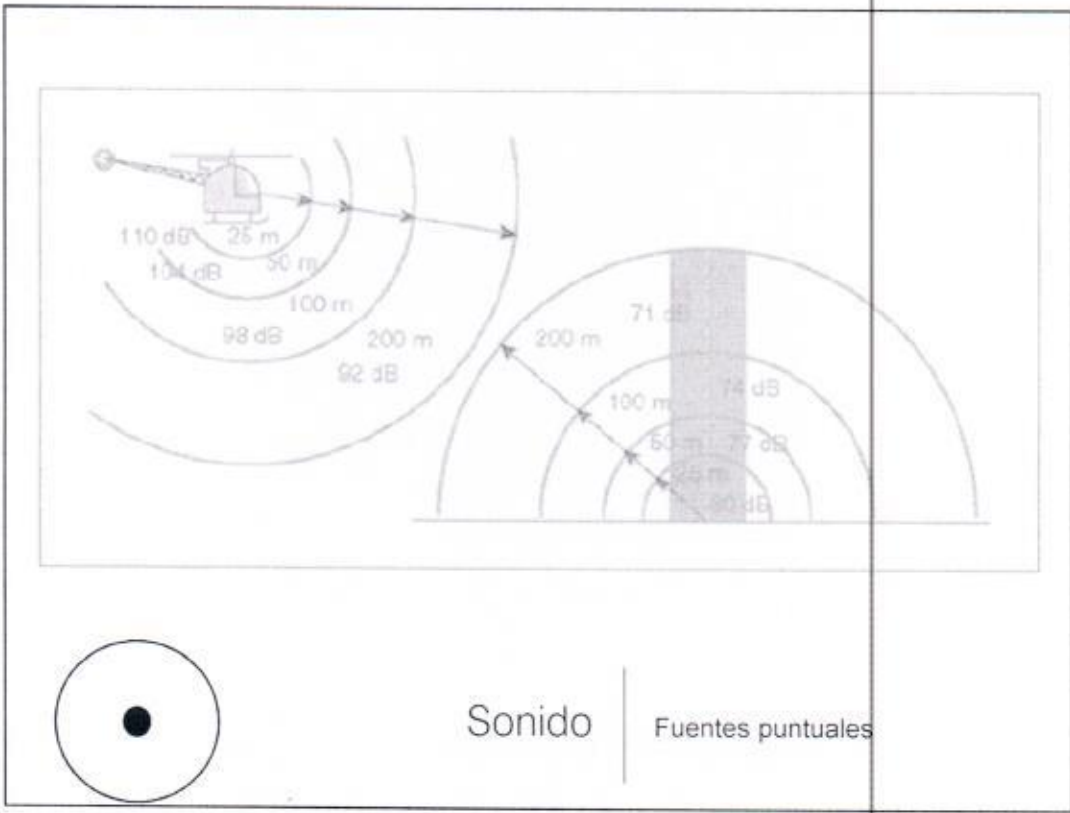


AUDITIVA  
VISUAL  
OLFACTIVA  
ACUSTICA  
TACTIL

Sonido | Requerimientos de confort



Sonido | Propagación en exteriores

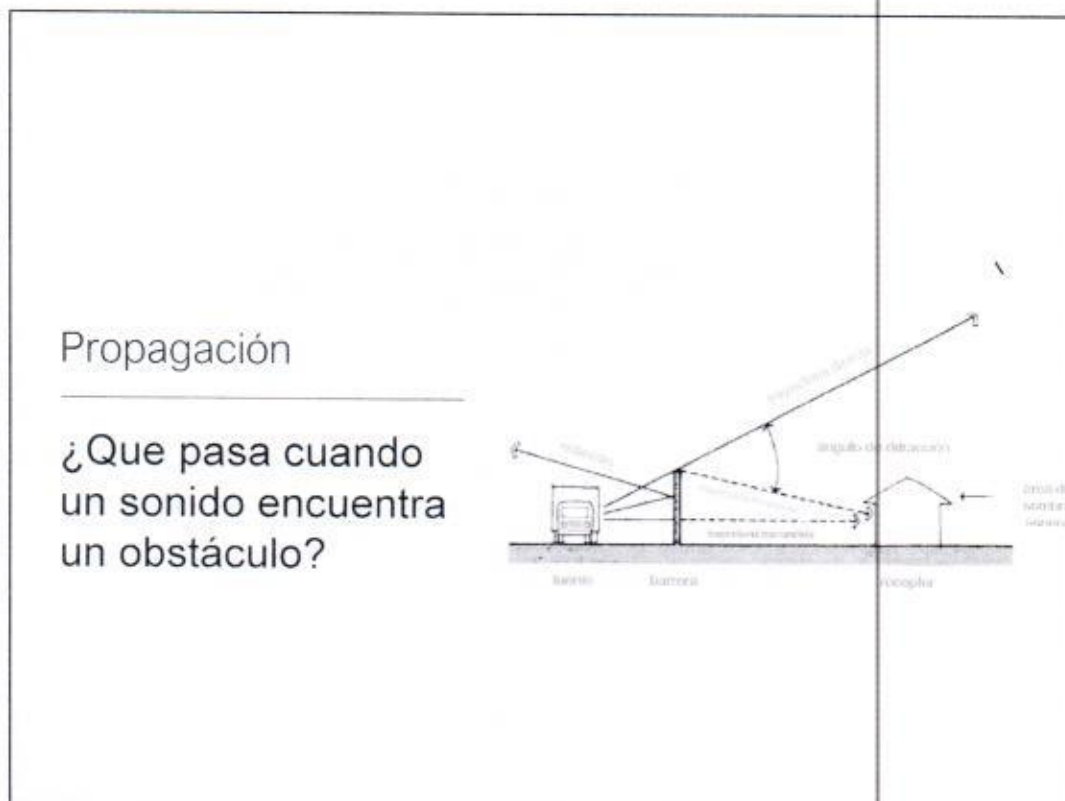


### Clima

- El sonido tiende a arquearse en función de la temperatura.
- Humedad

### Propagación

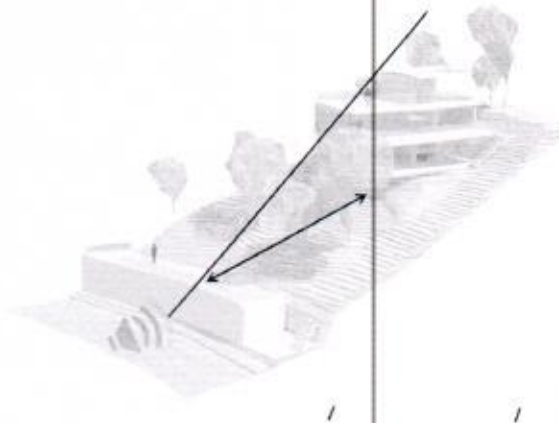
Propagación



Atenuación del ruido

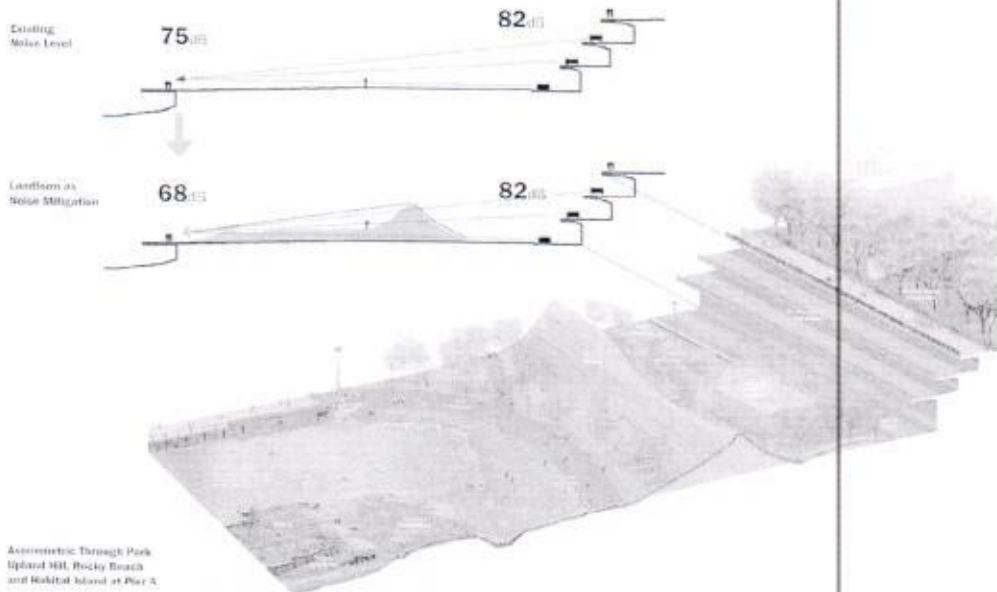
Propagación

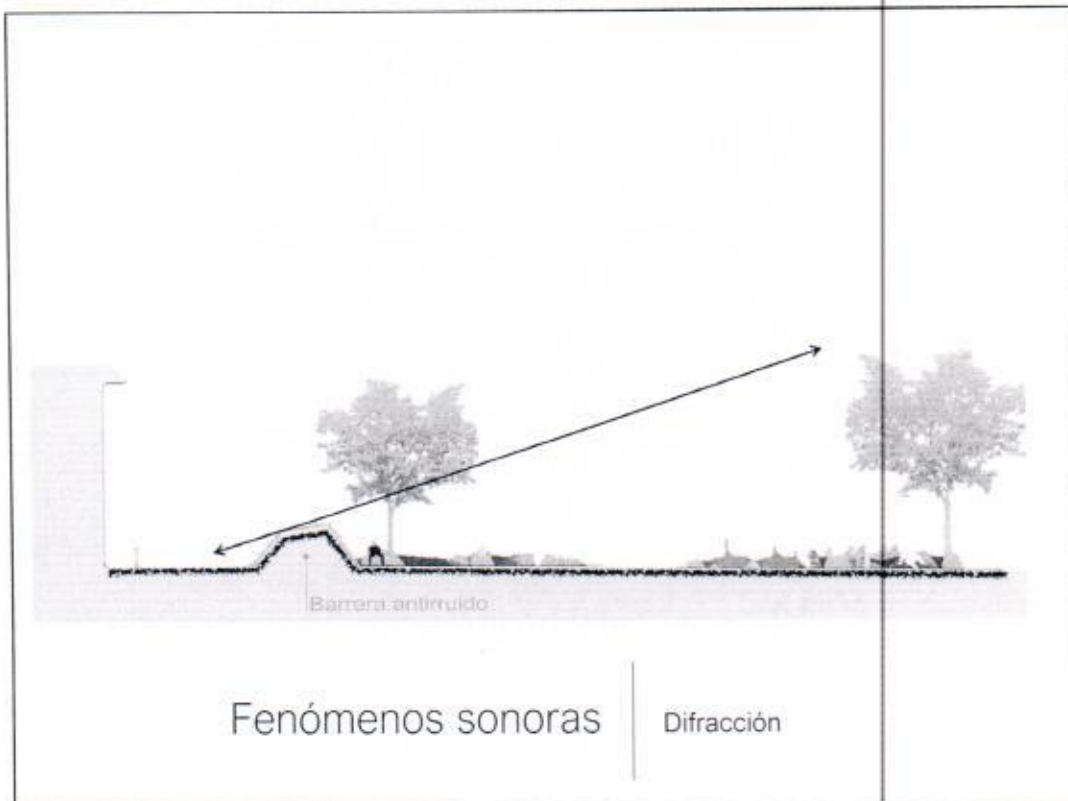
¿Que pasa cuando un sonido encuentra un obstáculo?



### Brooklyn Bridge Park, Brooklyn, NY

Atenuación del ruido





### Pantallas acústicas

- Reflectantes
- Absorbentes
- Reactivas

Two photographs showing different types of acoustic screens. The left photo shows a close-up of a screen with vertical, ribbed panels. The right photo shows a screen with a more complex, curved, and perforated design, installed in an urban setting.

Fenómenos sonoros | Difracción



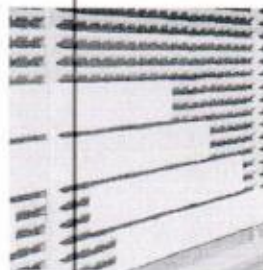
### Pantallas acústicas

#### Absorbentes



Éstas contienen un elemento poroso que puede formarse en la superficie de la barrera o en el interior (en este caso la cara frente a la fuente sonora es perforada)

•Reactivas, son las diseñadas para reducir frecuencias específicas y actúan a partir de cavidades o resonadores.



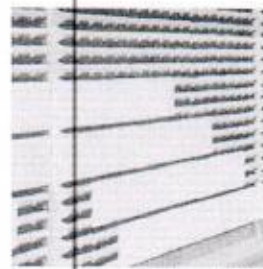
Fenómenos sonoros

Difracción

### Pantallas acústicas

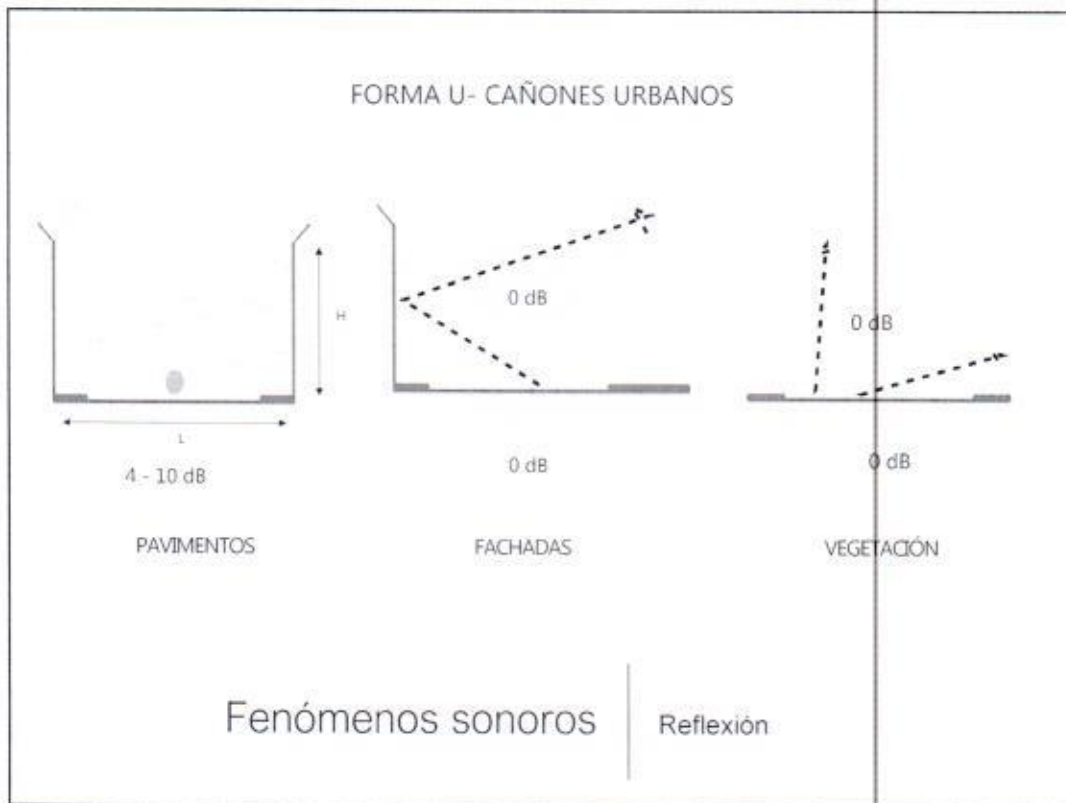
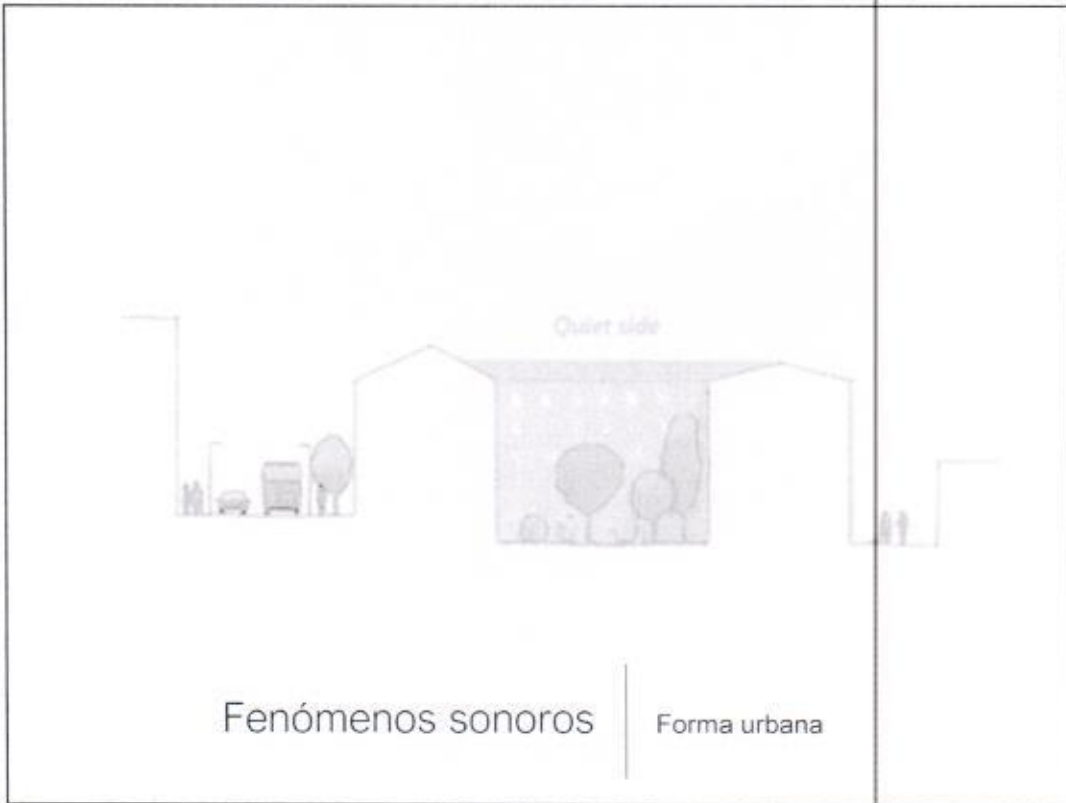
#### Reactivas

Éstas contienen un elemento poroso que puede formarse en la superficie de la barrera o en el interior (en este caso la cara frente a la fuente sonora es perforada)



Fenómenos sonoros

Difracción



The diagram shows three cross-sectional views of a room. The first shows a simple rectangular room with sound waves reflecting off the walls. The second shows a room with a curved wall, illustrating 'REFLEXIÓN' (Reflection). The third shows a room with a complex, irregular shape, illustrating 'DISPERSION SONORA' (Sound Dispersion). To the right is a vertical sound level meter showing a scale from 0 to 100.

Fenómenos sonoros | Reflexión y Difracción

The diagram shows four cross-sectional views of urban forms. The top two show 'CASE STUDY - RECTILINEAR' and 'CASE STUDY - CURVED', illustrating how sound waves reflect off buildings. The bottom two show 'CASE STUDY - CONCAVE' and 'CASE STUDY - CONVEX', illustrating how concave forms concentrate sound and convex forms disperse it.

Fenómenos sonoros | Reflexión

Forma urbana

- Las secciones abiertas disminuyen las reflexiones
- Las formas cóncavas concentran el sonido y las convexas son difusoras

## La ciudad

---

Generadora de ruido

### Problemática de las **grandes ciudades**



- Congestión de tráfico vehicular
- Aglomeración de personas
- Falta de vivienda
- Desempleo
- Escasez y demanda de recursos naturales y servicios
- Contaminación ambiental (suelo, agua, aire)...



### El ruido ambiental

- **Sonido no deseado o molesto** que interfiere con las actividades diarias de las personas.
- A nivel internacional se considera como un contaminante de alto impacto en los ecosistemas urbanos.

### Ruido ambiental

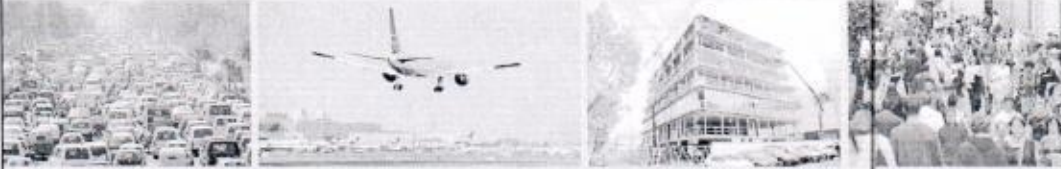


- Afecta a los ecosistemas naturales, al medio físico y a los seres vivos
- Genera un desequilibrio
- Es el gran **perturbador**

### ruido y vibraciones

Es el agente contaminante que más afecta cotidianamente a la población del mundo.

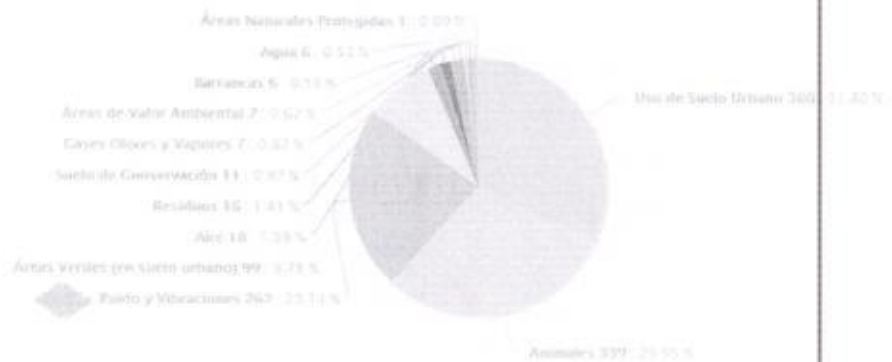
## Ruido ambiental



Es generado por las distintas **actividades humanas**, las cuales incluyen el **tráfico rodado, ferroviario y aéreo** y emplazamientos de **actividades industriales** principalmente.

## Denuncias por ruido Ciudad de México

Denuncias ciudadanas e investigaciones de oficio por tema recibidas en 2016



Fuente: SEMAR

## Han multado a 323 bares por exceso de ruido en Morelia

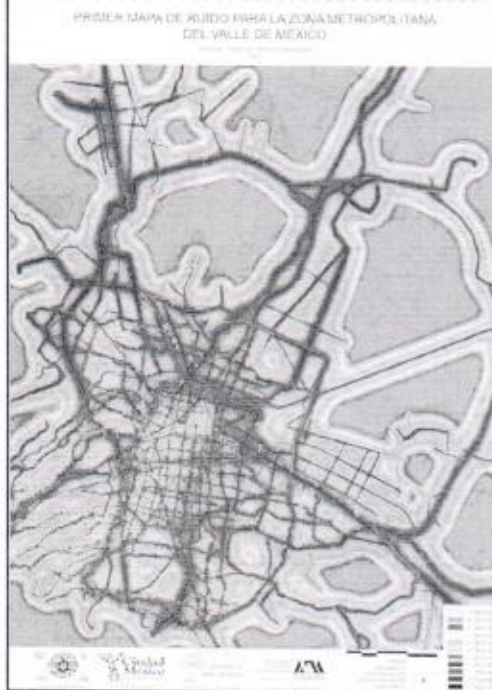
Redacció | 10 de junio de 2012 | 0:00

A- MORELIA. Mich., 10 de junio de 2012 - Bares y antros escandalosos, fiestas con mucho ruido en domicilios particulares y hasta perros que no dejen de ladrar, son las principales causas por las que la Dirección de Inspección y Vigilancia, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SDUMA), así como el Centro Municipal de Mediación, han levantado 323 infracciones por exceso de ruido, además de dar seguimiento a más de 61 denuncias ciudadanas. De acuerdo con un boletín de prensa, tal como informó Jorge Luis López Chávez, director de Inspección y Vigilancia municipal, la mayor parte de las multas levantadas por exceso de ruido este 2012 fueron aplicadas a establecimientos con venta de bebidas alcohólicas, sobre todo a aquellos donde por las noches existe música en vivo, pues suelen ser éstos los que llegan a sobrepasar los 66 decibelios que de las 10 de la noche a las 6 de la mañana no deben superarse. "La mayor parte de las quejas que recibe la dirección es por el ruido, vecinos que en la madrugada no pueden dormir a causa del volumen de la música o porque el horario de cierre fue sobrepasado más allá de lo que establece la normatividad", indicó López Chávez. De tal manera, señaló que los elementos a su cargo acudieron a más de 311 lugares durante este primer semestre del año por denuncias ciudadanas si bien se levantaron 316 infracciones gracias a los recorridos de rutina que la

### ¿Qué se puede hacer?

- |  |             |
|--|-------------|
| - Detectar y entender el problema                            | diagnóstico |
| - Concientizar a la población                                | información |
| - Generar instrumentos de control                            | planeación  |
| - Establecer programas y acciones de prevención y mitigación | acciones    |

## Mapas de ruido



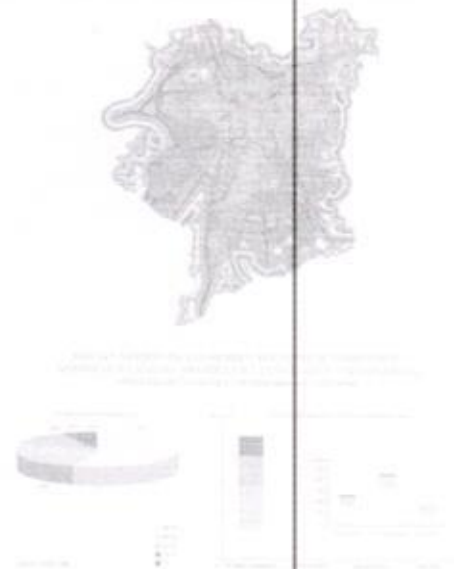
"Mapa diseñado para poder **evaluar globalmente la exposición al ruido** en una zona determinada, debido a la existencia de **distintas fuentes de ruido**, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona"

DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental

## Mapas de ruido

Los mapas de ruido permiten conocer entre otros aspectos, la siguiente información:

- **Niveles sonoros** de un entorno según las fuentes
- Número de **habitantes expuestos** al ruido
- **Usos de suelo sensibles afectados por ruido**, tales como residencial, y equipamiento (**educación y salud**) principalmente.



DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental



## Mapas de ruido

### ¿Qué evalúan?



Aviación



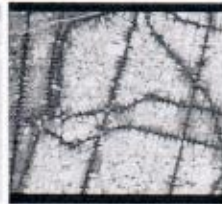
Tráfico vehicular



Industria

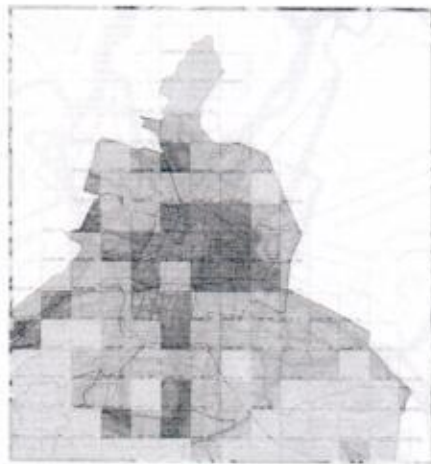


Tráfico ferroviario



## Mapas de ruido

### Áreas de exposición al ruido por secciones Niveles de confort



| Lden        | Lnight      | Clasificación |
|-------------|-------------|---------------|
| 50-54 dB(A) | 40-44 dB(A) | Aceptable     |
| 55-64 dB(A) | 45-54 dB(A) | Tolerable     |
| 65-69 dB(A) | 55-59 dB(A) | Molesto       |
| > 70 dB(A)  | > 60 dB(A)  | Inaceptable   |

| Niveles de confort    | Número de secciones |
|-----------------------|---------------------|
| Aceptable             | 75                  |
| Aceptable - Tolerable | 4                   |
| Tolerable             | 64                  |
| Tolerable - Molesto   | 1                   |
| Molesto               | 0                   |
| Molesto - Inaceptable | 9                   |
| Inaceptable           | 15                  |
| Total de cuadrantes   | 168                 |

### Mapas de ruido

¿Que pasaría si...?



Estado real:



Restricción de vehículos pesados:



Restricción de vehículos pesados y reducción 25% flujo vehicular:



### Zonificación acústica

¿Debería existir una zonificación de las áreas urbanas con base en su uso y los niveles de ruido que se producen...?

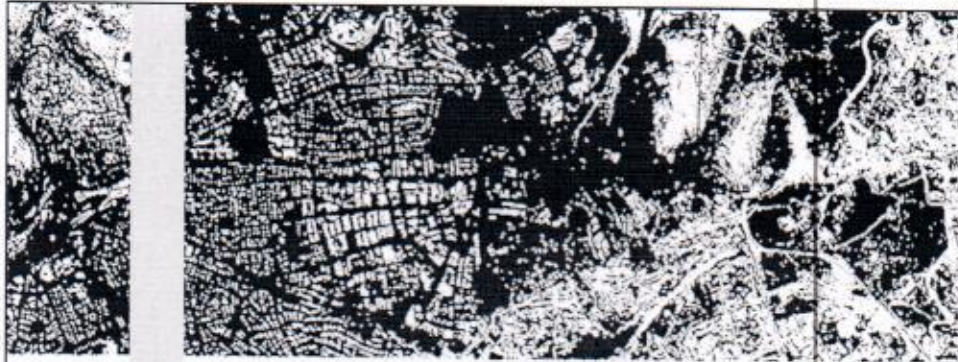
### Zonificación acústica

¿Debería existir una zonificación de las áreas urbanas con base en su uso y los niveles de ruido que se producen...?

| Living Area | Living Area category                                       | Sound level range<br>L <sub>eq</sub> (dB(A)) |
|-------------|--|--|
| A           | Parkland areas   | 45-50  |
| B           | Quiet and rest areas                                       | 50-55  |
| C           | Medium density residential areas                           | 55-60  |
| D           | High density residential areas                             | 60-65  |
| E           | Industrial areas, industrial road traffic & transport hubs | 65-70  |



General Acoustic Zoning Map of Miguel Hidalgo District



## CARTOGRAFÍA Y RUIDO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO

MATERIAL DE APOYO PARA UEA OPTATIVA  
RUIDO Y CIUDAD

Rodríguez Manzo Fausto E.



### El problema del ruido ambiental en las ciudades

- Millones de personas están expuestas al ruido ambiental cotidianamente en todo el mundo.
- Se afirma que: "...es el contaminante que perturba a más personas en su vida cotidiana que cualquier otro."
- La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) hizo un llamado de alerta acerca del riesgo de los efectos del ruido ambiental sobre la salud.
- Es un reconocimiento oficial, a nivel mundial, del problema que la humanidad tiene enfrente. El punto está en que hay algunos países que lo enfrentan y otros no.

## El problema del ruido ambiental en las ciudades

- Las causas por las cuales no se hace esto es el desconocimiento del problema tanto de la población como de las autoridades.
- Una amenaza grave que no solamente se trata de niveles sonoros altos, sino problemas serios de salud física y mental.
- Hace falta una sensibilización y una concienciación del problema donde se informe a la población y se forme a los futuros especialistas.
- El ruido ambiental es un problema complejo que incluye visiones de múltiples disciplinas: la física, la acústica, la biología y la ecología, las ingenierías, la arquitectura y el urbanismo, la medicina y la salud pública, la sociología y la antropología, la psicología, el derecho y la política, entre otras.

## ¿Qué es el ruido?

- El ruido es en esencia **sonido**, un elemento que no se puede ver, y que surge de las vibraciones del aire y de otros medios elásticos.
- Es producto de las actividades y de las creaciones humanas, que al generar sonido e invadir actividades como son: el sueño, la tranquilidad del hogar, los paseos y el ejercicio, los cursos escolares, la lectura o la concentración en el trabajo, entre otros, producen ruido.
- "Cualquier sonido que un oyente encuentre indeseable se define como ruido"
- El ruido ambiental tiene básicamente una connotación negativa, dados sus efectos sobre la salud y el bienestar de las personas.
- Es contaminación al crear molestia y afectar la salud humana.

## ¿Qué es la contaminación acústica?



Es un proceso de **desequilibrio** entre el incremento en cantidad y nivel sonoro **de las emisiones acústicas**, su carácter y el comportamiento del sonido en la ciudad. Se trata de un **descontrol sonoro histórico**, al no haber pensado en el sonido cuando se crearon objetos, artefactos, aparatos, maquinaria y vehículos y se planearon las ciudades: sus vialidades, sus aeropuertos, sus líneas férreas y su zonificación y usos del suelo.

## Afectaciones del ruido ambiental a la salud

- Las afectaciones que la contaminación acústica son más que solo molestias.
- La OMS dice, "La salud es un estado de completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades"
- La contaminación acústica afecta tanto al bienestar físico, como al mental, como al bienestar social, es decir que se trata de un problema de salud pública y no solo un problema ambiental.
- "En esencia, el ruido intrusivo disminuye la calidad de vida de ...(las) personas. . . . lo que puede traer consigo síntomas fisiológicos y psicológicos reales. En otras palabras, el ruido es una amenaza a la salud." (OMS, 2011)

## Afectaciones del ruido ambiental a la salud

Los efectos del ruido ambiental en la salud y bienestar de las personas se resumen, de acuerdo a la OMS, 2011, en cinco afectaciones principales:

- Molestia por ruido
- Tinnitus o acufeno
- Perturbación del sueño
- Discapacidad cognitiva en niños
- Enfermedades cardiovasculares

## Afectaciones del ruido ambiental a la salud

por proporción de población

- |   |  |
|---|--|
| • Mortandad   |  |
| • Enfermedad (insomnio, cardiovascular)   |  |
| • Factores de riesgo (presión sanguínea, colesterol, coagulación de la sangre, glucosa) |  |
| • Indicadores de estrés (respuesta autónoma, hormonas del estrés)                       |  |
| • Sentimientos de incomodidad (molestia, perturbación).                                 |  |

## **El ruido y los derechos humanos**

### **Derecho a un ambiente sano**

Toda persona tiene derecho a gozar de un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado para su desarrollo y bienestar; corresponde al Estado garantizar este derecho. Quien ocasione un daño o deterioro ambiental tendrá las responsabilidades que establezcan las leyes.

Este derecho se enfoca claramente en dos aspectos que son fundamentales:

La Salud y el Medio Ambiente

### **El problema del ruido en la Ciudad de México**





## ¿Qué se puede hacer?

Entender el problema      Diagnóstico

Concientizar a la población      Información

Crear instrumentos de control      Planeación

Establecer programas de mitigación      Acciones

## Diagnóstico

### Diagnóstico

Mediciones acústicas

Encuesta actitudes de la población

Mapas de ruido

## Diagnóstico

### Diagnóstico

Mediciones acústicas

Encuestas de población

#### Mapas de ruido

Herramienta gráfica

Herramienta de análisis

Herramienta de monitoreo

Fuente de información

## Mapas de ruido

*"Mapa diseñado para poder **evaluar globalmente la exposición al ruido** en una zona determinada, debido a la existencia de **distintas fuentes de ruido**, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona"*

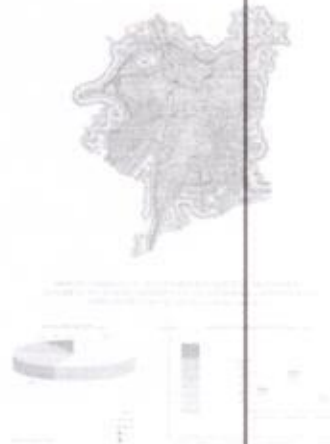
DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002  
Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental



## Mapas de ruido

Los mapas de ruido permiten conocer entre otros aspectos, la siguiente información:

- **Niveles sonoros** de un entorno según las fuentes
- Número de **habitantes expuestos** al ruido
- **Usos de suelo sensibles afectados por ruido**, tales como habitacional, y equipamiento (**educación y salud**) principalmente



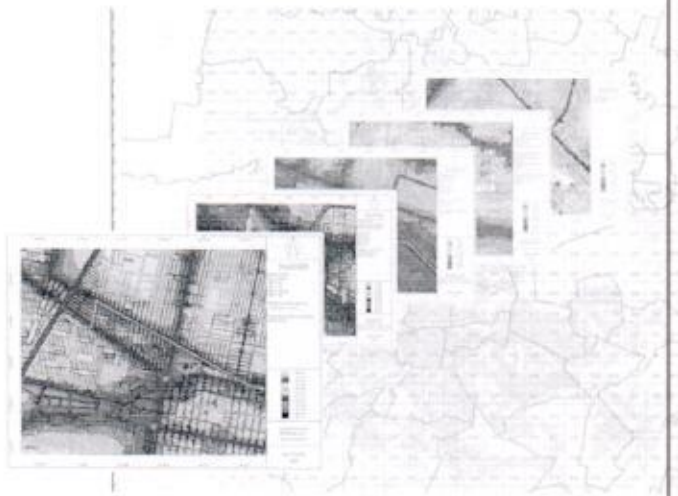
Un mapa estratégico de ruido **es una herramienta para ...**

- **Proteger** la salud de la población
- Mejorar la **calidad de vida** de los habitantes de un área determinada.

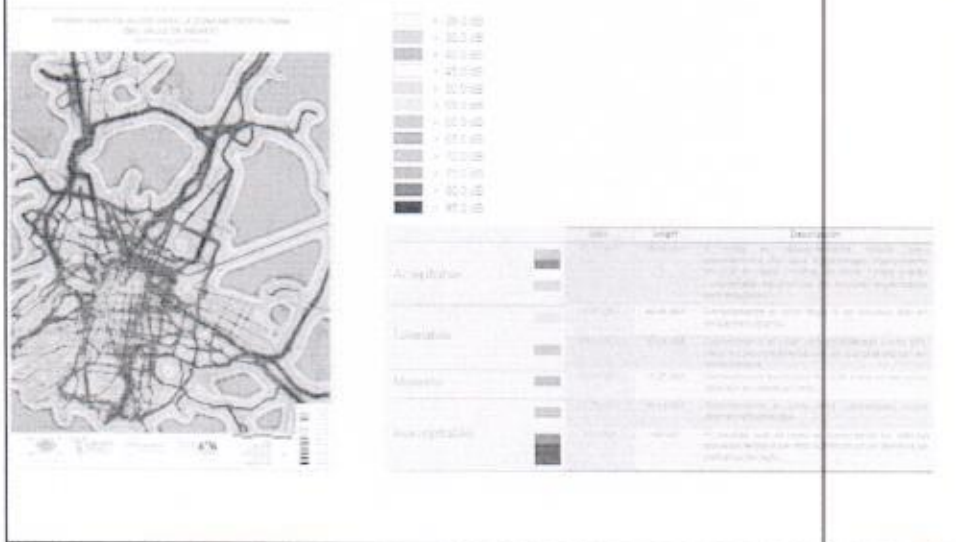
**Primer Mapa de Ruido para la ZMVM**  
(versión de tráfico vehicular)



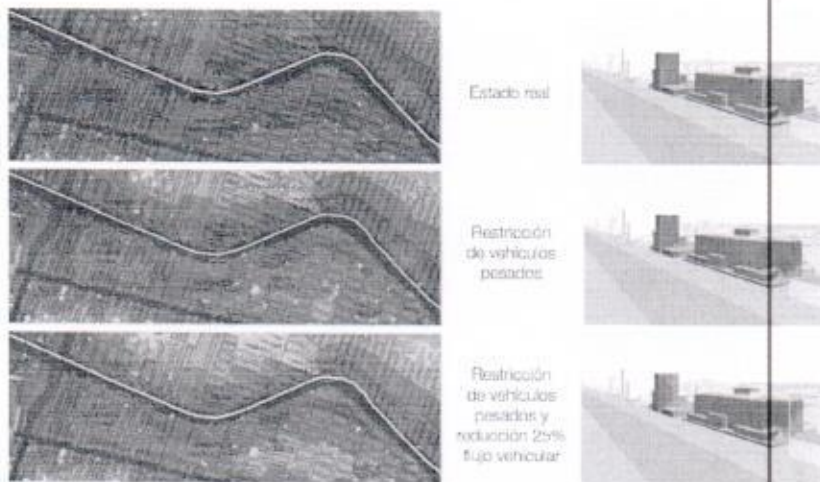
de Evaluación por secciones



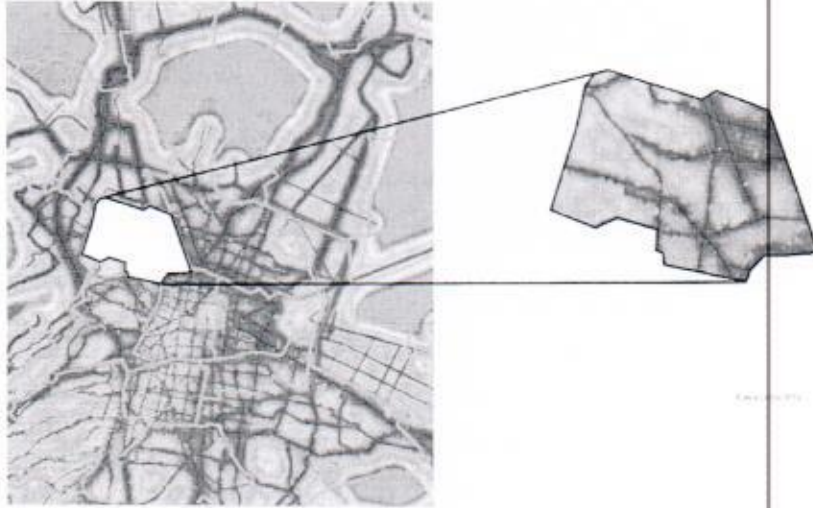
## ¿Qué muestra el mapa de ruido?



## Predicciones



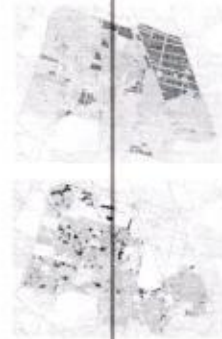
### Análisis de áreas de ruido por delegación



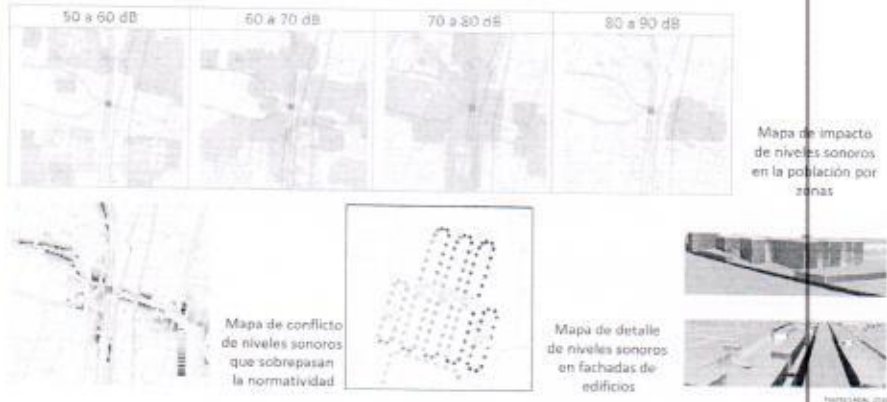
### Mapa de ruido – Delegación Azcapotzalco



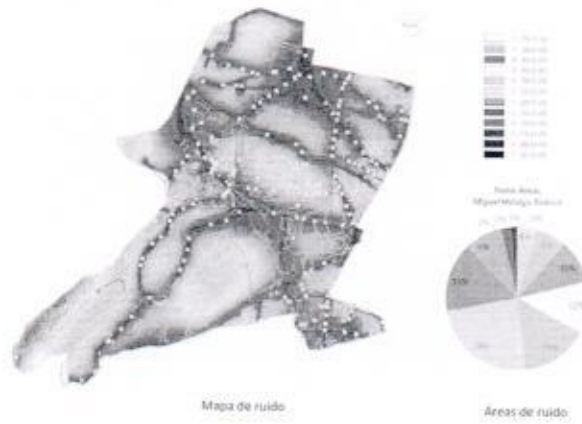
Usos del suelo  
Población



## Mapas de análisis en detalle

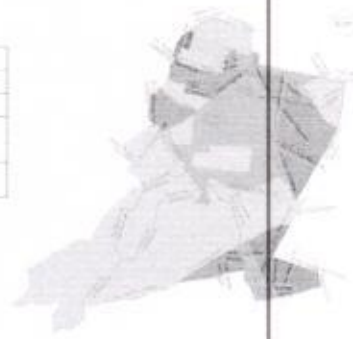


## Delegación Miguel Hidalgo



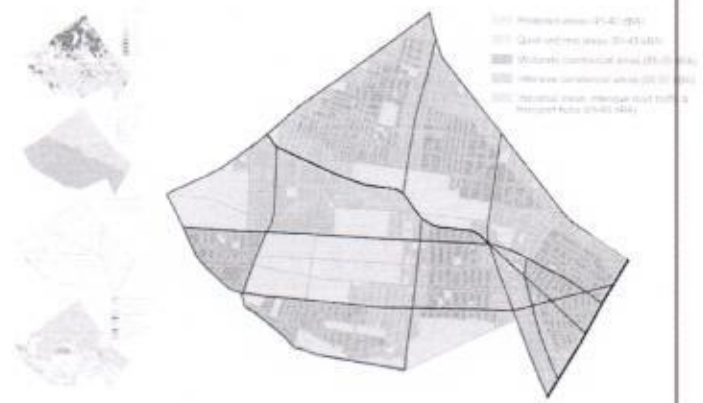
## Zonificación Acústica Delegación Miguel Hidalgo

| Clase | Descripción             | Velocidad de propagación del sonido (m/s) |
|-------|-------------------------|---|
| A     | Áreas residenciales     | 330                                       |
| B     | Áreas de uso mixto      | 335                                       |
| C     | Áreas comerciales       | 340                                       |
| D     | Áreas de uso industrial | 345                                       |
| E     | Áreas de uso agrícola   | 350                                       |



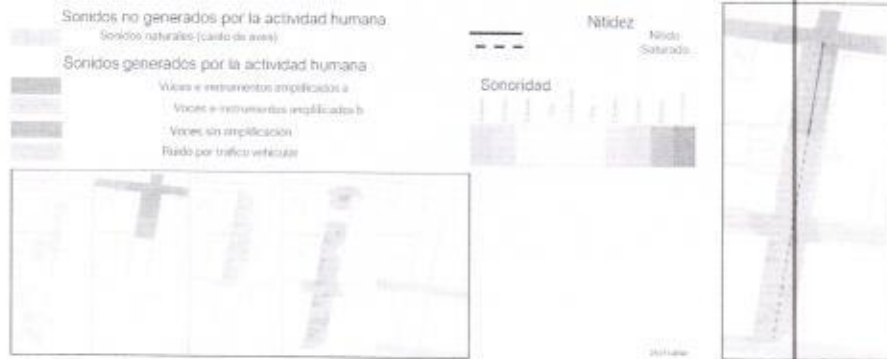
Zonificación acústica general de la Delegación Miguel Hidalgo

## Zonificación Acústica de Áreas Específicas Delegación Miguel Hidalgo (Tacuba – Polanco)

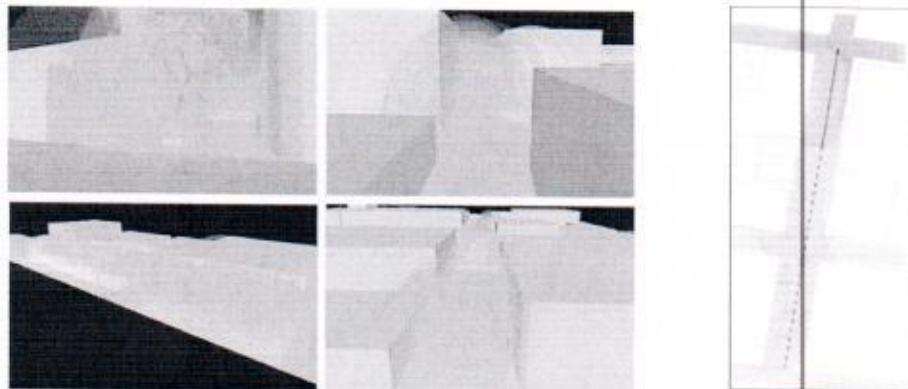




## Mapas de Paisaje Sonoro: Ambiente Sonoro Específico (Gante Centro Histórico)



## Mapas de Paisaje Sonoro: Ambiente Sonoro Específico (Gante Centro Histórico) Visualización posible





## Aplicaciones celulares



## Participación Ciudadana

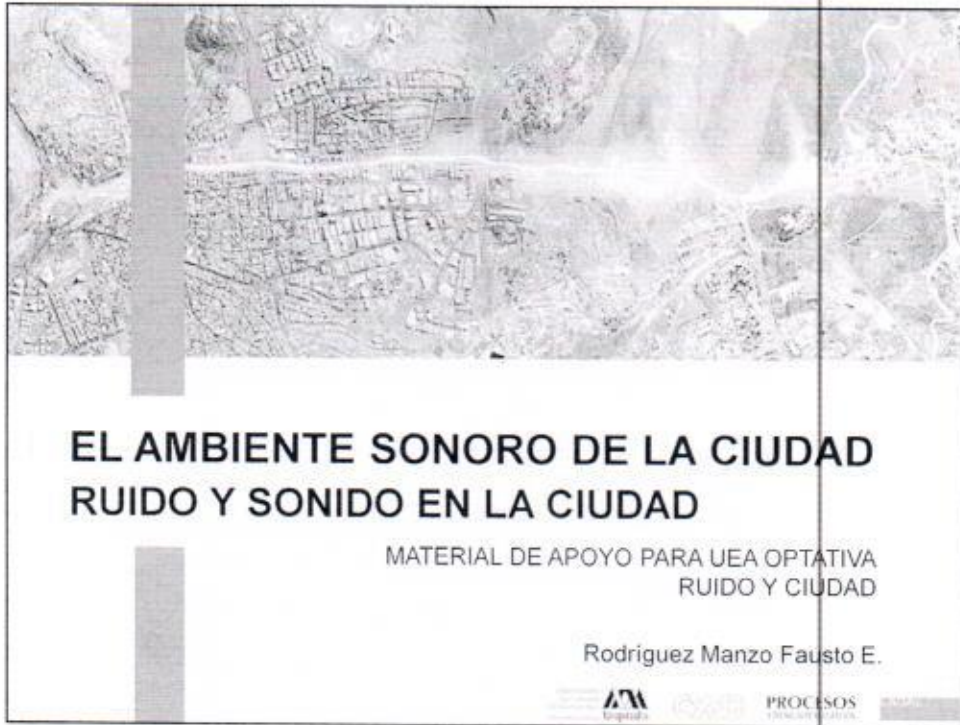
Aplicación HUBBUB  
(Desarrollada en UAM-Azcapotzalco)



## Cartografía Sonora Participativa



<http://cartosonora.wixsite.com/ladac>



## **EL AMBIENTE SONORO DE LA CIUDAD RUIDO Y SONIDO EN LA CIUDAD**

MATERIAL DE APOYO PARA UEA OPTATIVA  
RUIDO Y CIUDAD

Rodríguez Manzo Fausto E.



### **El sonido y la ciudad**

---

- Esta presentación aborda fundamentalmente la relación que tiene la ciudad con el sonido y la forma en que este problema se puede afrontar desde el punto de vista de la arquitectura y el urbanismo.

## Antecedentes

---

## La ciudad . . .

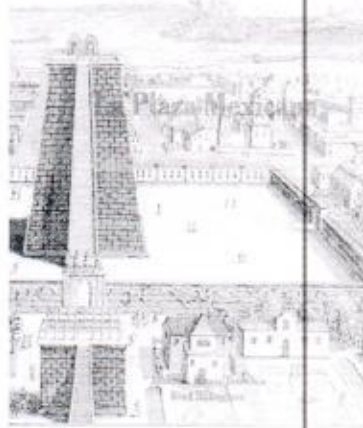
---

- es un sistema urbano donde las personas interactúan con su entorno físico.
- al estar formada por seres vivos se le considera un ecosistema.
- como ecosistema es sensible a su entorno natural y a la contaminación de su ambiente.



## La preeminencia de la cultura visual

- El desarrollo de las cultura se ha basado fundamentalmente en la llamada cultura del ojo.
- Las ciudades se crean y se evalúan siguiendo un criterio eminentemente visual.
- Los sentidos del oído, el olfato, el tacto y el del gusto han quedado históricamente relegados a lugares sin la importancia necesaria dentro de la toma de decisiones en la construcción de nuestras ciudades.
- La imaginación visual es la que impera



## La ausencia de una cultura auditiva



- La habilidad de escuchar se ha ido perdiendo históricamente.
- No somos conscientes de nuestro entorno sonoro.
- El crecimiento de las ciudades no ha incluido su control sónico.

## La presencia ineludible del sonido

---



- El sonido está siempre presente de una o de otra manera, "para bien o para mal".
- En condiciones normales las personas escuchan porque escuchan.
- Nuestros oídos están siempre abiertos y no podemos cerrarlos como lo hacemos con los ojos.
- Todo lugar tiene un sonido característico que percibimos: Un carácter sónico.

## El carácter sónico del lugar

---

Cuando hablamos de carácter sónico nos referimos a:

- la personalidad sonora del lugar
- el conjunto de sonidos propios del lugar
- el comportamiento acústico del lugar
- el efecto sonoro del espacio
- el conjunto de cualidades acústicas del espacio

## En resumen

---

- Las ciudades son ecosistemas sensibles a su crecimiento y deterioro ambiental . . .
- . . . que se han desarrollado siguiendo criterios eminentemente visuales, . . .
- . . . donde sus habitantes no tienen generalmente una cultura auditiva
- . . . pero sin embargo el sonido está presente siempre en ellas . . .
- . . . y sus espacios tienen por lo tanto un carácter sónico.

## La ecología acústica

---



## World Soundscape Project

- En los 60's surge en Canadá un grupo de personas preocupadas por la ecología y el sonido.
- Se dedican a capturar los sonidos del mundo para promover su difusión y conservación.
- Surge así el concepto de paisaje sonoro en un sentido técnico pero también artístico.



## El paisaje sonoro

- Se considera cualquier campo acústico de estudio:
  - La música
  - Los medios de comunicación
  - Un ambiente acústico
- Consiste entonces en eventos audibles, y no en eventos visibles



## El paisaje sonoro como ambiente acústico

---



- Es el entorno sonoro concreto de un lugar determinado.
- Es un elemento que identifica una comunidad humana.
- Busca conservar y recuperar el paisaje sonoro natural y el de comunidades características.
- Se crea así el concepto de ecología acústica.

## La ecología acústica

---

- La relación de los seres vivos con el sonido
- Se refiere fundamentalmente al ambiente sonoro.
- Busca preservar los sonidos característicos y luchar contra su enrarecimiento.
- Promueve "reflexionar y tratar de que la gente se sensibilice hacia el ambiente acústico."



## Los actores de la ecología acústica

- Los activistas sonoros (compositores, artistas del sonido) que asocian la ecología acústica con la exploración estética de los ambientes sonoros.
- Los antropólogos e historiadores que desde diversas culturas y periodos históricos buscan resistir el visualismo del pensamiento analítico de la cultura occidental.



## World Forum for Acoustic Ecology

- En 1993 se funda en Canadá el WFAE como una asociación internacional de carácter interdisciplinario preocupada por los paisajes sonoros del mundo y comprometida con el ambiente sonoro social, cultural y ecológico.

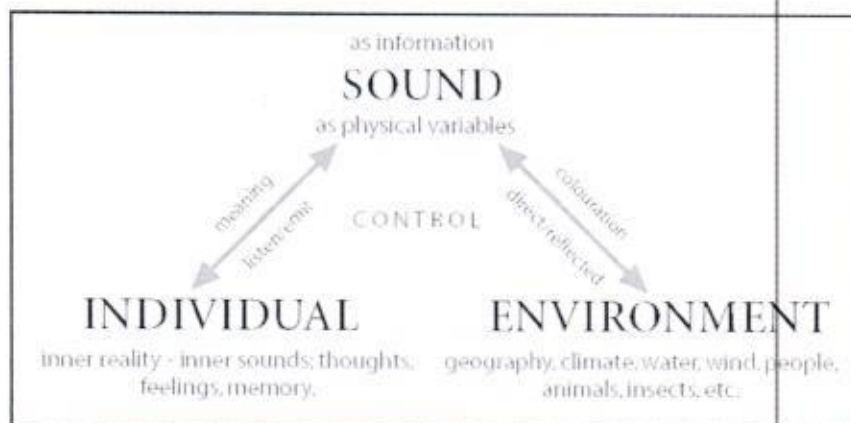


## El paisaje acústico

- Es el término que utilizo para nombrar al paisaje sonoro como ambiente acústico y que lo distingue de los campos acústicos artísticos y de los de medios de comunicación.



## Relación con el ambiente a través del sonido



## Clasificación

---

- El paisaje acústico se puede desagregar para su estudio en:

- Natural
- Rural
- Urbano



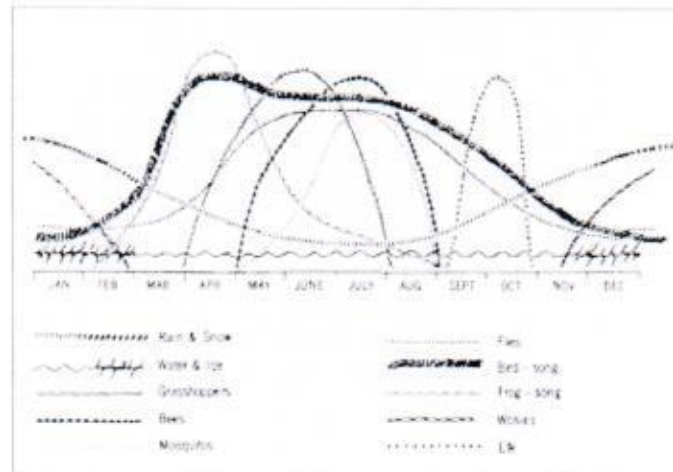
## El paisaje acústico natural

---

- El sonido de los organismos vivos y de los hábitat naturales.
- La voz coral del planeta.



## Ciclos sonoros del paisaje acústico natural



British Columbia, Canadá

## El paisaje acústico rural

- El sonido de las comunidades tradicionales y de sus entornos y prácticas sonoras.



## El paisaje acústico urbano

- El sonido de las ciudades desde las pequeñas hasta las grandes urbes.



## Etapas del Paisaje Acústico Urbano

- Pre - Industrial
  - El paisaje acústico anterior a la Revolución Industrial.
- Post - Industrial
  - El paisaje acústico posterior la Revolución Industrial y la Revolución Eléctrica.

## Calidad del Paisaje Acústico Urbano

---

- Pre - Industrial                      Hi-Fi
  - Ausencia de enmascaramiento por ruido pudiendo escuchar claramente todos los sonidos. El horizonte acústico se extiende.
  
- Post - Industrial                      Lo-Fi
  - Los sonidos pierden claridad, se enmascaran y se vuelven ruido. El horizonte acústico se reduce.

## Las características del paisaje acústico

---

- El **Tono o la Tonalidad** viene determinado por el sonido de fondo fundamental del ambiente, que hace evidente otros sonidos que se escuchan contra él. Su percepción es general y poco notoria: Tráfico, bullicio, viento, vegetación y canto genérico de pájaros, agua o un conjunto de ellos.
- Las **Señales Acústicas** son los sonidos frontales evidentes: "figura vs. el fondo", tales como los avisos o alarmas : campanas, cláxones, silbatos y sirenas; también aquellos sonidos pasajeros adicionales al ambiente: escapes abiertos, las explosiones, gritos, risas, sonidos de animales, sonidos especiales, etc.
- Las **Marcas Acústicas Distintivas** son los sonidos característicos que son únicos o que poseen cualidades que los hacen especiales o notables para el público de una comunidad: Un campanario, un carillón, etc.



¿Qué escuchamos?

---

## Sonidos de la Ciudad

---

- ↳ ▪ Sonidos naturales
- ↳ ▪ Sonidos de la sociedad
- ↳ ▪ Sonidos mecánicos
- ↳ ▪ Sonidos electrónicos

# El Ruido

---

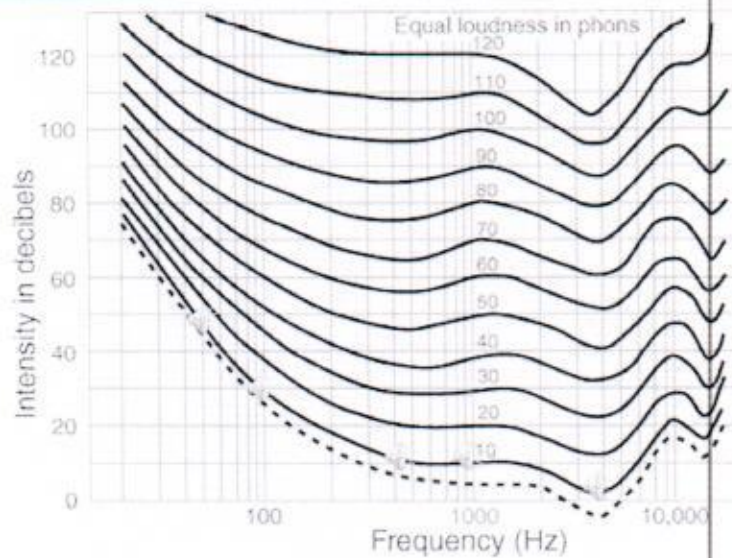
## El Concepto de Ruido

---

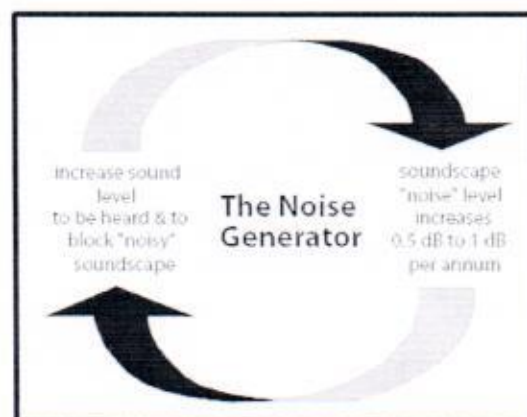
- Un sonido no deseado
- Un sonido no musical
- Cualquier sonido muy intenso
- Una alteración del entorno sonoro



## Sensibilidad auditiva



## La generación de Ruido



## La contaminación acústica . . .

---

- altera las condiciones de sonido normales de un entorno urbano determinado.
- causa grandes daños en la calidad de vida de las personas.
- La OMS recomienda 50 dBA como límite superior deseable.
- En las grandes ciudades los sonidos cotidianos superan fácilmente los 65 dBA.
- En la Cd. de México la norma ambiental pide como límites:
  - 65 dBA día
  - 62 dBA noche



## El Paisaje Acústico en la Ciudad

---

## El papel de los diseñadores

---

- Existe un vínculo claro entre el concepto de paisaje acústico y las actividades de planeación y diseño urbano.
- Por ello los arquitectos urbanos y del paisaje . . . .
  - debieran tomar en cuenta la percepción auditiva.
  - debieran crear ambientes sónicos como parte del contexto en términos de espacio y tiempo.
  - debieran contar con herramientas que tomen en cuenta los aspectos auditivos para integrarlos al proceso de diseño y planeación urbana y paisajística.

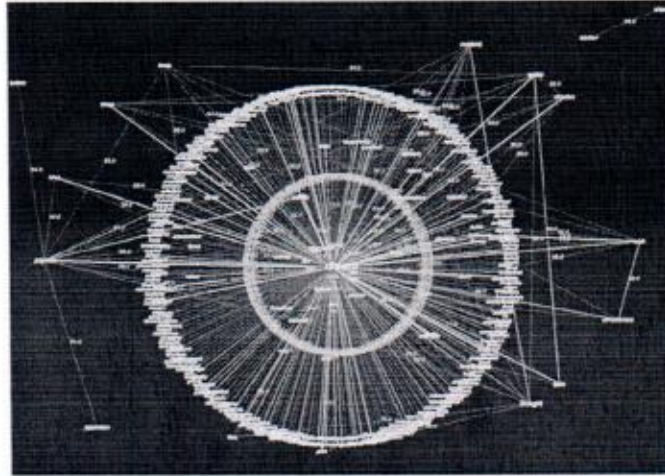


## Investigación acerca del paisaje acústico

---

- La investigación en acústica se ha enfocado generalmente al tema del control de ruido.
- A explorar las molestias mas no las preferencias.
- A investigaciones cuantitativas y no cualitativas.

## La subjetividad



## Algunos escenarios a tomar en cuenta

- Preferencias
  - por los sonidos naturales.
  - por los sonidos culturales.
- Rechazo
  - a los sonidos cotidianos (máquinas, vecinos, cortado del pasto, etc.)
  - y a los del tráfico.
- El canto de los pájaros.
- Sonidos de insectos y ranas.
- Sonidos de fiestas y tradiciones.
- Los fuegos de artificio.
- El sonido del viento entre árboles y vegetación.
- Campanas y campanillas de viento.
- Silbatos de buques.
- El correr del agua y el oleaje del mar.

## Un paisaje acústico en la ciudad ?

---

- No debiera ser intenso (volumen)
- Debiera tener buenas cualidades tonales
- Debiera emitir sonidos en momentos apropiados
- Debiera tener una duración adecuada.
- Debiera coincidir con los alrededores.
- Debiera ser aceptado por los residentes del lugar.
- Debiera considerarse el silencio.
- Debiera interactuar con el aspecto visual.

## Condicionantes posibles de diseño Ejemplos

---

- El agua en movimiento como sonido dominante.
- Un sonido particular (un campanario) debe ser claramente audible dentro de un área determinada.
- Escuchar preferentemente sonidos humanos que no sean mecánicos, ni amplificados.
- El bullicio de la gente no deben escucharse.
- Los sonidos de la naturaleza merecen ser los sonidos dominantes.
- Es adecuado controlar sonidos amplificados.
- etc. etc. etc. . . .

MÉXICO

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

DIRECCIÓN ADJUNTA DE DESARROLLO CIENTÍFICO  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA BÁSICA

Ciudad de México, a 28 de febrero de 2018

Oficio: DICB/C1000/655/2018

Referencia: CB 2013-221352-H

**DR. FAUSTO EDUARDO RODRÍGUEZ MANZO**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
**PRESENTE**

Estimado Doctor Rodríguez:

Con relación a su comunicado recibido el 9 de febrero del 2018, informo a usted que la vigencia original de su proyecto dio inicio en la fecha en que se realizó el depósito de la primera ministración de recursos, es decir el 30 de marzo de 2015 y se extendía hasta el 29 de marzo de 2018, así mismo le informo que el Comité Técnico del Fondo autorizó una prórroga automática de seis meses, por lo que la vigencia de su proyecto se extendió al 29 de septiembre de 2018. Adicionalmente en respuesta a su solicitud se autoriza una prórroga de seis meses por lo que la vigencia del proyecto vence el 29 de marzo de 2019.

Agradecería que al término de la vigencia proceda al cierre del proyecto con la entrega del informe técnico final, solicitando a su responsable administrativo realice lo conducente.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**DR. MARCIAL BONILLA MARÍN**  
**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA BÁSICA**  
**SECRETARIO TÉCNICO DEL FONDO SEP-CONACYT**

MBM/ALGS/TAG

*Conacyt, conáticamente que transformo*





**Instrucciones**

1. Es necesario llenar el presente formato en su totalidad. Utilice letra de molde, legible y tinta negra.
2. Debe ser llenado por cada médico tratante.
3. El documento será inválido si presenta tachaduras y/o enmendaduras y debe presentarse en original.
4. La inexacta o falsa declaración de la información médica aquí detallada, exentará de toda responsabilidad a AXA Seguros.

**Información general**

**Datos del asegurado afectado (paciente)**

|                                      |   |                                    |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| Apellido paterno<br><b>RODRIGUEZ</b> | Apellido materno<br><b>MANZO</b>  | Nombre(s)<br><b>FAUSTO EDUARDO</b> |
| Edad<br><b>62</b>                    | Sexo <input checked="" type="checkbox"/> Masculino<br><input type="checkbox"/> Femenino |                                    |

**Información médica**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Enfermedad | <input type="checkbox"/> Accidente            | <input type="checkbox"/> Maternidad                 | <input type="checkbox"/> Segunda opinión médica |
| <b>Tipo de estancia</b>                        |   |   |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Urgencia   | <input type="checkbox"/> Hospitalización      | <input type="checkbox"/> Corta estancia/ambulatoria | <input type="checkbox"/> Consultorio            |
| <b>Tipo de padecimiento</b>                    |   |   |   |
| <input type="checkbox"/> Congénito             | <input checked="" type="checkbox"/> Adquirido | <input type="checkbox"/> Agudo                      | <input type="checkbox"/> Crónico                |

**Diagnóstico**

Diagnóstico(s), indicando la zona afectada y si es unilateral o bilateral  
**Contractura muscular lumbar derecha**

Causa o etiología del padecimiento. En caso de accidente, describa cómo y cuándo ocurrió y el mecanismo de lesión

**Refiere que el día de ayer por la mañana al levantarse de la cama presenta dolor súbito en región lumbar intenso con irradiación hacia glúteo y rodilla derechos, intermitente, con aparente bloqueo de la movilización de la extremidad inferior izquierda durante 1 minuto**

|  |  |   |
|--|--|---|
| Fecha de los primeros síntomas<br><b>30 ENERO 2018</b> | Fecha de diagnóstico<br><b>31 ENERO 2018</b> | Fecha de inicio del tratamiento<br><b>31 ENERO 2018</b> |
|--|--|---|

Estudios de laboratorio y gabinete que realizaron para confirmar el diagnóstico

**Ap y lateral de columna lumbar sin evidencia de trazo de fractura o alteraciones vertebrales.**

Tiene relación con otro padecimiento  Sí  No  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

Detalle de evolución

**hemodinámicamente estable, se indica interconsulta a residente ortopedista de guardia quien acude a valoración, indica estudios de imagenología para normar conducta. Sin evidencia de fractura o alteraciones vertebrales.**

Tratamiento médico y/o quirúrgico

**Se decide manejo en domicilio con dextropropoxifeno y acudir a consulta con médico especialista (Dr. Enrique Berebichez)**

**Maternidad**

Antecedentes ginecoobstétricos (número de partos, cesáreas, etc.):

**Tratamiento quirúrgico**

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Nombre del hospital<br><b>CENTRO MÉDICO ABC, CAMPUS SANTA FE, SERVICIO DE URGENCIAS</b> | N° de días de estancia hospitalaria |
| Cirugía realizada   |                                     |

Hallazgos

|  |   |
|--|---|
| Se realizó biopsia<br>Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> | Describe el resultado del estudio histopatológico |
|--|---|

Se presentaron complicaciones

|  |          |
|--|----------|
| Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> | Describe |
|--|----------|

AI - 346 - ABRIL 2015



**Medicamentos**

| Nombre del medicamento | Cantidad | Dosis | Duración     | Especifique la enfermedad o diagnóstico que corresponde |
|------------------------|----------|-------|--------------|---|
| 1. QUAL                | 1 TAB    |       | C12HRS/3DIAS | Contractura muscular lumbar derecha                     |
| 2. TEMPRA              | 1 TAB    | 500MG | C8HRS/3DIAS  | Contractura muscular lumbar derecha                     |
| 3. SUPRADOL            | 1 TAB    | 30MG  | DOSIS ÚNICA  | Contractura muscular lumbar derecha                     |
| 4.                     |          |       |              |   |
| 5.                     |          |       |              |   |
| 6.                     |          |       |              |   |
| 7.                     |          |       |              |   |
| 8.                     |          |       |              |   |
| 9.                     |          |       |              |   |
| 10.                    |          |       |              |   |
| 11.                    |          |       |              |   |
| 12.                    |          |       |              |   |
| 13.                    |          |       |              |   |
| 14.                    |          |       |              |   |
| 15.                    |          |       |              |   |

**Otros tratamientos**

Especificar tratamiento \_\_\_\_\_

En caso de terapia inmunológica, biológica, etc., justifique el tratamiento \_\_\_\_\_

Días \_\_\_\_\_ No. de sesiones \_\_\_\_\_

**Sesiones de quimioterapia**

Medicamento \_\_\_\_\_ No. de sesiones \_\_\_\_\_ Dosis \_\_\_\_\_ Intervalo \_\_\_\_\_

**Sesiones de rehabilitación física**

Días \_\_\_\_\_ No. de sesiones \_\_\_\_\_

**Se requiere servicio de enfermería**

Días requeridos \_\_\_\_\_ Horas por día \_\_\_\_\_ | Matutino Vespertino Nocturno | 24 horas

**Observaciones**

Si tiene alguna observación adicional, favor de agregarla aquí

AI-346 - ABRIL 2015

| Datos del médico                                      |                         |                    |                        |
|---|-------------------------|--------------------|------------------------|
| Nombre del médico                                     | Especialidad            | Cédula profesional | Cédula de especialidad |
| Médico o especialista <b>Dr. ISRAEL SEFCHOVICH CH</b> | <b>MEDICINA CRÍTICA</b> | <b>1088347</b>     | <b>AE05124</b>         |
| Anestesiólogo _____                                   | _____                   | _____              | _____                  |
| Ayudante 1 _____                                      | _____                   | _____              | _____                  |
| Ayudante 2 _____                                      | _____                   | _____              | _____                  |
| Otro(s) médico(s) _____                               | _____                   | _____              | _____                  |

En caso de interconsultantes se deberá entregar un informe médico por cada uno, indicando motivo, días de visita, etc.

Nota:  
 Como médico tratante y de conformidad con la Ley Federal de Datos Personales en Posesión de los Particulares, he obtenido del paciente su autorización para transferir sus datos médicos a AXA Seguros S.A. de C.V., todos los informes que se refieran a la salud del mismo, inclusive todos los datos de padecimientos anteriores. Bajo protesta de decir verdad manifiesto que la información proporcionada en este formato fue tomada directamente tanto del paciente asegurado, o de los familiares responsables en el caso de los menores o discapacitados, como del expediente clínico que obra en mi poder y que cualquier declaración inexacta o falsa en este cuestionario relevará de toda responsabilidad a la compañía.

| Firma del médico tratante | Firma del asegurado afectado o titular | Lugar y fecha        |
|---------------------------|--|----------------------|
|                           |  | CDMX 20 FEB DEL 2018 |

**Transferencia de datos a terceros**

Para ser llenado por el asegurado afectado, o en su defecto los padres o tutores en caso de ser menor de edad

¿Autoriza que AXA Seguros S.A. de C.V., al inscribirlo en alguno de los programas que incluye su póliza de gastos médicos mayores, con la finalidad de ofrecerle los servicios de asistencia que le permitan dar seguimiento específico a su padecimiento, así como solicitar una segunda opinión médica y en su caso se le ofrezcan alternativas para el tratamientos de su enfermedad; esté facultada para transferir sus datos personales y sensibles a médicos especialistas en México y/o en el extranjero, así como a prestadores de servicios médicos con los que tenga convenio?

Sí acepto    Fecha y firma del asegurado \_\_\_\_\_   
  No acepto    Fecha y firma del asegurado \_\_\_\_\_

Febrero 16, 2018

Dr. Fausto E. Rodríguez Mauro.

Dx: Compresión unilateral L2-3 y L5-S1.

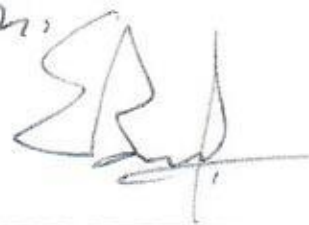
Tx: Quirúrgico. Mientras tanto:

- Gabapentina, 300 mg c/ 8 hr.

- Meloxicam, 15 mg c/ 24 hr.

- Lorazepam, 1 comp. 10 mg c/ 24 hr.

Incapacidad 10 días. —



26. Febrero. 2018.

Paciente: Fausto Eduardo Rodríguez Mayo.

Diagnóstico: Hernia Extruda disco L3-L4  
Radiculopatía L4 de vello  
Protrusión discal, L5-L6.

Actualmente Tratamiento: Meloxicam, 15mg c/8hs  
Gabapentina 350mg c/8hs

Incapacidad: 10 días

Paciente: Fausto Eduardo Rodriguez Mayo  
Edad: 62.

Tramacet 1 c/ 12 hrs.

Diagnostico. Post Operado laminectomía.  
L3-L4. Discectomía. L3-L4. Foramintomía.

Incapacidad a partir. 06-03-2018.  
haste. 20-04-2018.



UNAM-CRH.25ABR18-10:27

UNAM  
Cédula Profesional: 3838457  
Cédula Especialidad: 6025031

CENTRO DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA  
www.medicassur.com

Torre 2, PB  
Directo: 5424-6890  
Cel. 55-3200-4363  
asistentebarges@gmail.com

CDMX a 25 de Febrero de 2018

ASEGURADORA AXA

Solicitud de cambio de sede hospitalaria y médico tratante.  
Sede Solicitada : Hospital Ángeles Pedregal  
Medico : Dr. Juan Bargas Coll

RESUMEN MEDICO

Paciente: FAUSTO EDUARDO RODRIGUEZ MANZO

Fecha de atención inicial: 15-02-2018

Diagnóstico: Radiculopatía L4 deficitaria. Hernia discal extruida L3-L4. Protrusión discal L5-L6.

Masculino de 62 años de edad, con antecedente de traumatismo axial con extensión y rotación .el 31 de Enero 2018.

Inicia con dolor lumbar intenso posteriormente irradiación a la cara lateral y anterior de miembro pélvico derecho. A partir de ese momento refiere debilidad y dificultad para caminar. La Exploración física el día de la primer consulta muestra a paciente, con clara dificultad para la marcha, con dificultad para la contracción del cuádriceps femoral, así como reflejo patelar disminuido. Se realizó una resonancia magnética que muestra hernia de disco L3-L4 extruida y migrada en sentido caudal que comprime la raíz L4 y saco dural. Así mismo hay protrusiones discales en L5-L6 (el paciente cuenta con una vértebra supernumeraria) y L6-S1. Dado el compromiso neurológico, se explico al paciente la necesidad de realizar procedimiento quirúrgico mediante sistema de mínima invasión.

El paciente tiene ya autorizado procedimiento quirúrgico con Numero de folio de autorización LG1807206 A.

Diagnostico : M5.1.1 Trastornos de disco lumbar y otros con radiculopatía.  
CPT :Laminectomia , discectomia.

  
Dr. Juan Bargas-Coll  
Neurocirugia- Cirugia de Columna

**DR. JUAN BARGÉS COLL**

NEUROCIRUGÍA  
CIRUGÍA DE COLUMNA

**medica  
sur**®

PACIENTE: FAUSTO EDUARDO RODRIGUEZ MANZO

EDAD: 62

DIAGNOSTICO: HERNIA EXTRUIDA L3-L4 , POST OPERADO LAMINECTOMIA, FORAMINOTOMIA, Y DISCECTOMIA.

PACIENTE CON DISMINUCION DE LA FUERZA EN CUADRICEPS, FAVOR DE REALIZAR FORTALECIMIENTO DEL MISMO.

04/04/2018



UNAM  
Cédula Profesional: 3838457  
Cédula Especialidad: 6025031

**CENTRO DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA**  
[www.medicassur.com](http://www.medicassur.com)

Torre 2, PB  
Directo: 5424-6890  
Cel. 55-3200-4363  
[asistentebargas@gmail.com](mailto:asistentebargas@gmail.com)



6. Reeducación de la marcha por fases y variantes.
7. Según evolución ejercicios isotónicos.
8. Manejo de propiocepción.

¡Gracias!




Dra. Elizabeth Marín Monterroso  
 Médico Cirujano  
 UNAM CP 540065  
 Especialidad Medicina de Rehabilitación  
 UNAM CE 6745115  
 Alta Especialidad en Medicina de Electrodiagnóstico  
 y Neurofisiología Clínica

Correo: dre.marin@neurophys.mx Tel: 9155 1907

Nombre: Fausto Eduardo Rodriguez Edad: 62

Rp. Dx: PO Radiculopatía lumbal derecha (α.03.1 + Dorsalgia derecha.

Indicaciones Trapia Fija 10 sesiones (3x semana)

1. US pulsátil a región dorsal derecho y región lumbosacra 129 por 6 min.
2. C.I. analgésicas + CTC a región dorsal por 10 min.
3. Terapia manual a región cervical, dorsal
4. Estiramiento muscular a dorsal anche pectorales, oblicuos, erectores de columna isquiotibial.
5. Ejercicios isométricos a abdominal, miembros inferiores con énfasis a miembro pelvico derecho.

06/04/2018  
 Fecha

  
 Firma

Neurophys, Innovación Integral S.A. de C.V.  
 R.F.C. N11169308F67  
 Río Magdalena 326, Interior 308  
 Col. La otra banda Delegación Álvaro Obregón  
 Ciudad de México C.P. 01190  
 www.neurophys.mx

