

## **COSTO SOCIAL DEL RUIDO URBANO EN SANTIAGO DE CHILE**

REFERENCIA PACS: 43.50 Sr

Collados, Eugenio  
Depto. de Física, Universidad de Santiago de Chile  
Casilla 307, Correo 2  
Santiago. Chile  
Tel: 56 27 763 322  
Fax: 56 27 769 596  
E-Mail: [ecollado@lauca.usach.cl](mailto:ecollado@lauca.usach.cl)

### **ABSTRACT**

Profiles measured in 180 districts and population data are used to estimate the number of exposed inhabitants and the highly annoyed fraction. Aggregated social costs are assessed by considering a weekly cycle for the population, which includes both work activities and leisure activities. A model of hedonistic prices is used for estimating costs of leisure impairing and a model of direct losses for labour tasks degraded by urban noise in Santiago de Chile.

### **RESUMEN**

Se utilizan perfiles de ruido medidos en 180 distritos y datos de población para estimar el número de habitantes afectados y la fracción calificada como "altamente molesta". La evaluación del costo social considera un ciclo semanal, que incluye tanto actividades de trabajo como de ocio. Se utiliza un modelo de precios hedónicos para estimar el costo de depreciación no laboral y un modelo de pérdidas directas para la reducción de tiempo laboral en Santiago de Chile.

### **INTRODUCCIÓN**

El ruido urbano en Santiago de Chile ha sido evaluado objetiva y subjetivamente. [USACH, 1989] [Varas, 1994] Sin embargo, frente a la necesidad de realizar acciones de control de ruido, a menudo es preciso tomar decisiones a partir de un análisis costo-beneficio, herramienta poco eficaz para cuantificar efectos subjetivos, pero poderosa como argumento objetivo para demostrar las ventajas de este tipo de acciones. Se plantea así el propósito de valorar los efectos del ruido urbano en términos cuantitativos y monetarios.

El alcance de este trabajo se limita a los denominados efectos simultáneos y se intenta aplicar, en forma agregada, a un universo que representa a los habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. Se considera como ruido urbano aquel que se origina en los espacios

públicos, excluyendo el ruido generado en los propios recintos donde se percibe, como es el ruido industrial y el de lugares de espectáculo y recreación.

Como método de análisis se propone, en primer lugar, separar los efectos del ruido sobre las personas en dos grupos: Efectos Simultáneos y Efectos Diferidos. En el mismo instante y lugar en que se percibe el ruido, algunas actividades son degradadas, alteradas, o impedidas por dichos ruidos. Se define, para efectos de este trabajo, como efectos simultáneos aquellos que interfieren directamente las actividades expuestas al ruido. Ejemplos de estos efectos son las dificultades de comunicación, trastornos del sueño, dificultad de concentración, interrupciones, fatiga, aumento de errores, intolerancia, molestia, impaciencia, desagrado, etc. En estos casos el afectado generalmente identifica al ruido como causa.

Otros efectos del ruido son diferidos y acumulativos en el tiempo, afectando a las personas después de la exposición al ruido. Estos se definen como efectos diferidos. Ejemplos de estos efectos son los trastornos de la salud mental, consumo de sedantes, stress, síntomas psicósomáticos, alteraciones de la personalidad, agresividad, relaciones laborales y familiares alteradas, etc., además de la pérdida auditiva precoz. En estos casos rara vez el afectado identifica al ruido como causa.

En segundo lugar, el método separa las actividades en aquellas remuneradas y no remuneradas, las cuales se valoran monetariamente de diferente manera. Se intenta cubrir los efectos sobre la totalidad de las actividades, representadas por las que realiza un habitante típico en ciclos de 24 horas.

En tercer lugar, el método se basa en utilizar los recursos de información disponibles actualmente, sin intentar medir, dentro del estudio, niveles de ruido, densidad de población ni tasas de costo/dB, valores que se obtienen de otros estudios. [USACH, 1989] [Suárez, 1999] [Cifuentes, 1999]

## NIVELES DE RUIDO EN SANTIAGO DE CHILE

El método de muestreo utilizado no se basa en una grilla regular sino en los distritos censales existentes, los cuales se identifican con los barrios urbanos y tienen tamaños inversos

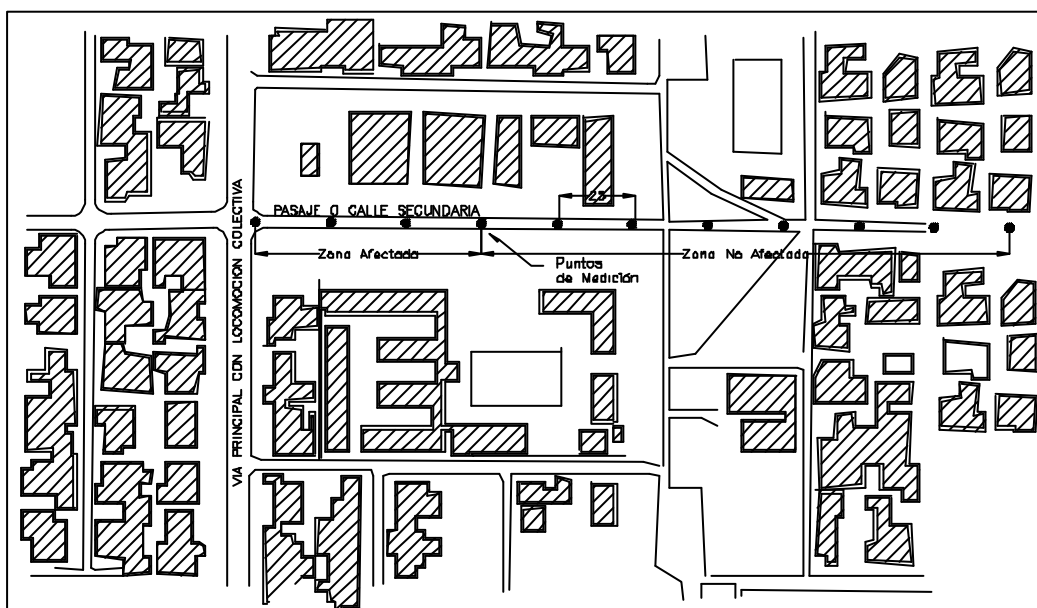


Figura 1. Perfil de 11 puntos de medición en un distrito censal, a partir de una vía principal

a la densidad. De este modo en cada distrito existe completa información de uso y población, además de tener uniformidad de hábitos.

Dentro de cada distrito se identifica la vía principal, excluyendo las vías interurbanas, como probable lugar común de los mayores niveles de ruido. Luego se identifica alguna calle secundaria con flujo vehicular vecinal que se dirija a un lugar silencioso, ubicado a no más de 250 m. de dicha vía. Los puntos de medición son un perfil de 11 puntos a 25 m. entre sí, a lo largo de la calle secundaria.

El parámetro medido es  $L_{Aeq}$  durante 5 minutos entre 10 y 14 horas, representando en nivel diurno predominante en la acera, excluyendo la hora de punta (7 a 9 horas).

La representatividad horaria se verifica con un registro de 2 semanas en una estación fija de referencia y las diferencias horarias son corregidas con respecto a dicha referencia.

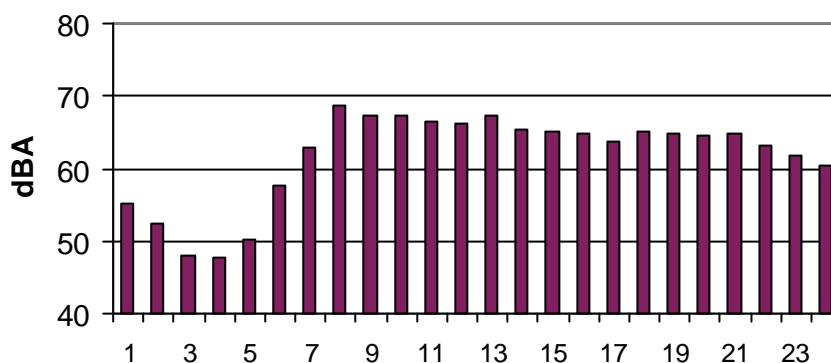


Figura 2. Distribución horaria de niveles de ruido.

El muestreo se realizó sobre 180 distritos, con una población total de 2,81 millones de habitantes y una superficie de 322 km<sup>2</sup>, lo que representa un 54% de la población de Santiago, e incluye todas las áreas céntricas consolidadas. El número total de muestras en los perfiles es 1980. Además, se obtuvo 1080 muestras diurnas y nocturnas para verificar la distribución horaria.

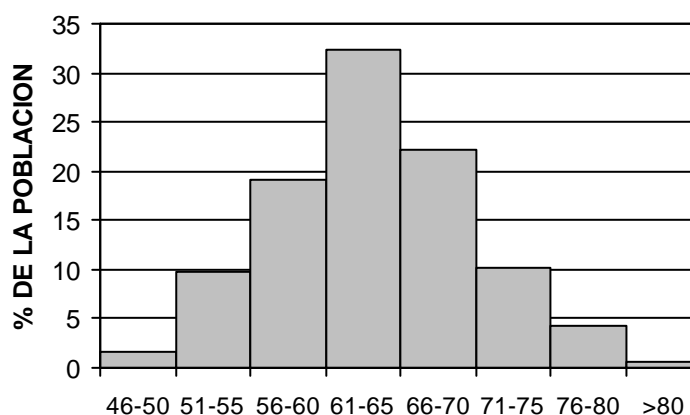


Figura 3. Distribución de población expuesta por estratos de Nivel Equivalente Diurno en dBA

## ACTIVIDADES AFECTADAS POR EL RUIDO

El efecto global percibido por la población se evaluó de acuerdo a la relación dosis-respuesta de Fidell, 1991, para las 1980 muestras, indicando que 458.600 habitantes o un 16,3 % se considera altamente molesto. Esta contaminación, a su vez, genera efectos concretos que pueden ser evaluados económicamente, aún cuando el afectado por el ruido sea diferente del afectado económico.

Con este objeto, las actividades individuales se redujeron a 8 categorías: Las 4 primeras categorías de actividades corresponden a servicios por cuya calidad se paga un precio. Las 4 últimas categorías corresponden a actividades remuneradas, por las cuales se recibe un pago. A su vez, cada actividad se realiza en un lugar destinado a ese uso, el cual está afectado por ruido urbano, cuyo nivel puede causar interferencia. Para este análisis, las actividades, los lugares habituales y los umbrales de interferencia en dBA son los indicados en Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Clasificación de actividades no remuneradas

Categorías No Remuneradas	Actividades	Entorno	Umbral
1. Descanso	Sueño, reposo, estar familia, estar pareja, estar individual, meditación	Hogar, hotel, lugar de culto, hospital, parque	40
2. Comunicaciones	Alimentación, socialización, juegos, ejercicio físico, medios audiovisuales, hobby, deportes	Escuela(estudiante), biblioteca, sala reuniones, auditorio	50
3. Recreación	Aprendizaje, información, expresión artística/cultural, grupos, espectador	Hogar, lugar público, aire libre, estadios	60
4. Rutinas individuales	Traslados, aseo, compras, tareas domésticas, mantenimiento, conducción	Calle, vehículos, comercio, servicios, hogar	70

Tabla 2. Clasificación de actividades remuneradas

Categorías Remuneradas	Actividades	Entorno	Umbral
5. Trabajo creativo	Arte, diseño, innovación, creación, búsqueda de soluciones, producción audiovisual	Taller, sala, oficina, estudio, auditorio	45
6. Trabajo concentrado y educación formal	Toma de decisiones, alerta, control de calidad, cálculos, reuniones, información, trabajo intelectual, lectura, comunicaciones	Oficina, taller, hospital, escuela (profesor), servicios, biblioteca	55
7. Trabajo rutinario con atención auditiva	Atención a señales de aviso, mensajes, diálogos breves, conducción vehículos	Industria, comercio, servicios, transporte	65
8. Trabajo rutinario sin atención auditiva	Repetitivo, tedioso, acciones predeterminadas, atención predominantemente visual	Industria, aire libre	75

## VALORACIÓN DE ACTIVIDADES NO REMUNERADAS

Las actividades no remuneradas incluyen aquellas de descanso y ocio, así como algunas de tipo funcional, como conducir, ir de compras o el trabajo doméstico. Las primeras son más sensibles al ruido y, en su mayoría, se realizan en el hogar. En el caso de las actividades sociales y recreativas, a menudo se realizan bajo niveles excesivos de ruido, pero raras veces debido atribuibles al ruido urbano y no se consideran en este estudio. Por lo tanto,

el nivel de ruido en áreas residenciales es el indicador de riesgo de interferencia con el sueño y el descanso, sobre el umbral de 40 dBA interior o 55 dBA exterior, considerando el débil aislamiento de las viviendas en Santiago.

Dado que el residente identifica al ruido como causa de molestia, valora las viviendas emplazadas en lugares menos ruidosos, lo cual reduce los precios para viviendas iguales pero expuestas a mayores niveles de ruido. [Azqueta, 1994] Esta valoración mide monetariamente el efecto agregado sobre todas las actividades realizadas en la vivienda, salvo situaciones en que el usuario no paga por el uso de la vivienda o no existe una opción alternativa.

En Santiago de Chile se estima una permanencia en casa promedio de 83 horas semanales entre 6 y 24 horas, es decir un 65% del tiempo [Suárez, 1999]. No se considera el período entre 24 y 6 horas, en que se observa un descenso considerable en los niveles de ruido. En un día promedio, en el territorio analizado, ocurre una permanencia de 33,5 millones de horas/habitante, entre 6 y 24 horas.

Se estima como situación sin depreciación un nivel exterior diurno de 55 dBA. Considerando las tasas de depreciación según Suárez (1999), negativas para niveles mayores a 55 dBA y positivas para niveles menores a 55 dBA, se aplicaron a los 1980 puntos y sus respectivas poblaciones residentes.

Tabla 3. Distribución del tiempo en casa de la población en toda la ciudad de Santiago

Estrato	Categoría	% Habitantes	Horas Días Hábiles	Horas Fin Semana
< 5 años		11.5	18	18
5 a 14 años		17.7	11	14
> 15 años activo	Ocupados	32.6	6	13
	Cesantes	4.1	15	13
	Desocupados	0.6	15	13
> 15 años pasivo	Hogar	18.1	15	13
	Estudiante	7.5	11	13
	Jubilado	5.4	15	13
	Otros	2.6	15	13

El valor comercial agregado de las viviendas en los 180 distritos se estima en 58.200 millones de US\$. La depreciación por ruido resultante es de 2723 millones de US\$, es decir, 6,4 % del valor.

Por otra parte, el efecto neto que tendría reducir todos los niveles exteriores en 1 dB en toda la ciudad sería un aumento de valor de 528 millones de US\$, es decir, el 0,49 % del valor comercial agregado de las viviendas. Este porcentaje aumenta considerablemente si se realiza el ejercicio de reducir 1 dB en las vías principales o en áreas de mayor contaminación.

## VALORACIÓN DE ACTIVIDADES REMUNERADAS

El territorio cubierto por el estudio abarca la mayor parte de los puestos de trabajo de la ciudad, con un total aproximado de 13 millones de horas laborales diarias. Estos lugares están expuestos a niveles entre 5 y 15 dB inferiores a los externos y se ubican mayoritariamente a menos de 100 m. de vías principales. Se asume que existe interferencia para los niveles exteriores siguientes: Categoría 5, 60 dBA; Categoría 6, 65 dBA y Categoría 7, 70 dBA. La Categoría 8 no se considera.

En cada categoría se considera una pérdida de tiempo efectivo de producción, cuyo costo es compartido por el trabajador y el empleador. La pérdida es el efecto agregado de interrupciones, dificultad de comunicaciones, errores y, principalmente, fatiga precoz durante la jornada laboral.

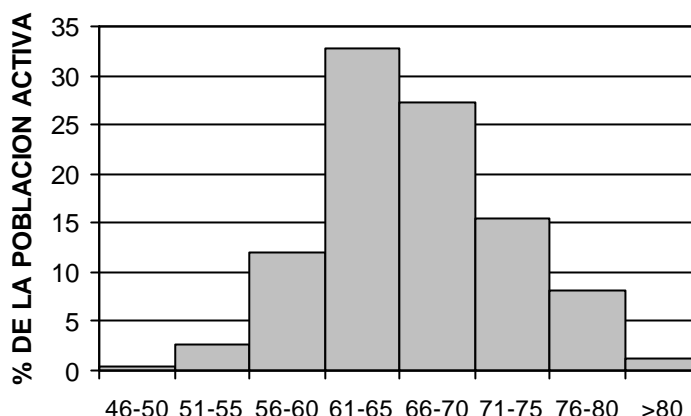


Figura 4. Distribución de la Población Activa afectada

Tabla 4. Resumen de pérdidas de horas laborales en el área de estudio

Categoría	% excedido	Horas afectadas	Horas perdidas	Pérdidas M US\$
5	85,0	680.000	64.000	1,27
6	52,2	2.625.000	149.000	1,19
7	25,0	1.120.000	44.000	0,11

Con estos supuestos, las pérdidas diarias alcanzan 2,57 millones de US\$, es decir unos 600 millones de US\$ anuales.

Estas pérdidas no incluyen el lucro cesante de la inversión de cada puesto de trabajo con tiempo efectivo y productividad disminuida.

En el caso particular de la educación, las pérdidas consideradas sólo evalúan las horas de profesores y personal remunerado, sin valorar el costo del tiempo de los estudiantes, que representan más del 25 % de la población. No se intentó el ejercicio de evaluar estas pérdidas.

## CONCLUSION

Las pérdidas por depreciación de viviendas debido al ruido urbano se estima en US\$ 2723 millones, aún cuando representa sólo la parte del discomfort que llega a modificar los precios.

En cuanto a las pérdidas por menor productividad laboral causadas por el ruido urbano exterior se estiman en US\$ 600 millones anuales, sin considerar los efectos diferidos o acumulativos de ruido sobre la salud, ni los efectos del ruido industrial.

Los resultados de este estudio pueden aplicarse en la toma de decisiones sobre inversiones para reducir los niveles de ruido urbano.

## REFERENCIAS

Azqueta, D. (1994)  
"Valoración económica de la calidad ambiental"  
McGraw-Hill, Madrid, España

INE

"Censo 1992"

Instituto Nacional de Estadística, Chile

Cifuentes, L., Collados, E. y Suárez, J.

"Beneficio social de una disminución en los niveles de ruido al incorporar buses a gas natural comprimido en la ciudad de Santiago"

Encuentro Chileno de Acústica 1999, Valdivia, Chile

Collados, E. y Pacini, D. (1999)

"Estimación de la incidencia de los buses urbanos en la contaminación acústica de la ciudad de Santiago"

Encuentro Chileno de Acústica 1999, Valdivia, Chile

Fidell, S, Barber, D.S. y Schulz, T.J. (1991)

"Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise"

J.A.S.A., Vol 89, Jan. 1991

Suárez, Andrés (1999)

"Beneficio social producido por una disminución en el ruido de tráfico vehicular urbano"

Memoria para optar al grado de Ingeniero Civil Industrial, Pontificia Universidad Católica de Chile

USACH (1989)

"Estudio base de generación de niveles de ruido en Santiago"

Univ. de Santiago de Chile - Intendencia Metropolitana, Chile

Varas, H., Kirschbaum, A., Collados, E. y Cumsille, M. (1994)

"Epidemiología del ruido comunitario en la comuna de Providencia"

Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile