

AVANCES EN MAPAS DE RUIDO EN CHILE

PACS: 43.50.Rq

Suárez Silva, Enrique ¹; Quezada Barrera, Roberto ²

¹ Instituto de Acústica, Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Universidad Austral de Chile (UACH)

Campus Miraflores, Valdivia, Chile

Tel. +56 63 2221339

E-mail: enriquesuarez@uach.cl

² Sección de Acústica Ambiental, Depto. de Normas

División de Calidad de Aire, Ministerio del Medio Ambiente

Teatinos 254, Santiago, Chile

Tel. +56 2 2405720

E-mail: RQuezada@mma.gob.cl

ABSTRACT

Development of noise maps in Chile have been performed for several years. Studies have been conducted in large cities like Santiago (1989, 2001 and 2011), Temuco, Iquique and Valparaíso (2000), Valdivia (2001, 2011, 2013), and Puerto Montt (2008), in some smaller cities such as Castro (2005), and also in other urban areas. Some of these maps were made either with measurements or computer modeling. The Chilean Ministry of Environment has promoted the noise mapping of cities by using modeling aimed at improving the current environmental information and for establishing management measures in various areas of legislation. In this work both methodologies and results of noise maps carried out in Chile are discussed.

RESUMEN

La elaboración de mapas de ruido en Chile lleva varios años. Se han realizado estudios en grandes ciudades como Santiago (1989, 2001 y 2011), Temuco, Iquique y Valparaíso (2000), Valdivia (2001, 2011, 2013), Puerto Montt (2008), en ciudades más pequeñas como Castro (2005), y también de otras zonas urbanas. Algunos se realizaron con mediciones y otros por modelación. El Ministerio del Medio Ambiente ha impulsado la elaboración de mapas de ruido por modelación orientada a mejorar la información ambiental y a establecer medidas de gestión en diversos ámbitos normativos. Se comentan metodologías y resultados de mapas realizados en Chile.

1. INTRODUCCIÓN

El ruido es uno de los contaminantes presente en todas las grandes ciudades del mundo, afectando la salud y generando un detrimento de la calidad ambiental y por ende, de la calidad de vida de la población expuesta. Esta última, además de encontrarse a altos niveles de ruido, aumenta conforme crecen los centros urbanos.

En Chile, aunque se ha avanzado en el desarrollo de normas de emisión de ruido para fuentes fijas y móviles, se hace necesario establecer otro tipo de medidas o instrumentos de gestión ambiental, como una norma de calidad de ruido. En conjunto con lo anterior, es necesario impulsar la aplicación de criterios de calidad acústica en las edificaciones de uso habitacional, la optimización de la fiscalización, además del desarrollo de estudios que permitan caracterizar y evaluar la situación acústica existente en las ciudades, de modo de disponer de información y argumentos fundados que orienten la toma de decisiones en diversos ámbitos. Esto toma especial relevancia para los proyectos vinculados a los sistemas de transporte urbano, dado que el transporte terrestre es la principal fuente de ruido existente en las ciudades.

De este modo, y para analizar las posibles medidas de gestión, es necesario disponer de información real y completa de los niveles de ruido existentes en las diferentes aglomeraciones urbanas del país, a fin de conocer la distribución espacial y temporal del ruido en sus ciudades. Esto ha significado relevar a los mapas de ruido como la principal herramienta de diagnóstico y que se configura como la base para el fortalecimiento de la gestión en control de ruido ambiental.

2. PRIMERA ETAPA: PRIMEROS ESTUDIOS CON MEDICIONES

En 1989, en Santiago (en la Región Metropolitana, capital de Chile), se realizó un estudio, encargado por la Intendencia Metropolitana, con el propósito de evaluar y analizar el ruido comunitario exterior en una zona que cubrió cerca de 280 Km² del Gran Santiago. En Esta cobertura espacial habitan aproximadamente 3 millones de personas distribuidas en 180 distritos censales, con datos obtenidos del censo de población del año 1982, correspondiendo a 23 comunas de la Región Metropolitana. Mediante este estudio, se pudo detectar los sectores donde la contaminación acústica presenta mayores niveles. Al mismo tiempo, permitió identificar los posibles riesgos a los cuales está sometida la población expuesta al ruido urbano, considerando normativas nacionales e internacionales. Uno de los análisis incorporados fue la aptitud residencial según la HUD (Housing and Urban Development - USA). Este requisito se cumplía cuando el Ldn es menor de 65 dBA, y las viviendas no requieren aislamiento acústico especial. Según este criterio, no existía ningún distrito cuyas vías principales sean aptas para uso residencial en viviendas sin tratamiento acústico especial.

IDENTIFICACION DE DISTRITOS CON RIESGO DE:
INCOMPATIBILIDAD CON USO RESIDENCIAL

DISTRITO	ZONA											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	***	***		***	**	***	**	***		***	**	***
2		****		***	**	***	**	***		**	*	**
3	***			***		**	**	**	*	***	***	**
4		***		*	***	***	***	**	***	**	***	**
5	***	****		**	***	**	***	**	***	**	***	**
6	***	**	**	***		***	**			**	***	**
7	***	***		***	***	**	***	***		***		**
8	**	****		***	***	***	***	***	***		***	***
9	**	***		***		***	***	**	*		***	***
10	**	***	***	***	***	***	***	**	**		**	***
11	****		***	***	**	***	***	***		*		
12	***	**	***	***	**	***	***					**
13		****	***	****		***	***					***
14	\		***	***	\	***	***	\	**		\	***
15	\	****	\	***	\	**	\		***		\	**
16	\	\	\	***	\	****	\	\	***	***	\	**
17	\	\	\	\	\	\	\	\	***		\	***
18	\	\	\	\	\	\	\	\			\	**
19	\	\	\	\	\	\	\	\		\	\	***
20	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
21	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	**
22	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	***

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

Figura 1. Tabla de Aptitud Residencial en Santiago 1989 (Criterio HUD – USA)

Este estudio fue actualizado parcialmente por el Servicio de Salud Metroplitano del Ambiente (Ministerio de Salud), el año 2001, y demostró que, mientras la población en estudio ha aumentado un 1,9%, un 37% de ella ha aumentado su grado de contaminación y sólo un 1,5% la ha disminuido. Además, en sólo un 16,3% de la población no existe riesgo de pérdida auditiva (criterio EPA), y que no existe población en el área de estudio cuya vivienda se encuentre en un sector apto de acuerdo a los niveles de ruido registrados, tal como sucedió el año 1989 (criterio HUD USA).

En otras regiones de Chile, estudios realizados indican:

- Para Talcahuano (1997): El tráfico es la fuente de ruido más importante de la comuna, y que el 90% de las fuentes fijas no cumplen con los niveles máximos permitidos para el horario nocturno.
- Posteriores estudios durante el período 1999 – 2000 en Valparaíso, Iquique y Temuco han arrojado datos similares en cuanto a que el tráfico es la fuente de ruido más importante, junto con los ruidos generados por las mismas personas (vecinos). En estas tres ciudades, sobre el 60% de los encuestados se manifiesta molesto por el ruido.
- En el caso de la ciudad de Valdivia, más del 90% de la población considera que el ruido tiene una influencia media o fuerte en su calidad de vida.

3. SEGUNDA ETAPA: ESTUDIOS POR MODELACIÓN

3.1. Línea de Trabajo del Ministerio del Medio Ambiente

En vías de solucionar la falta de información sobre niveles de ruido presentes en las ciudades, se decidió el año 2007 impulsar, como herramienta de diagnóstico, una línea de trabajo en la elaboración Mapas de Ruido. Esta línea de trabajo surge de la necesidad de disponer de información confiable y comparable, sobre la situación existente en el país, de modo que sus resultados permitieran la elaboración de una normas ambientales, impulsar la aplicación de criterios de calidad acústica en las fachadas de nuevas edificaciones, así como relevar al ruido como una variable de decisión en la elaboración y modificaciones de los instrumentos de planificación territorial.

El Ministerio del Medio Ambiente ha optado por la elaboración de mapas mediante un software de modelación especializado, considerando las principales conurbaciones de cada una de las regiones del país, y ha impulsado en los últimos años una secuencia de proyectos para obtener mapas de ruido.

3.2. Mapas de Ruido Elaborados

3.2.1. Mapa de ruido de Antofagasta y Providencia (2009)

La ciudad de Antofagasta es la quinta ciudad más poblada de Chile (350.000 habitantes), se encuentra en el Norte Grande, y es una ciudad puerto. Providencia corresponde a una las comunas más antiguas de la ciudad de Santiago, y posee más de 120.000 habitantes. En ambos casos se realizó un mapa de ruido por modelación, y además contemplaron la aplicación de una encuesta sobre molestia del ruido ambiental.

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron mediciones de ruido que permitieron validar el modelo computacional utilizado. Se determinó un punto de medición por cada vía considerada como fuente de ruido en la modelación computacional, 48 puntos en el caso de Providencia y 49 el caso de la comuna de Antofagasta, realizando una medición en horario punta (7:00 – 9:00/ 18:00 – 20:00) y una en horario valle (9:00 – 18:00/ 20:00 – 21:00) en cada punto.

Se analizó el comportamiento de los diferentes modelos de predicción de ruido de tránsito: la normativa francesa NMPB-96, alemana RLS-90 e inglesa CoRTN. En primer lugar se analizó la diferencia promedio entre el nivel medido y el nivel modelado considerando los tres modelos para el nivel día, horario punta y horario valle por separado, como resultado se obtuvo que el modelo RLS 90 refleja un mejor comportamiento. Finalmente se realizó un análisis estadístico mediante un test de Kolmogorov-Smirnov (Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test). Esta prueba no-paramétrica determina si hay diferencias significativas entre dos distribuciones de datos. Considerando los valores de probabilidad obtenidos mediante el test, a un nivel de significación del 0.05, se puede concluir que para el caso piloto estudiado, el mejor modelo es el RLS-90. Por esta razón se seleccionó este modelo para realizar los Mapas de Ruido. Para realizar la modelación, se establecieron los parámetros de configuración de cálculo en el software Cadna/A, para este estudio se elaboró un Protocolo de Elaboración de Mapas de Ruido.

Se utilizó esta configuración para elaborar los Mapas de Ruido de ambas comunas del caso piloto, para dos condiciones, nivel día y nivel noche. Se consideró un flujo vehicular día estimado a partir de los conteos en horario punta y valle y un flujo vehicular noche, igual a un 30% del flujo día, dato aportado por el Ministerio de Transporte.

Para la Comuna de Providencia se obtuvo un 31,6% de su superficie sobre los 65 dBA en el día y un 64,1% de la superficie con niveles sobre 55 dBA en la noche, y la Comuna de Antofagasta, un 42,4% de la superficie tiene sobre los 65 dBA en el día, y un 78,1% de superficie sobre los 55 dBA en la noche.

3.2.1. Mapa de ruido de la Comuna de Santiago (2010)

La Comuna de Santiago posee más de 200.000 habitantes, es el principal municipio de la ciudad con una población flotante superior a 1.000.000 de personas. En esta comuna se encuentran las principales reparticiones públicas del país, incluido el Palacio de la Moneda.

Para la realización de este proyecto fue necesario establecer metodologías o criterios tendientes a generar la información imprescindible para la elaboración de los mapas de ruido mediante el software de modelación (fundamentalmente, datos de edificaciones con atributos de altura y flujos vehiculares). La labor de incorporar las edificaciones con sus correspondientes alturas se realizó en base a la información disponible (planos, imágenes satelitales) y visitas a terreno. En lo referente al flujo vehicular, se generó la información necesaria mediante una metodología de categorización de vías, para asignar flujos adecuados en base a conteos de vehículos en diferentes puntos y diferentes horarios.

Se clasificaron las vías en distintas categorías, basados principalmente en el rol que cumplen las diferentes calles en la comunicación de diversas zonas en la ciudad y en consideración a la información proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente, recopilada para el estudio. Esta metodología permitió distribuir los puntos de conteo de flujo y/o mediciones de ruido, de manera de asegurar que se han evaluado todo tipo de vías y establecer valores de flujo característico para cada categoría. Los valores de flujo obtenidos para cada categoría presentaron una tendencia claramente diferenciable, confirmando que la categorización de las vías ha sido adecuada.

Para efectos de verificación, se realizaron mediciones en terreno utilizando un tiempo de medición de 15 minutos. Durante cada medición se realizó un conteo de vehículos, con el objetivo de considerar el efecto de la variable flujo vehicular sobre la relación entre valor de L_{eq} medido y modelado. Se utilizaron para la calibración 52 puntos de medición, con un total 106 mediciones, 54 en horario "valle" (09:00 a 18:00 y 20:00 a 21:00 hrs), y 52 en horario "punta" (07:00 a 09:00 y 18:00 a 20:00 hrs.).

Se realizó un estudio del comportamiento de los diferentes modelos de ruido de tránsito considerados. La comparación se realizó a través de un análisis de diferencias con el objetivo de establecer la desviación promedio de la muestra. Para el modelo alemán RLS-90 y el modelo suizo STL-86, más del 94% de los puntos presenta una desviación menor o igual a 3 dBA. Para el caso del modelo RLS-90 más del 50% de las diferencias entre modelo y medición es inferior a 1 dBA. Se concluyó que RLS-90 era el modelo más adecuado para la comuna de Santiago, concordando con el proyecto piloto de las comunas de Providencia y Antofagasta.

Según los datos obtenidos, la Comuna de Santiago tiene un 54 % de su superficie sobre los 65 dBA en el día y un 60 % de la superficie con niveles sobre 55 dBA en la noche. Este estudio además contempló la aplicación de una encuesta sobre molestia del ruido ambiental.

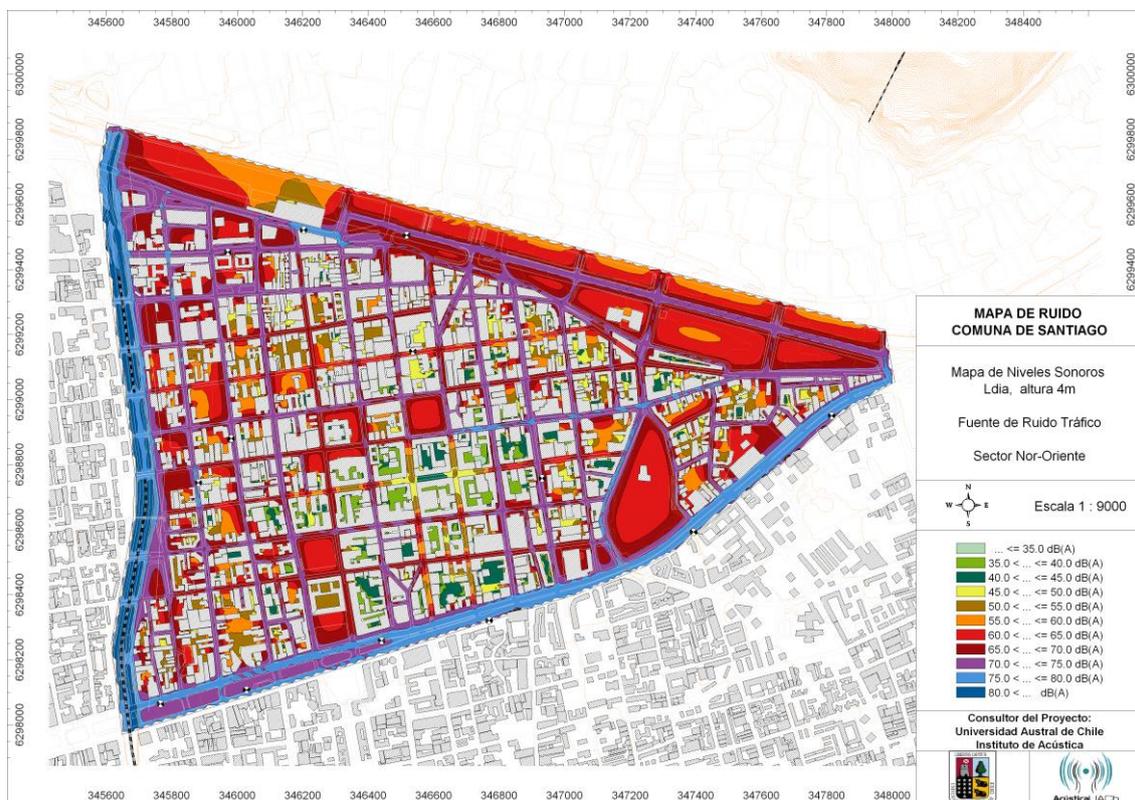


Figura 2. Mapa de Ruido de la zona NorOrente del Comuna de Santiago

3.2.2. Mapa de ruido del Gran Santiago (2011)

Este proyecto contempló realizar para el periodo diurno, un mapa de ruido por modelación para una zona urbana de 1.000 Km² aproximadamente. La información para realización de la modelación acústica contempló la categorización de vías de flujo vehicular. Se estimó que considerando que la clasificación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (REDEVU). Es así como, atendiendo la función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, las vías urbanas de usos públicos intercomunales y comunales destinadas a la circulación vehicular, se clasifican en expresa, troncal, colectora, de servicio y local. La clasificación de las vías en categorías permite una estratificación significativa desde el punto de vista estadístico.

Se realizó un análisis de flujos de tránsito vehicular y de niveles de ruido mediante el estudio de 1057 mediciones, que contemplaron separación de vehículos livianos, pesados y motos. De los 1057 datos 721 corresponden a horario valle (9:00 – 18:00/ 20:00 – 21:00) y 336 a horario punta (7:00 – 9:00/ 18:00 – 20:00).

4. CONCLUSIONES

La elaboración de mapas de ruido en el país es una línea de trabajo que está adquiriendo madurez en cuanto a su metodología y validez de sus resultados. Los trabajos del Ministerio del Medio Ambiente establecen un importante estándar de calidad en cuanto a la forma de elaborarlos y de los datos que es posible obtener. Es conveniente seguir perfeccionando la metodología, mejorando datos modelados y mediciones de control. Hoy es necesario avanzar en la interpretación de tal información y su utilización en gestión ambiental.

La información que aportan los mapas de ruido sugiere explorar cuáles serían aquellas directrices y elementos que permitan guiar, por ejemplo, la discusión de una norma de calidad ambiental para el país. En ese sentido, se hace necesario estudiar indicadores, descriptores o índices que permitan diseñar un instrumento que se adapte al marco regulatorio nacional. También es necesario señalar la necesidad de contar con mediciones de ruido continuas (red de monitoreo de ruido ambiental), que permitan reconocer las variaciones espaciales y temporales de los ciclos diarios, semanales y mensuales, estacionalidad, además de las diferencias entre zonas periféricas y del centro de la ciudad, antecedentes que permitirán mejorar los resultados de los mapas de ruido.

5. REFERENCIAS

1. Suarez, E., Barros, J.L. Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. *Science of The Total Environment*. Volumes 466–467, 1 January 2014, Pages 539–546
2. Álvarez, J. P.; Suárez, E. (2008). Estudio Comparativo de Modelos de Predicción de Ruido de Tráfico Rodado, Utilizando Mediciones en la Ciudad de Osorno. VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008. Buenos Aires, Argentina.
3. Sommerhoff, J.; Recuero, M.; Suárez, E. (2006) Relationship between Loudness Perception and Noise Indices in Valdivia, Chile. *Applied Acoustics* Vol 67, issue 9, 2006. Págs. 892-900.
4. Suárez, E.; Antillanca, P. (2005). Influence of Tourists on Environmental Noise of a Small City (Castro, Chile). *INTERNOISE 2005, Environmental Noise Control*, Rio de Janeiro, Brasil.
5. Sommerhoff, J.; Recuero, M.; Suárez, E. (2004). Community Noise Survey of the City of Valdivia, Chile. *Applied Acoustics* Vol 65, issue 4, July 2004. Págs. 643-656
6. Intendencia Región Metropolitana, Santiago de Chile. (1989). Estudio Base de Generación de Niveles de Ruido en el Gran Santiago.
7. Comisión Nacional del Medio Ambiente (2009). Elaboración de Mapas de Ruido mediante Software de Modelación, para Caso Piloto (Comunas de Antofagasta y Providencia) (Contrato N° 01-059/09). Proyecto Ejecutado por el Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile.
8. Ministerio del Medio Ambiente (2010) Elaboración de Mapa de Ruido Comuna De Santiago Mediante Software de Modelación. Ficha de Licitación N° 1588-67-LE10. Proyecto Ejecutado por el Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile.
9. Ministerio del Medio Ambiente (2011) Elaboración de Mapa de Ruido del Gran Santiago Mediante Software de Modelación. FICHA DE LICITACIÓN N° 608897-12-LE11. Proyecto Ejecutado por el Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile.
10. Sánchez J.I. y González J. (1996). Modelo matemático para la medida del Leq en zonas urbanas de Chile. *Jornadas Nacionales de Acústica Tecniacústica* Barcelona 96.
11. G. Rey Gozalo, E. Suárez, J.M. Barrigón Morillas, V. Gómez Escobar. Estudio Del Ruido Urbano De Valdivia (Chile) A Través De Diferentes Métodos De Muestreo: Cuadrícula Y Categorización. *Tecniacustica 2011 - 42º Congreso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Simposio Europeo sobre Acústica Ambiental y Edificación Acústicamente Sostenible*.
12. Suárez E., Árenas J.P., Valdebenito I. *Advances In Environmental Noise Control Management In Chile. INTER-NOISE 2010*, Lisboa.
13. E. Suárez, J.L. Barros, A. Báez, J. Stevens, R. Romero, J.P. Alvarez, C. González, G. Rey. Mapa de Ruido de la Comuna de Santiago de Chile Mediante Modelación. *Congreso Internacional de Acústica y Audio Profesional. INGEACUS 2011. Valdivia-Chile*.
14. E. Suárez, V. Lobos. Evaluación del Ruido Ambiental de la Ciudad de Puerto Montt VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIA 2008, Buenos Aires.
15. Pérez A., Suárez E. Desarrollo y Aplicación de una Metodología Simple Para Determinar Índices de Contaminación Acústica en una Zona Urbana (Caso Comuna Talcahuano). *I Congreso Iberoamericano de Acústica, Brasil. 1998*.