

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GEOGRAFICA

**MODELO PARA EVALUAR EL IMPACTO ACUSTICO
PRODUCIDO POR EL FLUJO VEHICULAR**

ALUMNAS : MIRTHA DIAZ ARANCIBIA
VERONICA YAÑEZ ROMO

1996

I INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad, como consecuencia del aumento de la concentración de población y del transporte, así como también de la creciente actividad de las ciudades, la calidad de vida se ha visto deteriorada en forma directa por los problemas de contaminación del aire, congestión y ruido, principalmente.

Los principales generadores de ruido en las áreas urbanas, proceden mayoritariamente del tráfico urbano, siguiendo en orden decreciente el ruido industrial, la construcción, obras públicas y el ruido comunitario.

Debido a la problemática que presenta este factor se hace necesario plantear soluciones al respecto, y para esto se han utilizado algunos modelos que estiman los niveles de presión sonora para diferentes condiciones de flujo vehicular, con los cuales se pueden evaluar soluciones tendientes a mitigar este problema y así contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

1.2 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar y calibrar un modelo matemático que determine el impacto acústico producido por el flujo vehicular a partir de la información obtenida en el anillo Américo Vespucio, incorporando variables ambientales (meteorológicas y morfológica-urbanas).

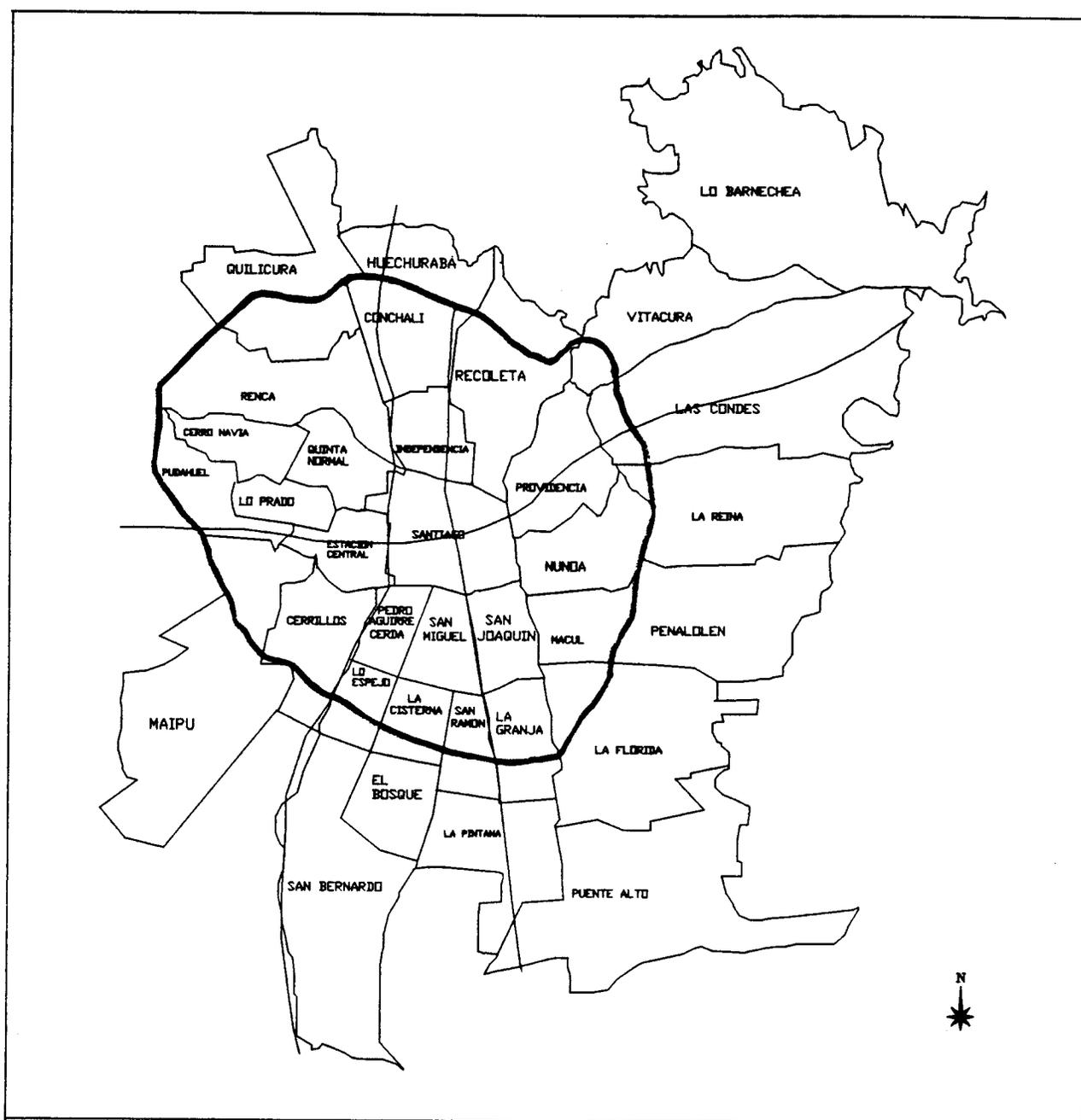
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.- Realizar las mediciones para generar la Base de Información.
- 2.- Estructurar la Base de Datos.
- 3.- Desarrollar y Calibrar el modelo.
- 4.- Evaluar las variables más sensibles para el control del ruido.
- 5.- Predecir los Niveles de Presión Sonora Equivalente emitidos por el tráfico vehicular.
- 6.- Identificar las zonas que presentan mayor impacto.

1.3 AREA DE ESTUDIO

Se ha seleccionado como área de estudio el Anillo Circunvalación Américo Vespucio, el que se encuentra inserto en la ciudad de Santiago en la Región Metropolitana. (Ver Figura Nº 1.1).

De acuerdo a las características de flujo vehicular que



AREA DE ESTUDIO

ANILLO CIRCUNVALACION AMERICO VESPUCIO

ESCALA: 1 : 250.000

FIG. N° 1.1

presenta el Area Metropolitana, se decide trabajar sobre el anillo Circunvalación Américo Vespucio, ya que cumple un rol fundamental dentro del sistema urbano del Gran Santiago, teniendo una demanda de viajes motorizados de alrededor del 20% de los viajes totales producidos en él, (Punta Mañana , aproximadamente 44.000 viajes en auto, proyectado a 1995, a partir de la EOD 91 [Ref.12]).

Además si se tiene en consideración que la tasa de crecimiento de los flujos vehiculares es del 6% anual [Ref.12], se puede esperar para el año 2000 una saturación de las vías y por consiguiente un aumento de los niveles de ruido producidos por el flujo vehicular, lo que afecta notablemente a las diversas comunas por donde atraviesa.

CAPÍTULO II BASE TEÓRICA DE MODELOS DE RUIDO

2.1 ALGUNAS DEFINICIONES

El **sonido** es un fenómeno físico, que tiene su origen en una alteración mecánica transmitida por vibración de las moléculas de aire. Esta vibración provoca una variación de la presión atmosférica, la que se denomina Presión Sonora, lo que corresponde al paso de una onda acústica.

El **Nivel de Presión Sonora** (NPS o L) se define como la energía sonora percibida por un individuo en un intervalo de tiempo. La presión acústica a la cual es sensible el oído humano varía entre un umbral mínimo de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. y un máximo de 20 Pa. Dado que la escala de medición en pascales resulta muy amplia, se define para facilitar la valorización el nivel de presión acústica NPS o L, una escala logarítmica adimensional en los siguientes términos:

$$L = 10 \log (P_{.,} / P_0)^2 \quad (2.1)$$

En donde $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

$P_{.,}$ = Presión acústica eficaz.

A esta cantidad adimensional se le denomina decibel (dB).

La presión acústica eficaz, es el valor medido en los sonómetros, que depende del punto de medición y del tiempo de integración. El oído humano percibe y soporta niveles de presión entre 0 y 120 dB.

Para el cálculo del nivel de presión equivalente $L_{.,}$ se utiliza la siguiente expresión:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \quad (2.2)$$

En donde T = período de tiempo total considerado
t = intervalo de tiempo de la medición i
L(t) = nivel de presión sonora del intervalo i.

En la práctica el cálculo del L_{eq} se realiza por sumatoria de los n niveles de presión L_i , registrados en el intervalo de tiempo t_i , adoptando una expresión discreta:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \right) \sum_i^n 10^{\frac{L_i}{10}} t_i \quad (2.3)$$

2.2 TIPOS DE MODELOS

La mayoría de los modelos encontrados en la bibliografía revisada, presentan en general un desarrollo matemático basado en funciones logarítmicas, incluyendo variables relacionadas con el flujo vehicular y con características de la vía.

A continuación se presentan en una tabla resumen, indicando su origen, variables y factores de corrección:

TABLA II.1 ORIGEN, VARIABLES Y FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS MODELOS DE RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR.

ORIGEN	VARIABLES	FACTORES DE CORRECCIÓN
ITALIANO	Leq Flujo pesados Flujo livianos	Velocidad media del tráfico Tipo carpeta Pendiente Reflexiones
FRANCÉS	Leq Flujo pesados Flujo livianos	Velocidad del flujo Pendiente Campo libre (nº de fachadas, altura fachadas, ancho entre fachadas, ancho vía)
ESTADOUNIDENSE	Leq Leq básico Flujo vehicular	Velocidad del flujo Pendiente Naturaleza del suelo
ALEMÁN	Leq Flujo vehicular % vehículos pesados	Distancias entre receptor y fuente Reflexiones Naturaleza del suelo o efecto suelo

ORÍGEN	VARIABLES	FACTORES DE CORRECCIÓN
INGLÉS	Leq Flujo vehicular	Velocidad del flujo % vehículos pesados Pendiente Rugosidad (tipo carpeta)
SUIZO	Leq Flujo vehicular	
ESPAÑOL	Leq Flujo livianos Flujo pesados	

CAPITULO III RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La etapa de Recolección de Información se llevó a cabo en el Anillo Circunvalación Américo Vespucio. Para ello se dividió el anillo en 8 tramos en donde se ubicaron los puntos de medición. En estos puntos se midieron las variables velocidad y composición del flujo vehicular, tipo de carpeta, tipo de vía, existencia de bandejón central y niveles de presión sonora.

Para medir los niveles de presión sonora se utilizó un sonómetro integrador marca CIRRUS, modelo CRL 222A.

El período de medición comprendió los meses de Enero y Febrero de 1996, en tres períodos del día, los que corresponden a las Horas Punta de nuestra capital; Mañana 7:30-10:30 hrs., Mediodía 12:30-15:30 hrs. y Tarde 17:30-20:30 hrs. No se consideraron las horas fuera de punta.

3.1 Criterios para la selección de tramos

El anillo se ha dividido en 8 tramos, basados en los siguientes criterios:

- * Morfología del camino
- * Morfología del entorno
- * Condiciones de flujo vehicular continuo, es decir, en donde no se produzcan variaciones en la velocidad del flujo (presencia de semáforos, intersecciones, nudos viales)

TABLA III.1 TRAMOS DEL ANILLO AMÉRICO VESPUCCIO

TRAMOS	PUNTOS POR TRAMO	DESDE - HASTA	LONGITUD (Km)	USO DE SUELO
1	6	AV.VICUÑA MACKENNA - AV. JORGE ALESSANDRI	9.6	Residencial
2	9	AV.JORGE ALESSANDRI - AV. PAJARITOS	19.1	Residencial
3	6	AV. PAJARITOS - EMPRESA AGUA MINERAL VITAL	2.6	Mixta
4	9	EMPRESA AGUA MINERAL VITAL - AV. EL SALTO	14.3	Industrial
5	4	AV. EL SALTO - AV. MONS.ESCRIVÁ DE BALAGUER	6.2	
6	6	AV. MONS.ESCRIVÁ DE BALAGUER - AV. BILBAO	5.9	Residencial
7	4	AV. BILBAO - AV.IRARRÁZVAL	2.7	Residencial
8	6	AV. IRARRÁZVAL - AV.VICUÑA MACKENNA	8.6	Residencial

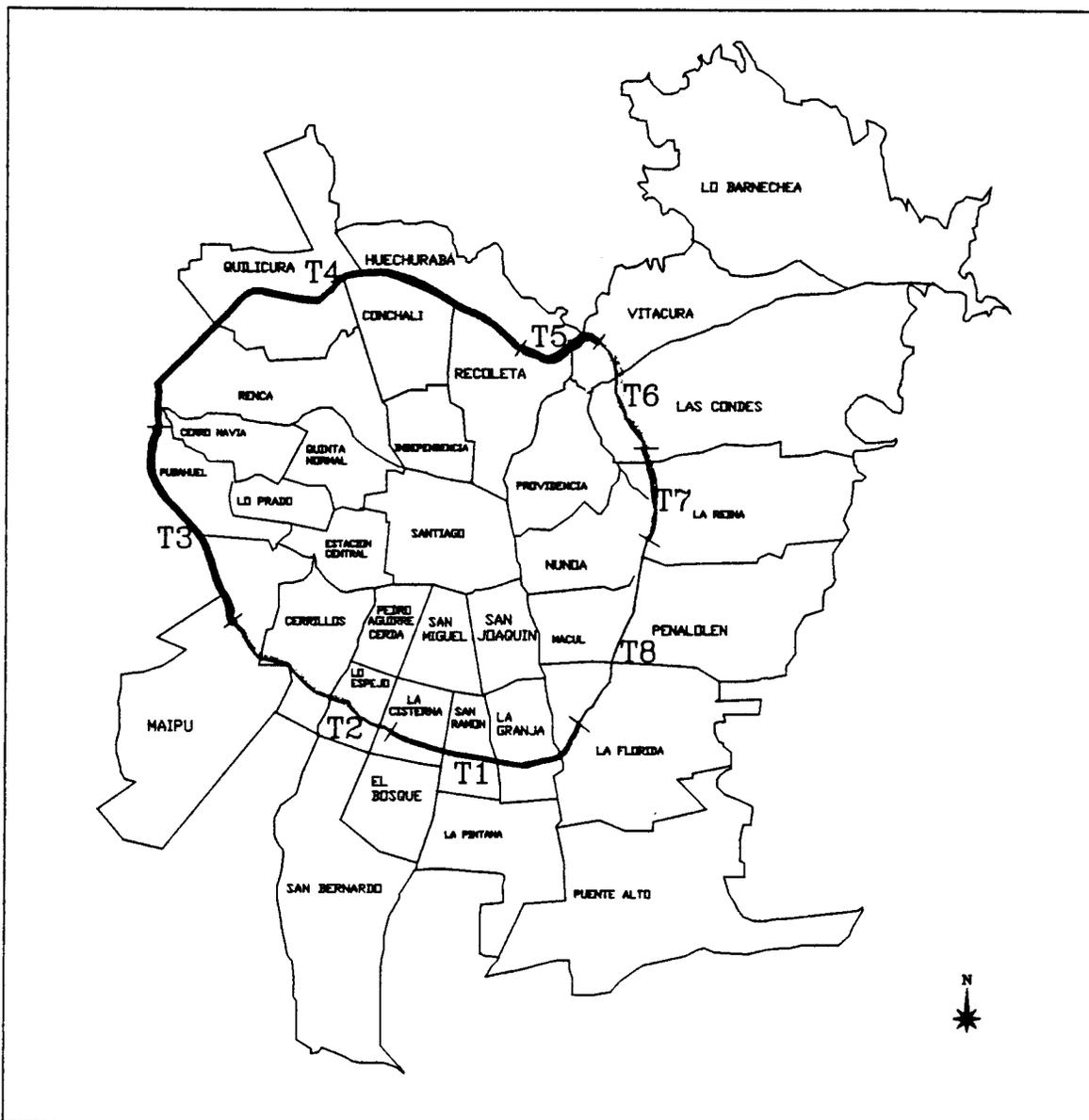
La Figura 3.1 muestra su localización espacial.

3.2 CRITERIOS PARA SELECCIONAR PUNTOS DE MEDICIÓN POR TRAMO

- * Se eligen puntos de medición en sectores donde no se presentan:
 - cruces
 - intersecciones o nudos viales
 - semáforos
 - fuentes de ruido distintas al asociado con el flujo vehicular
- * El punto debe ubicarse en zonas continuas sin interrupción.

3.3 CRITERIOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

- * El instrumento se ubica a 1,5 metros de la berma y a 1,2 metros de altura, sobre un trípode.
- * Las mediciones se realizan a un solo lado de la calzada.
- * Los Niveles de Presión Sonora (NPS) son registrados durante 5 minutos por el instrumento.



REGION METROPOLITANA

TRAMOS DEL ANILLO

SIMBOLOGIA

	TRAMO 1		TRAMO 5
	TRAMO 2		TRAMO 6
	TRAMO 3		TRAMO 7
	TRAMO 4		TRAMO 8

FIG. N 3.1

ESCALA:
1: 250.000

3.4 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE TRÁFICO

Se utilizó un método práctico para determinar la velocidad del flujo vehicular, que consiste en lo siguiente:

- 1) Ingresar al flujo
- 2) Anotar la velocidad indicada en el velocímetro del automóvil y considerar ésta como la velocidad media expresada en Km/Hr, para los tres períodos del día.

La variable Composición del Flujo Vehicular fue obtenida mediante un conteo del flujo, simultáneo con la medición de ruido, clasificándolo según su composición en motos, autos, camionetas, buses y camiones. Los conteos de vehículos consideran los flujos en ambos sentidos de la vía, registrando los valores en una tabla diseñada para tal efecto.

3.5 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DEL CAMINO

Estas variables, tipo de carpeta, tipo de vía y mediana central, se calificaron visualmente con apoyo técnico.

3.6 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DEL MEDIO

Con respecto a las variables del medio, las Variables Meteorológicas fueron facilitadas por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) en formato digital con los datos de 4 estaciones monitoras.

Para el caso de las Variables de Uso de Suelo, se realizaron visitas a terreno identificando las siguientes zonas :

- | | | | |
|------|-------------|------|-------------|
| * Z1 | Residencial | * Z3 | Industrial |
| * Z2 | Mixta | * Z4 | La Pirámide |

La **Zona Residencial** se ubica en los tramos 6, 7, 8, 1 y 2 comprendido entre Av. Monseñor Escrivá de Balaguer y Av. Pajaritos.

La **Zona Mixta**, se extiende entre la Av. Pajaritos y la empresa Agua Mineral VITAL.(tramo 3)

La **Zona Industrial** se extiende aproximadamente desde la empresa Agua Mineral VITAL hasta Av. El Salto, (tramo 4)

Por último, la **Zona La Pirámide** (tramo 5), se presenta entre Av. El Salto y Av. Monseñor Escrivá de Balaguer.

3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS

Con los datos registrados por el sonómetro, se originó la Base de Datos que nos entrega los Niveles de Presión Sonora Continua Equivalente para cada punto del anillo y para los tres horarios fijados (mañana, mediodía y tarde), utilizando para ello la fórmula (2.3) del Capítulo II, en donde:

$T = 300$ (5 minutos de medición equivalen a 300 segundos)

$i = 1$ (1 segundo) y

$L(t)$, los distintos valores de N.P.S.

La información referente a los flujos vehiculares se almacenó en una Base de Datos denominada FLUJOS conteniendo datos clasificados en 5 categorías de vehículos: motos (F1), autos (F2), camionetas (F3), camiones (F4) y buses (F5), para cada punto del anillo y para los tres períodos del día, en la que además se incluyó la velocidad del flujo.

Las variables referentes al camino fueron ingresadas en una Base de Datos denominada CAMINO, la cual cuenta con la información de la Mediana Central (amplia A, mediana M y pequeña P), el Tipo de Vía (unidireccional U y bidireccional B) y el Tipo de Carpeta (hormigón H, asfalto A) para cada punto del anillo.

CAPITULO IV DESARROLLO DEL MODELO

El siguiente capítulo contempla el desarrollo de los modelos, utilizando para tal efecto, el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios a través del software estadístico STATGRAPHICS.

De acuerdo a la muestra seleccionada se trabajó con dos bases de datos, una con 150 que contiene la información para los tres períodos del día (mañana, mediodía y tarde) y otra con 50 datos que contiene el promedio diario de la información.

4.1 SELECCIÓN DE VARIABLES

Analizando la estructura y componentes de los modelos descritos en el Capítulo II, se observa que las variables de mayor relevancia tienen relación con las del tráfico vehicular, de la vía y del medio en donde se propaga el ruido.

La metodología utilizada para seleccionar las diferentes variables que se incluyeron en los modelos, consistió en realizar diferentes regresiones múltiples del Nivel de Presión Sonora Equivalente (Leq) versus el resto de las variables observando su ajuste a través de las pruebas de bondad de ajuste del modelo (t-

student, R^2 , F-Fisher)

De acuerdo a lo anterior, las variables seleccionadas son:

i) Variables de Tráfico

- * Velocidad del Flujo y
- * Composición del Flujo

ii) Variables del Camino

- * Tipo de carpeta.

4.2 SELECCIÓN DE MODELOS

De acuerdo al análisis estadístico y a las variables seleccionadas se plantean 10 modelos, 7 para la base de 150 datos y 3 para la de 50.

Restricciones de los modelos

Los modelos planteados anteriormente son válidos para las siguientes restricciones:

- * Cantidad mínima de flujo vehicular pesado : 8 veh/5min
- * Cantidad mínima de flujo vehicular liviano: 51 veh/5min
- * Velocidad mínima del flujo vehicular: 30 Km/Hr
- * Sólo para vías urbanas
- * A partir de un tiempo mínimo de 5 min.

Para poder evaluar el comportamiento de cada uno de los modelos se debe analizar el R^2 ajustado y para evaluar la significancia de cada variable se utiliza la prueba t-student. De éste análisis, se desprende que los parámetros son estadísticamente significativos considerando un 5% de nivel de significancia.

4.3 VALIDACIÓN

Para realizar la validación se utilizó una nueva muestra (independiente), la que sirvió de inputs a los modelos y su estimación fue comparada con los datos obtenidos en terreno.

De las tablas de validación se obtuvo un porcentaje de acierto (% de diferencias nulas entre el Leq observado y el Leq predicho por el modelo), los que se registraron en una tabla junto con el R^2 ajustado y el número de variables de cada modelo.

TABLA IV.5 R² AJUSTADO, N^o DE VARIABLES Y % DE ACIERTO

MODELO	R ² AJUSTADO	N ^o DE VARIABLES	% DE ACIERTO
1	0.26	5	63
2	0.26	5	67
3	0.26	6	57
4	0.24	4	33
5	0.21	4	27
6	0.22	4	53
7	0.23	4	37
8	0.26	3	54
9	0.32	4	69
10	0.32	4	46

Considerando el mejor R² ajustado, el menor número de variables, el mayor porcentaje de acierto y los signos de los coeficientes que acompañan a las variables, se seleccionan los modelos 6, 8 y 9.

$$(6) \quad Leq = 54,2 + 6,8 * \left(\frac{LogPes}{LogLiv} \right) + 8,3 * Log(VelFlu) + 1,5 * (Tipcarp)$$

$$(8) \quad Leq = 52,9 + 8,3 * Log(VelFlu) + 4,1 * 2Log(Pes) + 1,4 * TipCarp$$

$$(9) \quad Leq = 55,0 + 11,0 * \left(\frac{Pes}{Liv} \right) + 9,2 * Log(VelFlu) + 1,4 * TipCarp$$

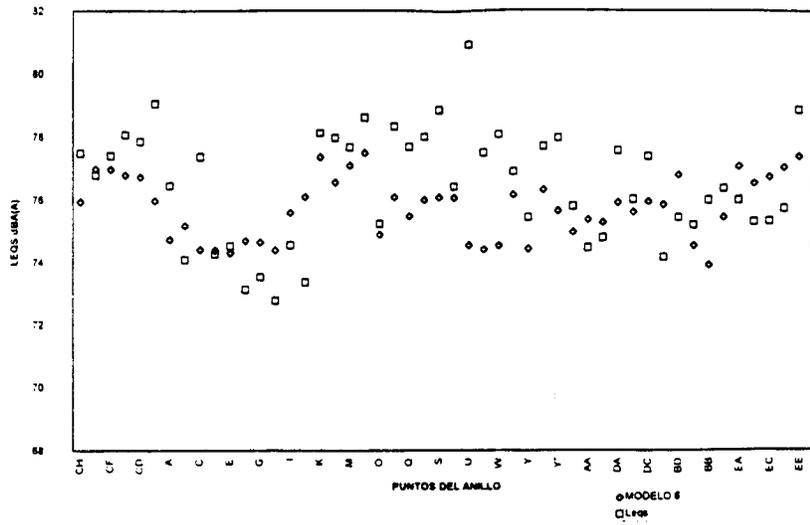
Aunque los modelos 1, 2 y 3 presentan un mejor R² ajustado y un mejor % de acierto, no fueron seleccionados ya que sus variables dicotómicas no indicaron presencia de estacionalidad en los períodos del día. Los modelos restantes tienen un comportamiento muy similar al modelo 6 y por lo tanto tampoco se seleccionaron.

Los gráficos 4.1 a 4.5 muestran los Niveles de Presión Sonora Equivalente observados comparados con los Niveles de Presión Sonora Equivalente predichos por estos tres modelos.

Las variables más sensibles de estos modelos son el tipo de carpeta y el flujo vehicular pesado.

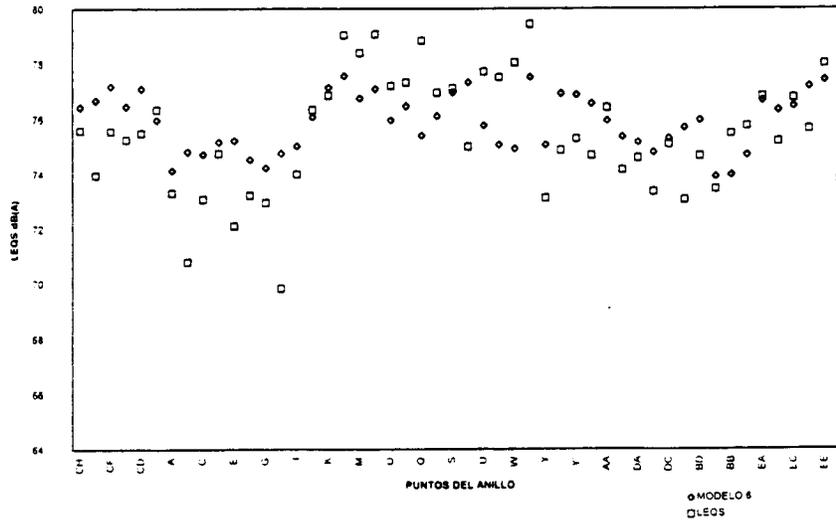
4.1

COMPARACION DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE OBSERVADOS CON LOS PREDICHOS POR EL MODELO 6 PARA EL PERIODO MAÑANA



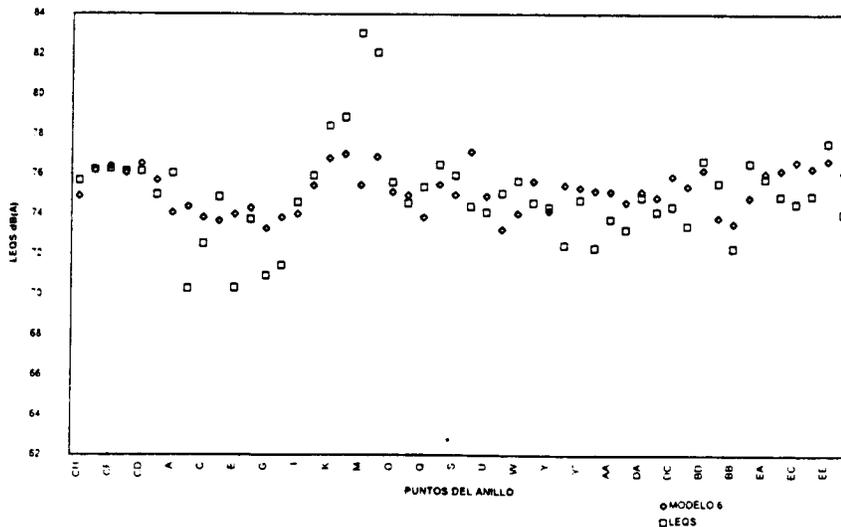
4.2

COMPARACION DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE OBSERVADOS CON LOS PREDICHOS POR EL MODELO 6 PARA EL PERIODO MEDIODIA

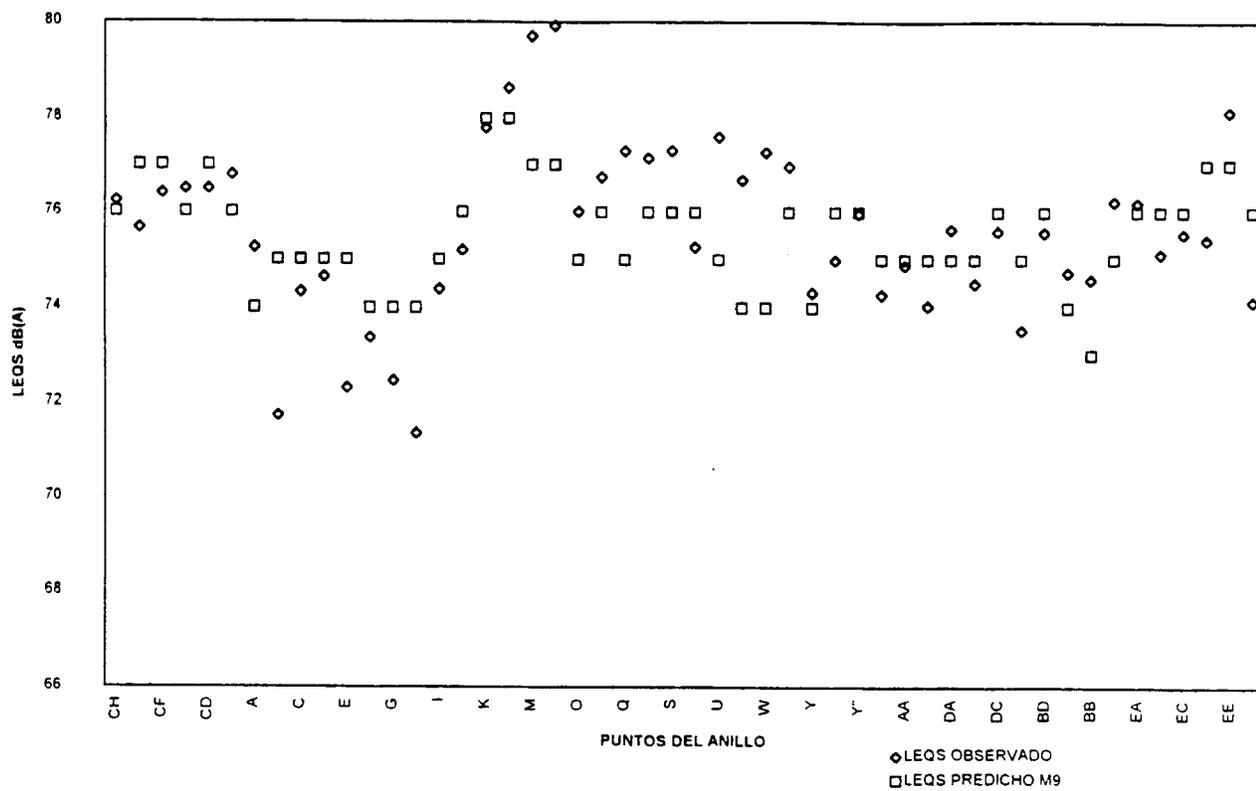


4.3

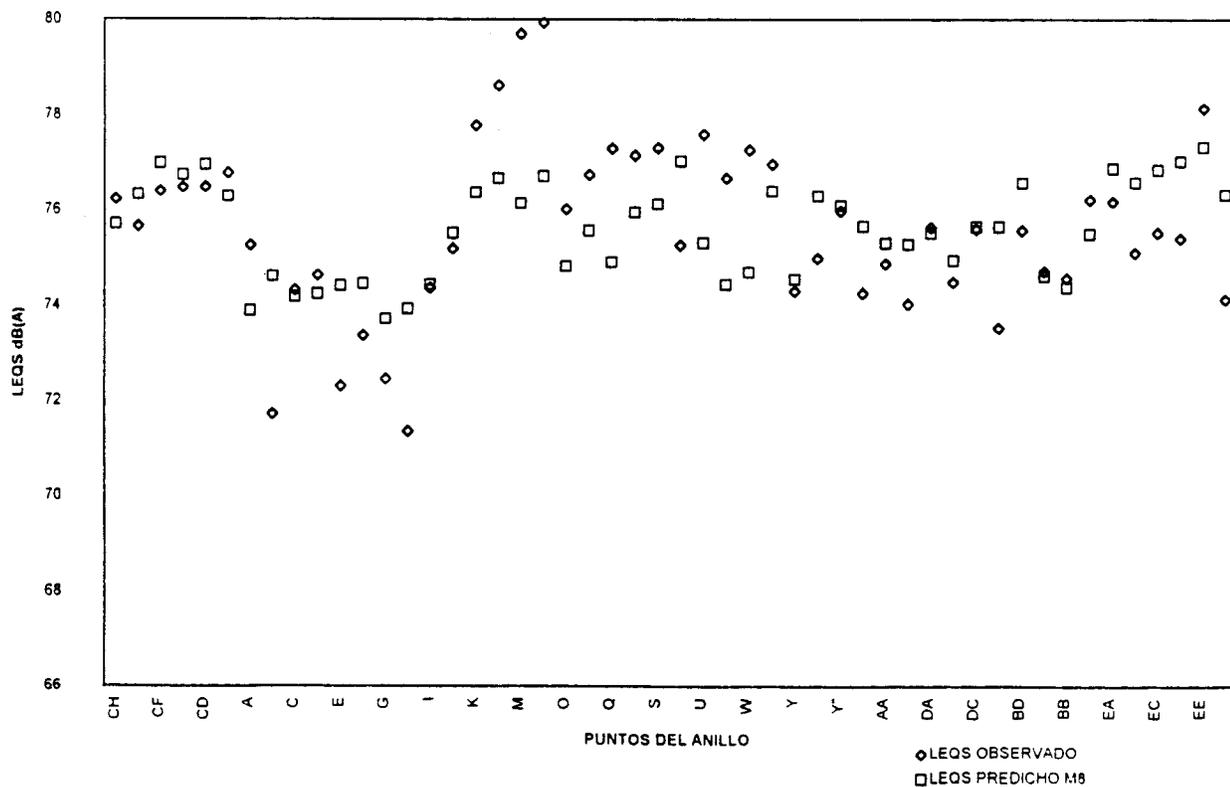
COMPARACION DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE OBSERVADOS CON LOS PREDICHOS POR EL MODELO 6 PARA EL PERIODO TARDE



4.4 COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE OBSERVADOS CON LOS PREDICHOS POR EL MODELO 9



4.5 COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE OBSERVADOS CON LOS PREDICHOS POR EL MODELO 8



CAPITULO V APLICACIÓN DEL MODELO

Los modelos seleccionados se aplicaron a diferentes escenarios con el fin de evaluar y predecir el impacto acústico apoyándose en la norma española para las distintas zonas. Algunos de estos son:

Escenario 1:

Se consideró todo el anillo, donde la velocidad del flujo y el tipo de carpeta estén de acuerdo al tipo de zona y un flujo vehicular como se presenta hoy.

Escenario 2:

Se consideró todo el anillo, donde la velocidad del flujo es de 30 Km/Hr, la carpeta es de asfalto y de acuerdo al flujo vehicular obtenido se utilizó el 50% de vehículos pesados y se aumentó tres veces la cantidad de vehículos livianos.

Escenario 3:

Se consideró una zona residencial, donde la velocidad del flujo sea de 50 Km/Hr., con carpeta asfáltica y el flujo vehicular pesado disminuye en un 90% con respecto al flujo actual.

NOTA: Se consideraron las siguientes velocidades para cada zona:

Zona residencial :50 Km/Hr
Zona Mixta :70 Km/Hr
Zona Industrial :70 Km/Hr
Zona La Pirámide :80 Km/Hr

Debido a la inexistencia de normativa de ruido para fuentes móviles en nuestro país, es necesario recurrir a la legislación extranjera a fin de comparar los niveles de ruido para las diferentes zonas del anillo. Observando la Ordenanza Municipal de Madrid (España), esta establece para distintos tipos de zona los siguientes niveles de ruido:

ZONAS	DIA dB(A)
ZONA INDUSTRIAL	85
ZONA MIXTA	70
ZONA RESIDENCIAL	60

En la siguiente tabla se evalúan los modelos con sus restricciones para los diferentes escenarios, obteniéndose así los Niveles de Presión Sonora Equivalente, los que son comparados con la norma española para cada zona. Ver Tabla V.2

TABLA V.2 EVALUACIÓN DE LEQS POR ESCENARIO

Escenarios	Modelos	Leqs(min,máx)dB(A)	Comparación norma	Zonas Impactadas
1	6	(72 ; 76)	Excede	Mixta, Residencial
	8	(72 ; 77)	Excede	Mixta, Residencial
	9	(73 ; 78)	Excede	Mixta, Residencial
2	6	(68 ; 69)	Excede	Residencial
	9	69	Excede	Residencial
3	6	(71 ; 74)	Excede	Residencial
	8	58	No Excede	—
	9	(71 ; 73)	Excede	Residencial

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos de este trabajo, se desarrolló una gran variedad de modelos matemáticos que determinan los niveles de presión sonora continua equivalente producidos por el flujo vehicular en vías urbanas, incorporando entre sus variables la velocidad y flujo vehicular y el tipo de carpeta. Sin embargo, no incluyen las variables ambientales-meteorológicas por no aprobar los test de significancia.

Los criterios utilizados para la medición de ruido no consideran el comportamiento de éste para diferentes distancias y ángulos. Tampoco se consideró un mayor tiempo de medición ya que en el área de estudio existe un movimiento constante de flujos vehiculares y por lo tanto el nivel de presión sonora equivalente se estabiliza aproximadamente a los 3 minutos.

La razón entre los flujos pesado y liviano que se encuentra en los modelos 6 y 9, puede ser mal interpretada, ya que debe tenerse presente que el flujo vehicular no es una variable proporcionalmente directa con el Leq. La cantidad de flujo vehicular no aumenta o disminuye los niveles de presión sonora equivalente por sí solo, sino que depende además de otras variables como el tipo de carpeta y por sobre todo la velocidad del flujo y su composición.

Sin embargo para que todos estos modelos funcionen debe existir por lo menos un cierto porcentaje de flujo vehicular que circule en forma continua por la vía y con una velocidad mínima de 30 Km/Hr.

De los escenarios planteados, se observa que para lograr una disminución en los niveles de ruido es necesario cumplir con

las velocidades establecidas, utilizar carpeta asfáltica para las zonas más críticas, y considerar una composición del flujo vehicular adecuada para cada zona.

El desarrollo futuro de estos modelos contempla la incorporación de otras variables como:

- * Variables del entorno
Éstas variables se clasifican según la ubicación de la vía (en trinchera, elevada, abierta y cerrada).
- * Variable en función de la distancia y el ángulo
Si se desea evaluar el comportamiento del ruido a diferentes distancias y ángulos, se puede incorporar esta función a los modelos seleccionados.
- * Otras condiciones en la medición (semáforos, intersecciones y nudos viales)

Finalmente, otra opción es el desarrollo de modelos no lineales para la predicción de niveles de presión sonora equivalente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Cyril M. Harris.
Manual para el control del ruido, Tomos 1 y 2.
- 2.- Comisión Nacional del Medio ambiente CONAMA.
Revista "Nuevo Ambiente".
- 3.- Revista "Traffic and the Environment".
- 4.- Transport and road research laboratory.
TRRL Supplementary Report 620.
- 5.- N.D.Silvani.
The evaluation of road traffic noise annoyance experienced by residents.
- 6.- José Ignacio Sánchez Rivera.
Contaminación por ruidos y vibraciones: Ruido Urbano.
- 7.- Ayuntamiento de Málaga, Delegación de Medio Ambiente y Salubridad.
Análisis de la contaminación sónica del Municipio de Málaga.
- 8.- Universidad de Santiago de Chile, Departamento de Física.
Estudio base de generación de niveles de ruido.
- 9.- Subsecretaría de Obras Públicas, Unidad Técnica de Medio Ambiente.
Ruido y Vibraciones.
- 10.- Department of Transport Welsh Office HMSO.
Calculation of Traffic Noise.
- 11.- Revista Rutas.
España.
- 12.- Comisión de Planificación de Inversiones en infraestructura de Transporte.
Encuesta Origen-Destino de viajes del Gran Santiago 1991.
- 13.- Theodore J. Schultz Applied science publishers.
Community noise rating (2ª edición).
- 14.- Organisation for economic co-operation and development.
Fighting Noise (Strengthening Noise Abatement Policies).
- 15.- Miguel Muñoz Sáncho, Instituto de Estudios de Administración Local.
Anteproyecto de Ordenanza sobre protección del Medio Ambiente Urbano contra la emisión de ruidos.
- 16.- Manual de Vialidad Urbana. Volúmen 3.