

ANÁLISIS DE VARIABLES TEMPORALES Y ESPACIALES EN EL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA LÍNEA DE BASE DE UN EIA ACÚSTICO EN ENTORNOS DE CARRETERA

Matías Zañartu, Max Glisser
Departamento de Acústica
Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales
Brown norte 290 – Ñuñoa
matiaszs@entelchile.net

Resumen Para describir en detalle el ruido comunitario de una pequeña zona poblada elegida especialmente para el estudio, se procede con la instalación de tres puntos bases que realizarán registros continuos de una semana y, se utiliza el método de la retícula para una descripción espacial en detalle. Es posible simplificar este procedimiento mediante asociaciones y cruces de variables, obteniéndose una reducción de un 86% en el número de muestras, y además en cada una de ellas proyectar su evolución horaria con un solo punto base, simplificando el trabajo sin perder resolución en los resultados.

1. Introducción

La gestión medioambiental ha experimentado un auge debido al surgimiento de nuevas licitaciones en infraestructura vial impulsadas por el Ministerio de Obras Públicas. La situación de ruido asociada a la construcción y el funcionamiento de una carretera genera problemas ambientales en la comunidad cercana, por lo cual este tipo de proyecto entra al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Hoy en día no existen patrones definidos para proceder en esta Evaluación de Impacto Acústico, lo cual puede llevar a muchas interpretaciones y problemas distintos. Este proyecto se enmarca en la investigación y desarrollo de antecedentes que permitan generar una metodología completa para este tipo de estudios de impacto. De esta forma, el primer paso se asocia con la etapa de Línea de Base del EIA.

La Línea de Base es una descripción detallada del área de influencia, es decir, es un informe de la situación acústica de la zona que será afectada, previa al montaje del proyecto. Esta descripción será la base de todo el Estudio de Impacto Ambiental, ya que en una etapa posterior será comparada con los niveles de ruido que supuestamente generará el proyecto.

El marco de esta etapa está asociado con la investigación y optimización de toma de datos de Ruido Comunitario, de esta forma se busca generar procedimientos específicos para definir las pautas de cómo, cuándo, dónde y cuántas mediciones serán necesarias realizar para describir la situación de ruido en la zona de influencia del proyecto.

2. Generalidades

Para abordar inicialmente el desarrollo de una metodología para la Línea de Base, se diseñó un procedimiento de muestreo en detalle del ruido comunitario asociado al entorno de una futura carretera. Este debe ser capaz de entregar información sobre los temas de mayor importancia en la problemática de la realización de una línea base. El muestreo consiste esencialmente en un diseño que involucra y reúne variables espaciales y temporales en una serie de grupos comunes que se deben analizar para relacionarse con algunas variables urbanas. Dentro de las variables más relevantes se consideró estudiar la elección de los lugares de muestreo, la hora de la realización del muestreo y la cantidad de muestras necesarias para una correcta descripción de la zona afectada.

Luego, este muestreo se debe simplificar obteniendo un procedimiento que permita describir con igual fidelidad el ambiente de ruido de la zona futuramente afectada.

El método de investigación recoge algunos aspectos comunes de diversos estudios, con la idea de realizar análisis comparables y utilizar las tendencias actuales de los estudios de ruido comunitario, validando de esta forma la elección de algunos criterios específicos.

El problema de definir una área de influencia y un criterio de impacto asociado, es sumamente complejo, ya que los niveles de ruido generados por la carretera como fuente y la propagación asociada a estos dependen de muchas variables. De esta forma, un estudio específico debe considerar mediciones en entornos de carreteras y su propagación por diversos escenarios

geomorfológicos. Así se definió un área de influencia con un criterio propuesto a priori, enmarcando el muestreo en una zona definida por 300 mts a cada lado de la futura carretera. La variación de este criterio no modifica la esencia de la metodología usada.

3. Procedimiento de investigación

Como escenario surgió el área residencial altamente poblada del sector Pedro de Valdivia Norte en la Comuna de Providencia, la cual contaba con un proyecto de carretera en etapa de diseño. Se definió un área de influencia hacia el costado sur del trazado de la futura *carretera "Sistema Oriente-Poniente: Costanera Norte"*, donde existe una población afectada, que tiene algunos puntos sensibles que deberán ser considerados obligatoriamente por su relevancia urbana.

Descripción temporal: Puntos Base

Se reúnen variables urbanas y acústicas para determinar uno o más puntos fijos, llamados Puntos Base, que logren describir un ciclo semanal de las actividades del escenario mediante su evolución sonora. Para nuestro estudio se consideraron tres Puntos Base en función de los diversos tipos de flujo que presenta la zona.

Se midieron una serie de descriptores acústicos (Leq, Lmax, Lmin y los percentiles L5, L10, L50, L90, L95, L99) en dB(A) lento cada 10 minutos durante una semana completa, la cual se supone como semana tipo ya que no tiene feriados ni actividades especiales.

Estos datos no tienen validez para describir los niveles representativos de la zona (según normativas asociadas), ya que sus condiciones de medición no fueron diseñadas para ese efecto, sino más bien para tener valores comparables en sus evoluciones horarias.

En base al análisis de estos niveles leídos se pretende encontrar un período estable dentro de los días de la semana, para desarrollar el programa de evolución espacial del ruido

Evolución espacial: Método de la retícula

Ya que la idea es obtener una descripción detallada de la zona y luego poder simplificarla, se eligió el método de la retícula, ya que por el tamaño de la zona en estudio este procedimiento es el más apropiado porque entrega mayor detalle y se acerca a un muestreo aleatorio de interés para un análisis estadístico de las muestras.

Ya que la zona es poblada, cada punto de medición es representativo del ruido exterior de un lugar habitado.

Se reticula así, un plano del escenario en cuadrados de 100 mts con coordenadas georeferenciadas por la simplicidad que esto presenta. Dentro de cada retícula se fijan puntos de medición dependiendo de criterios específicos:

- Se fijaron puntos de medición en todas las esquinas que estén dentro de las retículas, con el interés de estudiar estas situaciones de ruido, generalmente excluidas de muchos estudios de ruido comunitario.
- En el caso de no existir una esquina, se fijó un punto por cada vía que cruce la retícula.
- Se fijó un máximo de tres puntos de medición por cada retícula
- Para unificar las mediciones se estableció una distancia de 2 mts desde el borde de la acera hacia el interior de la acera, manteniendo cuando es posible una distancia de 3,5 mts de las superficies reflectantes más cercanas, y a una altura de entre 1.35 mts y 1.50 mts, donde el equipo apunta hacia el centro de la calzada.
- Estas mediciones deben coincidir con algunos puntos sensibles especiales tales como Iglesias, Hospitales, Colegios, etc.
- Por cada punto de medición se realizó una ficha que contenía todos los parámetros de interés tanto acústicos como de otra naturaleza. (Leq, L5, L10, L50, L90, L95, L99, SEL, Lmin, Lmax, identificación de las fuentes. temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, ubicación, croquis, día, hora, tipo de zona, densidad de población, cantidad de vehículos livianos, pesados, observaciones varias, etc.)

Estas mediciones deben ser realizadas en un horario estable dado por el análisis de los datos de los Puntos Base

Análisis mixto

Se deben identificar los grupos comunes tanto de variaciones espaciales como temporales y asociarlos con variables urbanas, acústicas y estadísticas, para luego diseñar un procedimiento simplificado.

En base del análisis de las variables consideradas se proyecta una segunda campaña de verificación de resultados. Este segundo muestreo debe ser acorde con el análisis realizado previamente, de manera que pueda representar el área total con igual significancia, manteniendo las relaciones deducidas para el primer muestreo.

4. Análisis y simplificación de procedimientos

Simplificación espacial

Al realizar una simplificación del procedimiento de muestreo en la evolución espacial de niveles se mantuvo la relación entre las variables urbanas y acústicas observadas. Según el análisis previo, esto se representa fundamentalmente en:

- La relación de dispersión que exista entre el Leq y el N° de vehículos
- La diferenciación entre los puntos de medición que estén sobre Av. principales y secundarias.
- La estructura común observada entre vías, manteniendo coherencia con la sectorización definida (Av El Cerro Poniente y Oriente, Av. Pedro de Valdivia, Secundarias Oriente y Poniente)

La elección de puntos se define en función de poder describir con precisión la fuente predominante: el tránsito. De esta forma se eligen puntos que describan eficientemente el flujo vehicular dentro de cada sector. Estos se ubican en las zonas medias del sector, evitando las esquinas. Para nuestro caso, los puntos que involucraban más de una vía (calles secundarias) se ubicaron en función de lo anterior y además en un punto considerado sensible a priori. De esta forma se obtuvo una reducción efectiva en la cantidad de muestras, de 37 puntos a 5 finales (reducción de un 86%). Se considera ésta como la reducción más crítica posible.

En la siguiente figura podemos notar como la dispersión entre el Leq y el total de vehículos son directamente proporcionales, en concordancia con lo expuesto en 3.2.2, donde se verifica que el tráfico es la fuente de ruido principal.

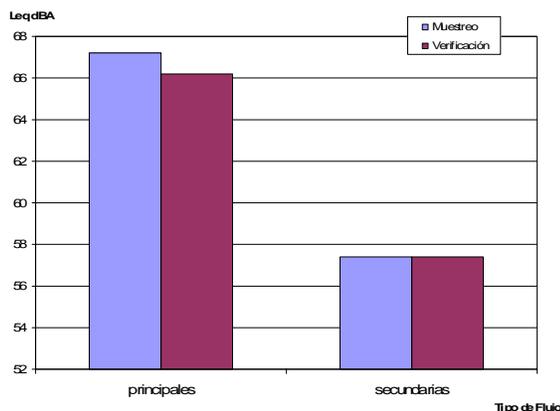


Fig.1 Comparación de ambas campañas de medición: división por tipo de vía

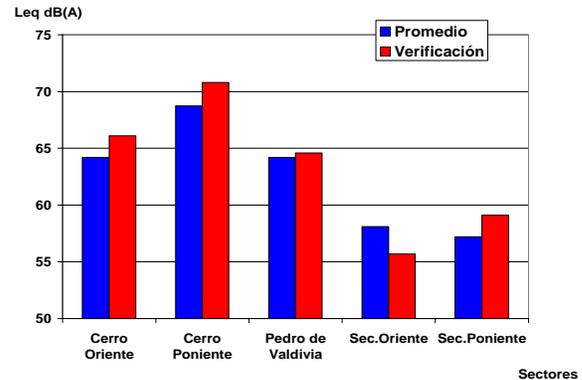


Fig. 2 Comparación de ambas campañas de medición: división por conjunto de vías

Simplificación temporal

Para realizar una simplificación de la descripción temporal del área afectada fue necesario obtener información sobre la evolución del ruido comunitario en la zona, asociada a las actividades humanas en un ciclo semanal tipo, tal como representa cada uno de los puntos base. Como la naturaleza de estas actividades tiene un carácter definido y repetitivo, (como resulta sobre todo en zonas urbanas) estos patrones de evolución de ruido serán asimilables a otras zonas de características semejantes. Sin embargo, los patrones de ruido presentan importantes variaciones en distintas ubicaciones producto de muchas variables, de modo que es necesario verificar si estos patrones evolucionan en el tiempo de la misma forma en los distintos lugares de la zona.

De esta forma se pretende verificar si, producto de lo anterior, se puede crear un factor de corrección temporal para cualquier punto de una zona.

Para verificar estos aspectos, se proyectaron mediciones de ruido repetidas en los mismos puntos a diversos horarios. El objetivo de estas mediciones fue relacionar los niveles de los puntos elegidos en la tabla, medidos en distintos horarios con los Puntos Base, con el fin de encontrar comportamientos comunes. Esto se realizó mediante la superposición de los niveles medidos en la segunda campaña (temporal) con la curva de tendencia estimada para cada Punto Base. Esta curva incorpora las desviaciones típicas con un 95% de confianza, para un Leq calculado cada 30 minutos. Esto se eligió para evitar irregularidades.

Después de superponer los niveles en el gráfico del Punto Base, se ajustan los niveles medidos, corrigiéndolos mediante la sustracción o adición de un factor relativo, elegido de modo que los tres puntos se ubiquen de forma equidistante lo más

cerca de la curva de tendencia, como se muestra en los siguientes gráficos:

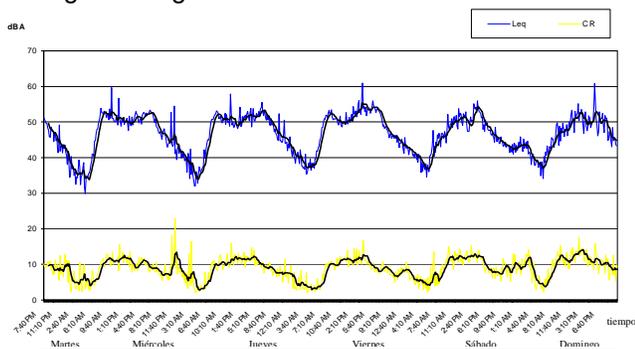


Fig.3 Evolución típica del Leq y del Clima de ruido para un punto de base

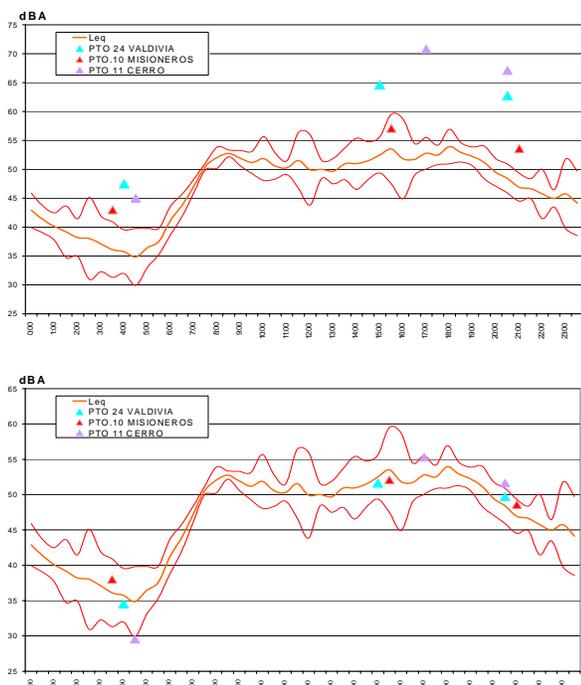


Fig.4 Superposición de la evolución temporal de un punto base y su ajuste con los valores medidos en tres puntos a distintos horarios con un grado de confianza de un 95%

En los gráficos anteriores se observa que en la corrección de los Puntos de medición 10 y 24 hay un ajuste satisfactorio, ya que quedan todos los valores acotados con holgura por las curvas que dan el 95% de confianza, sin embargo el Punto 11 se comporta de un modo más inestable.

Este procedimiento nos permite estimar, extrapolando a partir de la tendencia del Punto Base, los niveles para cualquier hora deseada.

Los niveles estimados y sus correspondientes incertezas se calculan gráficamente. Este procedimiento no es del todo exacto ya que no considera con precisión la desviación propia que tengan los puntos ajustados con la curva de tendencia. Por otro lado, estos procedimientos enunciados incorporan un grado de incerteza dado por las desviaciones totales entre cada día para cada media hora. Esta incerteza es por cierto representativa de una situación global sin embargo no puede considerarse como la máxima desviación posible.

5. Conclusiones

Mediante el análisis de los datos obtenidos es posible realizar una simplificación sobre el método tradicional de la retícula y así obtener una reducción de un 86% de las muestras requeridas.

Este procedimiento podrá ser extendido a otro tipo de zonas para generar así una metodología de muestreo más completa.

En cada uno de los puntos muestreados se podrá realizar estimaciones de niveles en horarios en los cuales no se realizaron mediciones, siempre que cumplan ciertas condiciones de incerteza específicas, presentándose como una herramienta de inspección, que permitirá estimar en mayor o menor grado las situaciones reales, dependiendo del control de todas las variables de error.

Bibliografía

HARRIS, CYRIL M. "Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control"; Third Edition McGraw-Hill, 1991.

LÓPEZ PLANES, REINALDO "Diseño Estadístico de Experimentos"; Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales, 1997.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA Ley N° 19.300 "Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente"; Diario Oficial de la República de Chile, 1994.

NORMA DE LA CONFEDERACIÓN SUIZA "Reglamento 814.41 Sobre la Protección Contra el Ruido"; OPB, 1995.

SÁNCHEZ RIVERA, JOSÉ IGNACIO "El Ruido de Tráfico en Valladolid"; Secretariado de Publicaciones Universidad de Valladolid, 1991.

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE "Estudio Base Generación de Niveles de Ruido, Actualización de los Inventarios de Niveles de Ruido"; Primer Encuentro Chileno de Acústica, 1998