



INGENIERIA EN
CONTROL ACUSTICO LTDA.

MONITOREO ACÚSTICO AUTOPISTA TRONCAL SUR

SECTOR JARDÍN BOTÁNICO Y JUMBO – VIÑA DEL MAR



PREPARADO PARA RUTAS DEL PACÍFICO S.A.

SANTIAGO, 24 NOVIEMBRE DE 2003





INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	METODOLOGÍA	3
2.1	Campaña de Mediciones	3
2.2	Puntos de Medición	5
2.3	Flujo Vehicular	6
2.4	Modelaciones Acústicas	8
2.5	Descripción del Modelo Matemático de Predicción	10
3	RESULTADOS	12
3.1	Mediciones de Ruido en Terreno	12
3.2	Nivel de Presión Sonora Modelado	14
3.3	Mapas de Ruido	16
4	EVALUACIÓN	20
5	CONCLUSIONES	22
6	INSTRUMENTAL Y NORMATIVA UTILIZADA	23



1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio acústico realizado para determinar la influencia, en el ambiente sonoro, de la operación de la *Autopista Troncal Sur*, en los sectores de Jardín Botánico y Viña del mar.

Con este objetivo se realizó una campaña de mediciones acústicas durante el mes de noviembre de 2003, tendiente a cuantificar tanto los niveles actuales de ruido en el sector, como permitir la validación del modelo de simulación computacional utilizado para representar el ambiente sonoro del área de estudio.

Utilizando el modelo computacional validado, se modeló el escenario que describe la situación actual, correspondiente al escenario medio del período agosto-noviembre de 2003. Este modelo, permite discriminar el ruido proveniente del Troncal Sur y los ruidos ajenos al proyecto que contribuyen en el ruido total del sector.



2 METODOLOGÍA

2.1 CAMPAÑA DE MEDICIONES

Se denomina Área de Influencia del proyecto a aquella zona próxima a la vía de transporte, que pudo haber sido alterada en sus condiciones acústicas. El radio de influencia se ubica dentro de la faja de 150 metros de el eje vial en estudio.

El presente estudio contempla la evaluación en dos puntos de medición de ruido en zonas de mayor sensibilidad acústica, como los son el Jardín Botánico de Viña del Mar y el grupo de viviendas del sector Viña del Mar y calle Los Abetos.

El monitoreo se realizó considerando los períodos diurno (06:00 a 22:00 horas) y nocturno (22:00 a 06:00 horas), para días de semana no festivo, ambos en condiciones de funcionamiento normal (tránsito vehicular expedito), todo esto con el fin de tener una adecuada caracterización de los sectores afectados.

Para cada punto se instaló estratégicamente una estación de monitoreo, la que se configuró para adquirir registros continuos acumulados de un minuto, durante 24 horas, vale decir, 60 muestras hora (1440 Niveles Equivalentes de un minuto al día).

Todo lo anterior para el horario diurno y nocturno en forma separada, vale decir, un NPSeq de 14 horas para el día y un NPSeq de 10 horas para la noche. Además, todas las mediciones se realizaron a 3 metros de altura del nivel del suelo, respetando las recomendaciones del D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.

Durante la campaña de monitoreo se utilizaron en forma simultánea 2 sonómetros, todos estos de propiedad de CONTROL ACÚSTICO LTDA., los cuales cumplen con todos los estándares tanto nacionales como internacionales, en especial con el Título IV del D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.

Al mismo tiempo, se realizó un registro de Nivel de Exposición Sonora (SEL) en dB(A) lento, para registrar eventos discretos de paso de vehículos.

Por otro lado, se efectuó un estudio de tránsito con la información de los peajes de la Autopista Troncal Sur (eje troncal), proporcionado por el mandante.

Finalmente, se efectúa un análisis de los registros realizados respecto al cumplimiento de la normativa, por lo que los valores obtenidos en el monitoreo fueron contrastados con los valores límites propuestos por la normativa de la Confederación Suiza N °814.41.



2.2 PUNTOS DE MEDICIÓN

A continuación se presenta el detalle de ubicación de los puntos de medición continua de 24 Horas.

Cuadro 1: Ubicación de los Puntos de Medición

PUNTO	UBICACIÓN
1	Oficinas Jardín Botánico de Viña del mar
2	Vivienda ubicada en Av. 1 Norte esquina Los Abetos

Ilustración 1: Croquis y Fotografía, con ubicación del punto de medición 1.

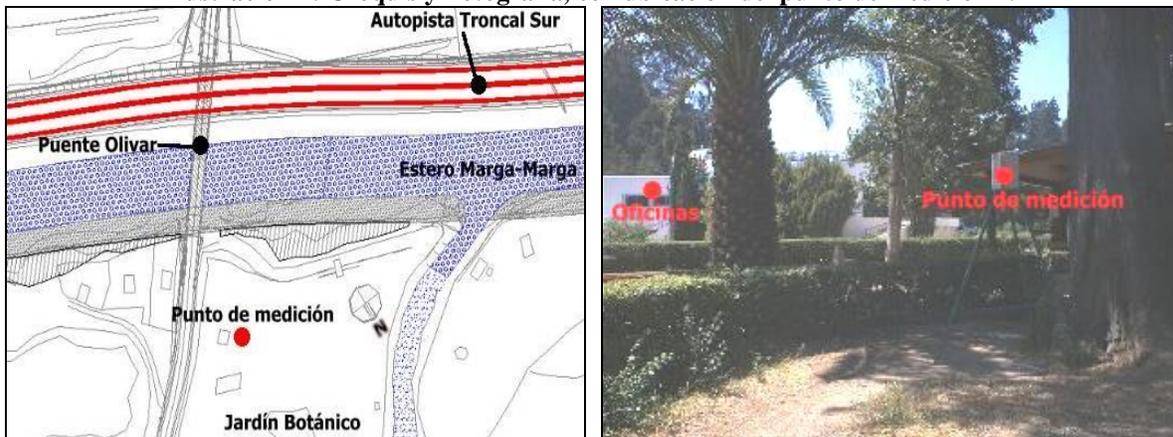


Ilustración 2: Croquis y Fotografía, con ubicación del punto de medición 2.

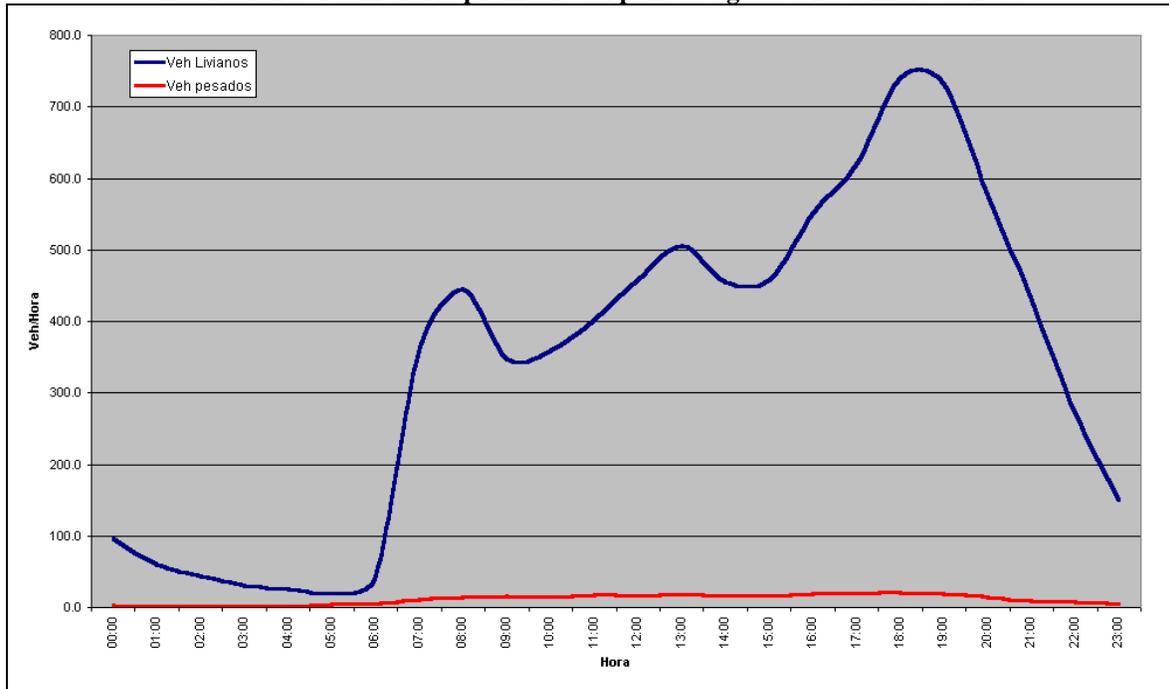


2.3 FLUJO VEHICULAR

En base a los datos obtenidos del Peaje Troncal, proporcionados por el mandante, correspondiente al periodo agosto-noviembre de 2003, se determinaron los flujos correspondientes al periodo 13 a 14 de noviembre de 2003, que corresponde al día en que se realizó el monitoreo. Al mismo tiempo se obtiene el flujo medio del periodo en estudio, correspondiente a los meses iniciales de la explotación del proyecto.

El perfil diario para el periodo inicial de operación del proyecto se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 3: Perfil diario promedio del periodo agosto a noviembre de 2003



A continuación se muestran los cuadros resumen con el flujo calculado para el día de medición en terreno.

Cuadro 2: Tránsito diario para periodo de medición (13 a 14 de noviembre 2003)

VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
9 263	402

Cuadro 3: Tránsito medio horario para periodo de medición (13 a 14 de noviembre 2003)

PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
Diurno 06 a 22 horas	531	22.5
Nocturno de 22 a 06 horas	97	5.3

A continuación se muestran los cuadros resumen con el flujo calculado para el periodo agosto-noviembre día de medición en terreno.

Cuadro 4: Tránsito medio diario para el periodo agosto-noviembre 2003

VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
8 799	316

Cuadro 5: Tránsito medio horario para periodo agosto-noviembre 2003

PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
Diurno 06 a 22 horas	501	18
Nocturno de 22 a 06 horas	99	4.2

2.4 MODELACIONES ACÚSTICAS

A partir de los datos de flujo vehicular registrados en el momento y lugar donde se efectuó la medición de nivel de ruido para la calibración del modelo, se determinó la contribución sonora proveniente de la vía expresa del Troncal Sur. Luego se estiman los flujos medios para un periodo largo, y esto permite calcular un descriptor de ruido en base a este periodo, que en este caso el NPS_(4 meses).

Con la información topográfica de la zona y planos de diseño vial del tramo, se procedió a construir un modelo digital del escenario físico, el cual permite realizar una simulación de los Niveles de Presión Sonora en los sectores aledaños al Troncal Sur. El software de simulación utilizado corresponde a SoundPlan™ versión 5.0.

En primera instancia se procedió a calibrar el modelo mediante la comparación de los Niveles de Presión Sonora proyectados por éste y los Niveles de Presión Sonora medidos para cada punto valores de NPSeq (1 minuto) y NPSeq (60 minutos). El método fue ingresar los valores de flujo directamente al modelo, según el conteo instantáneo del periodo de mediciones de ruido, con tal de obtener un ajuste con errores inferiores a 1 dB(A).

El siguiente cuadro muestra las contribuciones promedio para vehículos, en el Jardín Botánico.

Cuadro 6: Contribución por tipo de vehículo en jardín botánico (límite del predio)

TIPO DE VEHÍCULO	SEL (Nivel de Exposición Sonora) en dB(A)
LIVIANO	60.2
PESADO	65.0

Cuadro 7: Contribución por tipo de vehículo en jardín botánico (límite del predio)

TIPO DE VEHÍCULO	FLUJO DURANTE EL PERIODO DE MEDICIÓN (VEH/H)	NPSEQ HORA MODELADO dB(A)	NPSEQ HORA MEDIDO
LIVIANO	390	50.6	50.5
PESADO	6		

En el caso de Viña del Mar, el flujo por Uno Norte es tan influyente en el ruido total medido, que fue necesario realizar mediciones de caracterización a una corta distancia del ramal de acceso al Troncal Sur.

Cuadro 8: Contribución por tipo de vehículo en punto ubicado a 5 metros del eje del ramal de acceso al Troncal Sur

TIPO DE VEHÍCULO	SEL (Nivel de Exposición Sonora) en dB(A)
LIVIANO	77.5
PESADO	81.1

En este caso, la validación no es posible, ya que el valor NPSeq se ve totalmente absorbido por las emisiones de la calle Uno Norte.

Una vez calibrado el modelo para la situación actual del Troncal Sur, se puede modificar el flujo vehicular, según los valores de tránsito medio horario para el periodo en estudio, con un corte de 16 horas para la jornada diurna (6 a 22 horas) y 8 horas para la jornada nocturna (22 a 6 horas).

El descriptor resultante es de tipo medio en un periodo largo (la Norma OPB 814.41 utiliza descriptor medio anual) pero para este estudio no se dispone de datos para determinar el valor medio anual, así que se designará como NPSeq_(4meses) . En adelante se le llamará solamente NPSeq diurno y NPSeq nocturno.

2.5 DESCRIPCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE PREDICCIÓN

Para poder predecir los Niveles de Presión Sonora en cada punto, se debe entender el modelo como un complemento de dos etapas principales: Primero se encuentra la caracterización de la fuente sonora y segundo la propagación del Sonido producido por dicha fuente. Ambas etapas utilizan la normativa alemana RLS – 90¹.

Para caracterizar la fuente sonora, SoundPlan predice a partir del flujo vehicular, velocidad y otras variables asociadas, el descriptor principal de la línea de emisión de una carretera llamado LME25 o LME, y que corresponde al nivel de inmisión producido por una carretera en un punto situado a 25 metros del eje central y a cuatro metros sobre el nivel del suelo. La propagación del sonido desde la fuente sonora es modelada a partir del descriptor LME25 obtenido en la primera parte.

Para modelar la propagación, SoundPlan utiliza un conjunto de segmentos de la línea de emisión (Autopista), considerando divergencia puntual de cada segmento. Luego, integrando la totalidad de la carretera, calcula las atenuaciones para la banda de 500 Hz.

Finalmente, SoundPlan entrega los valores de NPSeq Diurno y NPSeq Nocturno, en dB ponderados en la escala A [NPSeq diurno y NPSeq nocturno en dB(A)], ya sea para un punto específico (receptor) o en forma de mapa de propagación sonora.

¹ Publicada por el Departamento de Construcción de Carreteras del Ministerio Federal de Transporte-Alemania.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen del proceso de obtención de los niveles de presión sonora modelados.

Cuadro 9: Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo SoundPlan™

	ITEM		DESCRIPCIÓN
Entradas (Input)	Topografía		Cotas de terreno
	Geometría de la ruta		Mediana, ancho de calzada, número de pistas
	Ubicación de receptores		Puntos de inmisión
	Obstáculos	Existentes	Árboles viviendas
		Introducidos	Barreras acústicas
	Flujo vehicular transito medio horario por jornada (Día y noche)		Vehículos livianos y su velocidad
			Vehículos pesados y su velocidad
	Algoritmo de cálculo		RLS 90
Niveles de Presión Sonora medidos		Calibración	
Salidas (Output)	Niveles de Presión Sonora modelados		Mapas de propagación sonora
			Niveles de Presión Sonora en puntos de inmisión elegidos (Receptores)

3 RESULTADOS

3.1 MEDICIONES DE RUIDO EN TERRENO

Los valores de NPSeq registrados en el periodo de medición se muestran el siguiente gráfico. La curva representa un valor medio móvil de 10 minutos para un periodo de 24 horas continuas.

Ilustración 4: Registro continuo de Nivel de ruido para sector Jardín Botánico

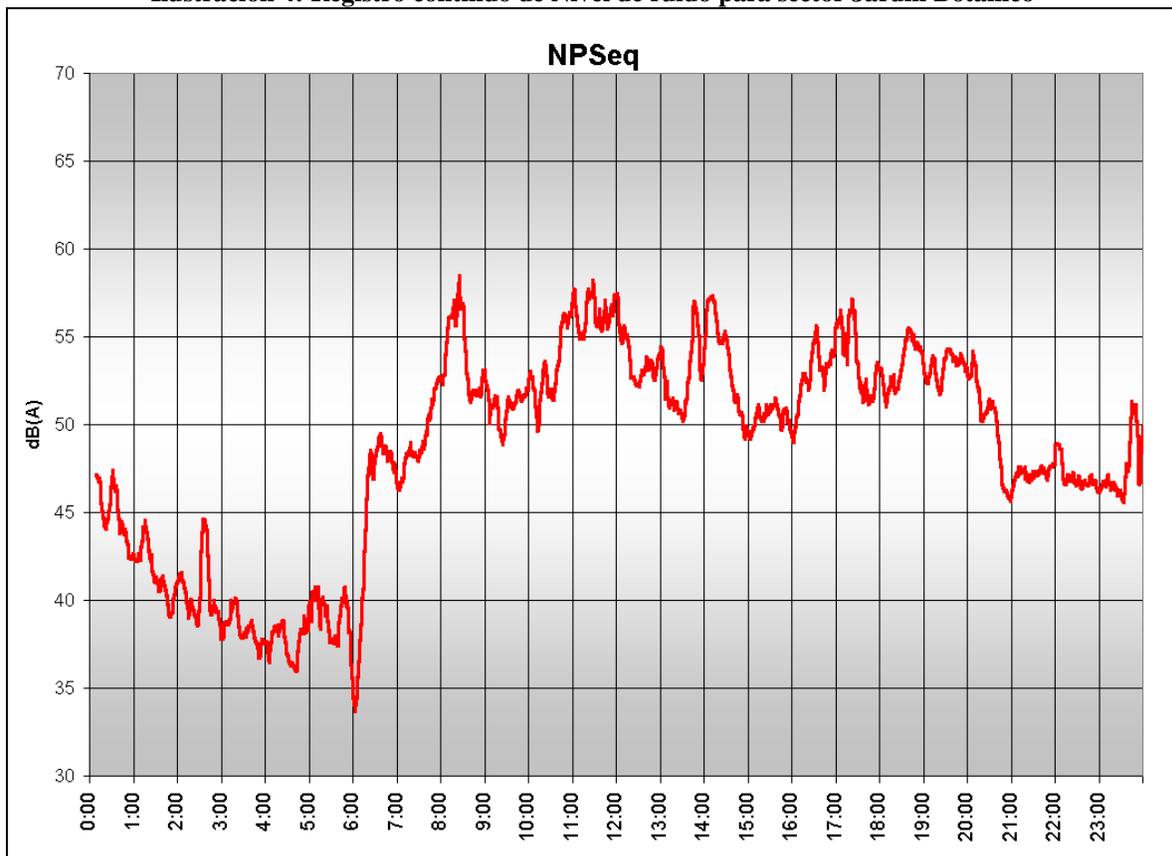
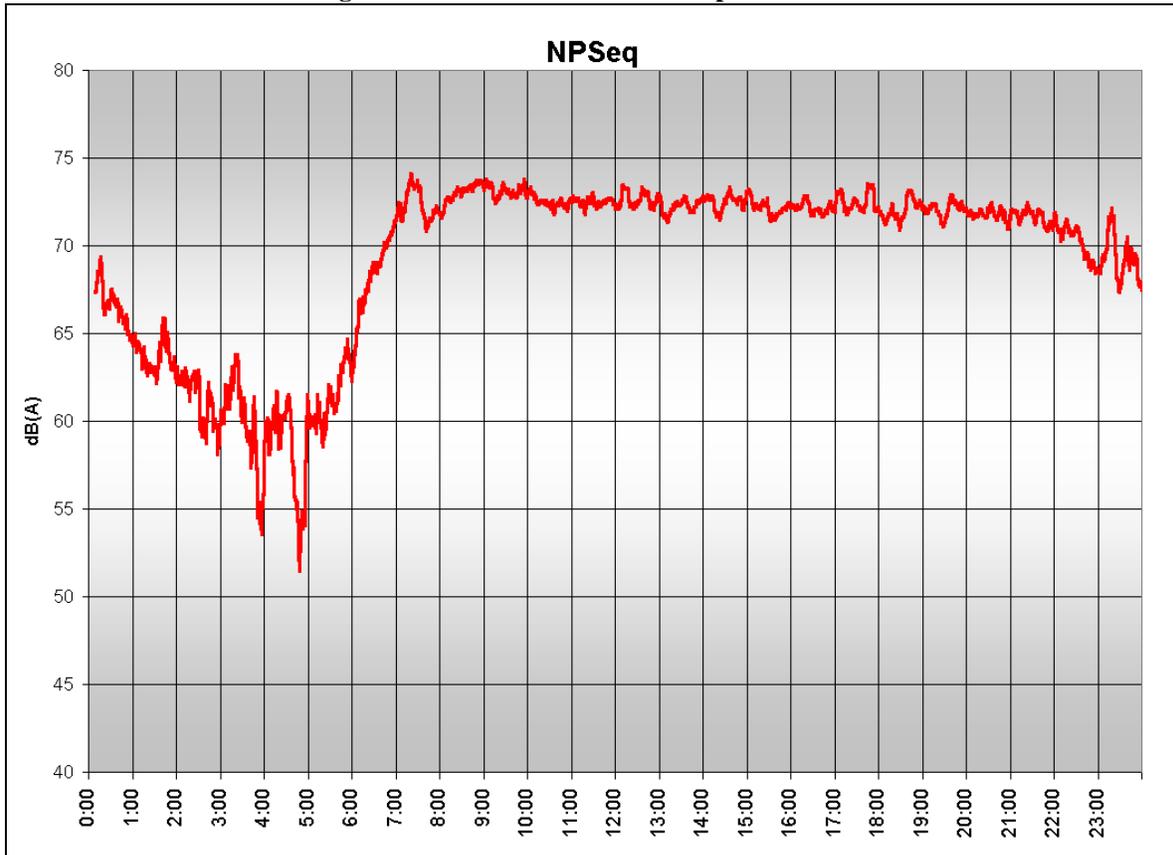


Ilustración 5: Registro continuo de Nivel de ruido para sector de Viña del Mar



A continuación se resumen los Niveles de Presión Sonora Equivalente Acumulado (NPS_{eq}), segmentados en periodo diurno (06:00 a 22:00 horas) y nocturno (22:00 a 06:00 horas), para un día hábil. El valor NPS_{eq} acumulado corresponde a un promedio energético sonoro registrado durante un periodo determinado.

Tabla 1: Niveles de Presión Sonora Equivalente NPSeq, en dB(A), para cada punto medido el 13 a 14 de noviembre de 2003

PUNTO	DIURNO	NOCTURNO
JARDÍN BOTÁNICO	55.0	45.6
VIÑA DEL MAR	72.7	67.2

3.2 NIVEL DE PRESIÓN SONORA MODELADO

A continuación se muestran las salidas de Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente (NPS_{eq}) para toda la jornada, resultantes de la simulación de operación de la carretera para el periodo en estudio. Los valores se separan por contribuciones asignados a Troncal Sur y a ruidos ajenos a la ruta estudiada.

A partir de las variaciones de flujo registradas entre el día de medición y los valores medios para el periodo, se obtiene una corrección de -0.5 dB(A) para el Jardín Botánico, y de -0.1 dB(A) para el sector de Viña del Mar. Estas correcciones son despreciables, por lo tanto, los niveles medidos en terreno son similares a los valores medios del periodo agosto a noviembre de 2003.

Cuadro 10: Nivel de presión sonora equivalente modelado el año 2003, desglosado por contribuciones

PUNTO	NPSeq DIURNO en dB(A)		NPSeq NOCTURNO en dB(A)	
	EJE TRONCAL	RUIDO AJENO AL TRONCAL	EJE TRONCAL	RUIDO AJENO AL TRONCAL
1	52.1	51.9	45.1	36.0
2	56.5	72.6	49.4	67.1

En el caso del Jardín Botánico, la distancia es mayor a 120 metros del eje, y el ruido ajeno viene de las actividades del Parque Jardín Botánico y el atraveso Camino El Olivar. Para el sector de Viña del Mar, el ruido ajeno al proyecto proviene de la calle Uno Norte.

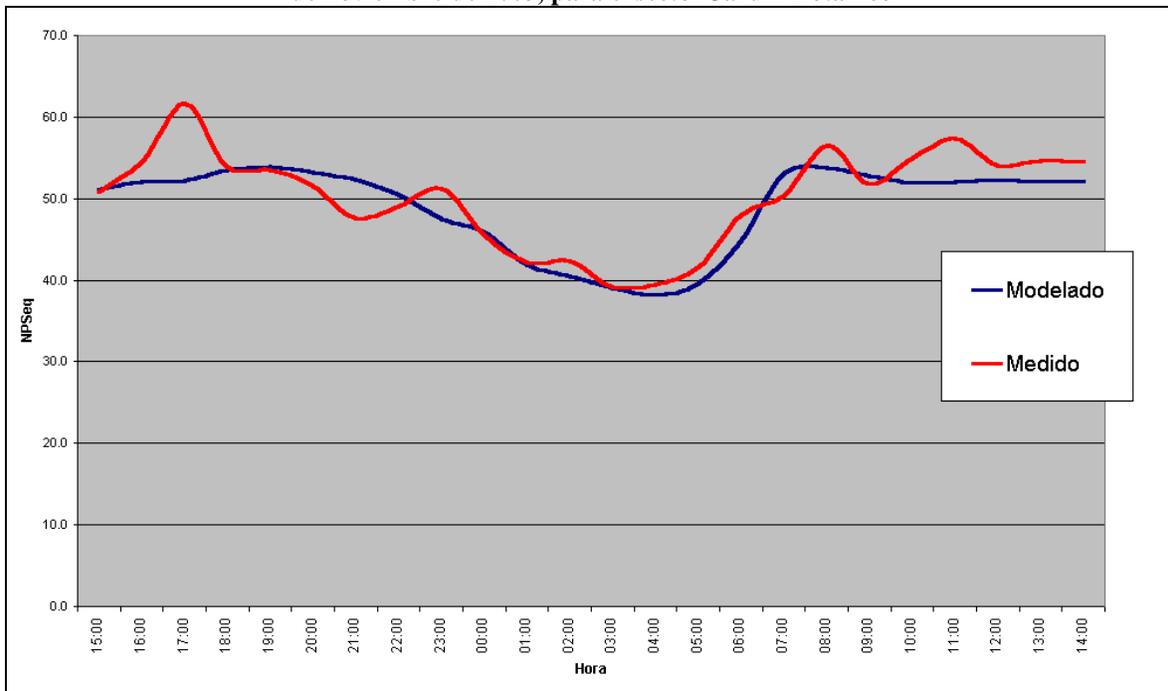
3.3 CORRELACIÓN DE MONITOREO DE NIVEL DE RUIDO Y FLUJO VEHICULAR

Utilizando el modelo de emisión acústica, e ingresando los flujos horarios detallados del periodo 13 a 14 de noviembre de 2003, es posible observar que la correlación entre el flujo y nivel de ruido modelado, y los valores registrados en el sector del jardín botánico, presentan una correlación de 90%.

Con este comportamiento y validación del modelo, es posible extrapolar matemáticamente, los valores medidos en el periodo de monitoreo, a un descriptor medio para el periodo, manteniendo un error inferior a 2 dB(A). Esta afirmación se aprecia en el periodo nocturno, donde el ruido es atribuible exclusivamente al flujo por el Troncal Sur.

Las siguientes curvas muestran los resultados del NPS hora para el punto del Jardín Botánico y el valor modelado en base a los flujos entregados por la plaza de peaje.

Ilustración 6. Curvas de NPSeq horario medido y modelado según flujo detallado del periodo (13 a 14 de noviembre de 2003, para el sector Jardín Botánico)



3.4 MAPAS DE RUIDO

Las siguientes ilustraciones corresponden a las propagaciones de ruido emitidos por Troncal Sur y Ramales.

SECTOR – JARDÍN BOTÁNICO

Ilustración 7: Mapa de Ruido Año 2003 Periodo Diurno

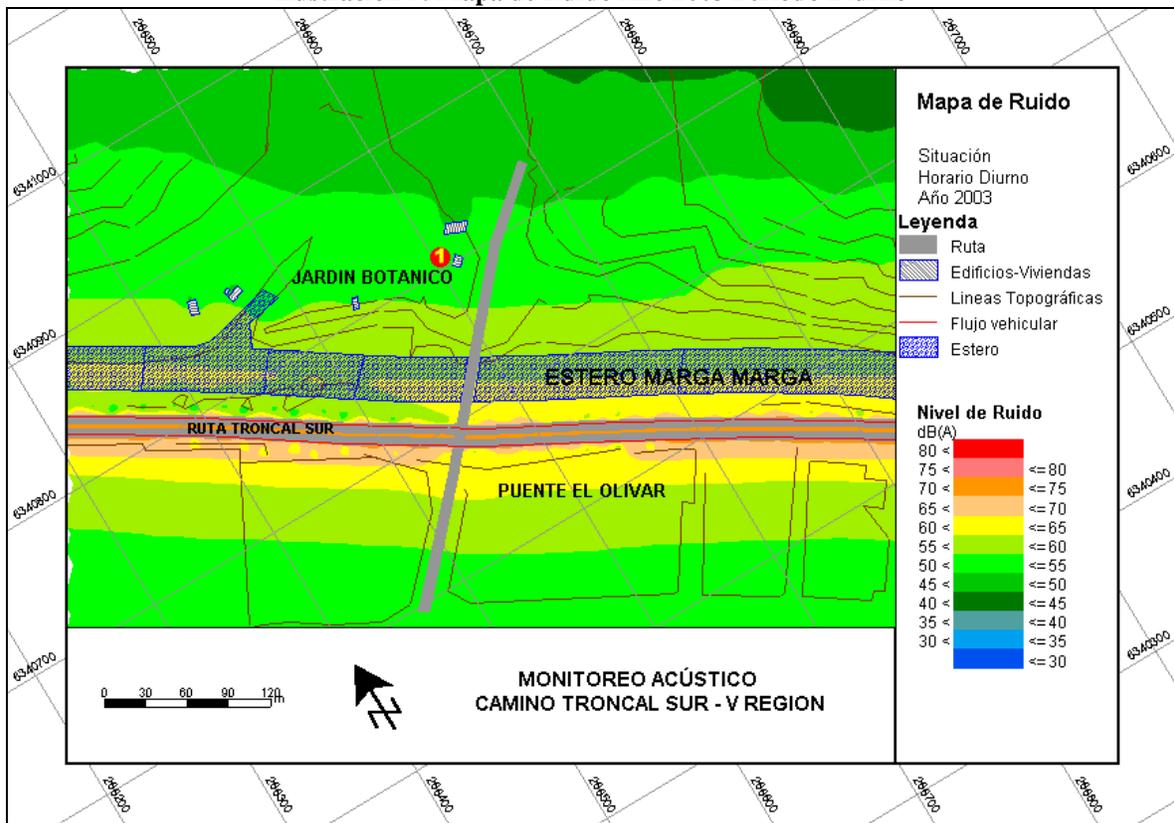
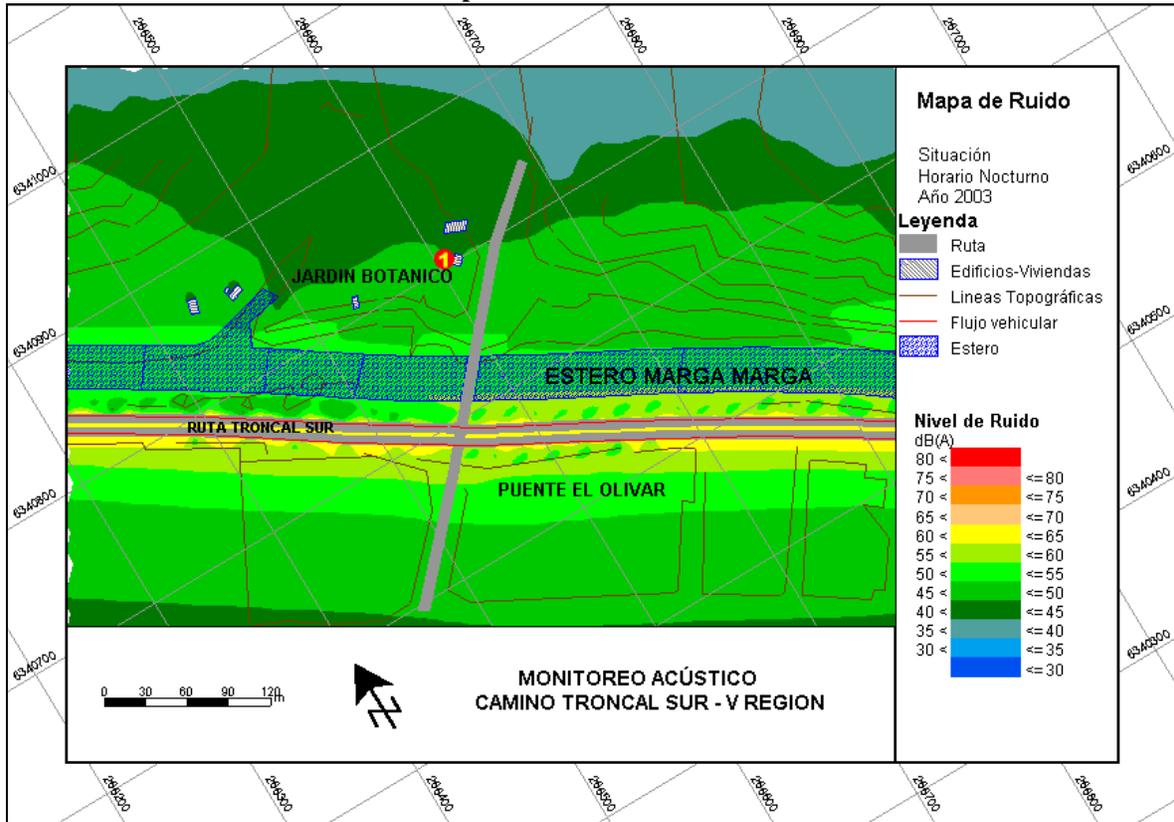




Ilustración 8: Mapa de Ruido Año 2003 Periodo Nocturno





SECTOR – VIÑA DEL MAR

Ilustración 9: Mapa de Ruido Año 2003 Periodo Diurno

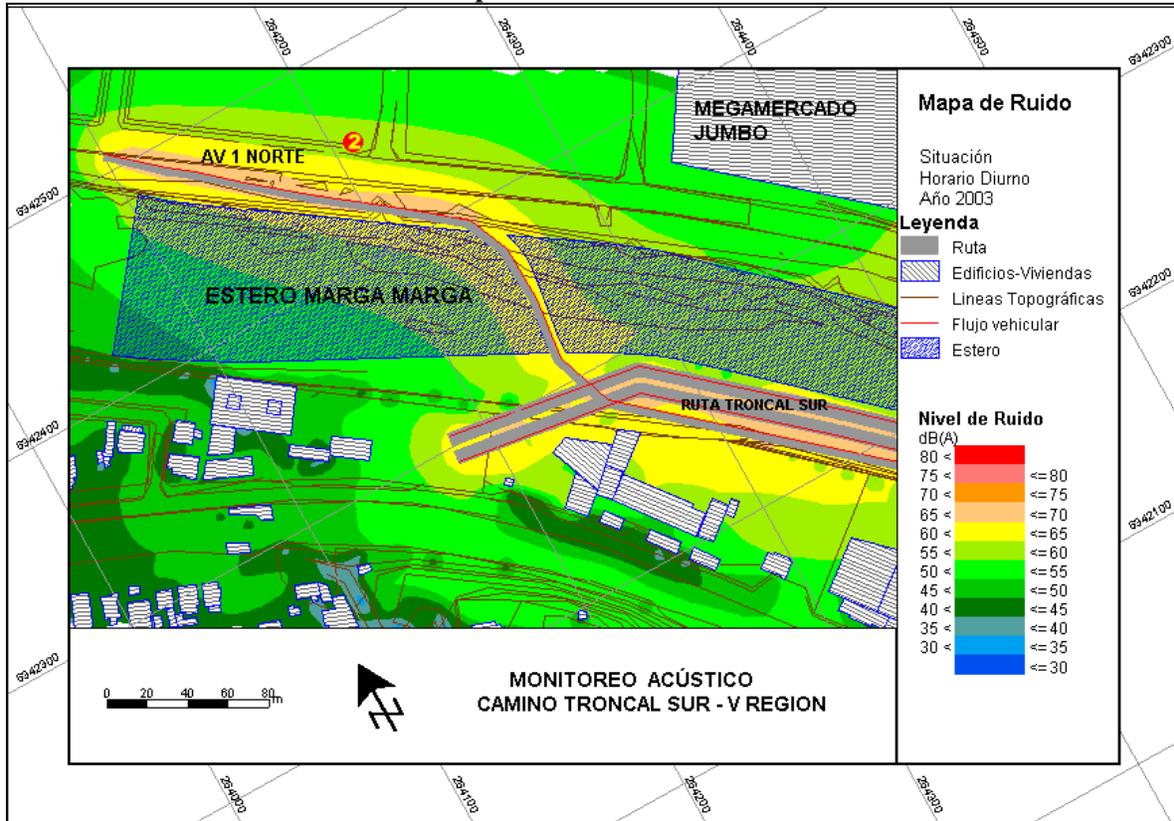
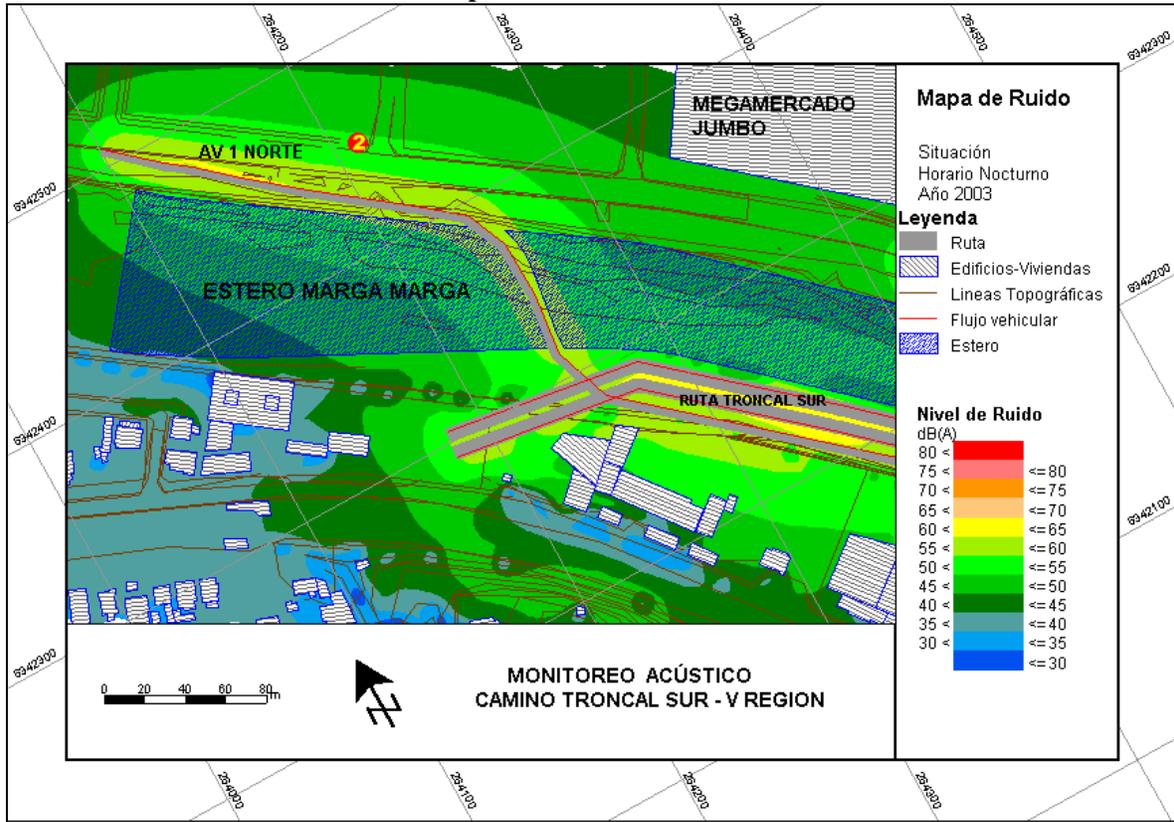




Ilustración 10: Mapa de Ruido Año 2003 Periodo Nocturno



4 EVALUACIÓN

A continuación se muestra una comparación con los valores límites propuestos por la norma suiza para ruido de tránsito.

De acuerdo al EIA, los lugares sensibles corresponden a sectores con una valoración de sensibilidad al ruido de “muy alto”. Ahora, si se homologa esta valoración con la clasificación de grados de sensibilidad según la normativa suiza, estos lugares corresponden a zonas con grado de sensibilidad II.

Cuadro 11: Calificación respecto de norma suiza OPB 814.41 Situación año 2003

SECTOR	PUNTO	DIURNO		NOCTURNO		CALIFICACIÓN
		NPSEQ dB(A)	MÁXIMO PERMITIDO dB(A)	NPSEQ dB(A)	MÁXIMO PERMITIDO dB(A)	
Jardín Botánico	1	52.1	60	45.1	50	Cumple
Viña del Mar	2	56.5	60	49.4	50	Cumple

Adicionalmente, se realiza un análisis de los incrementos que produce el camino Troncal Sur en el ambiente sonoro del sector de Viña del Mar.

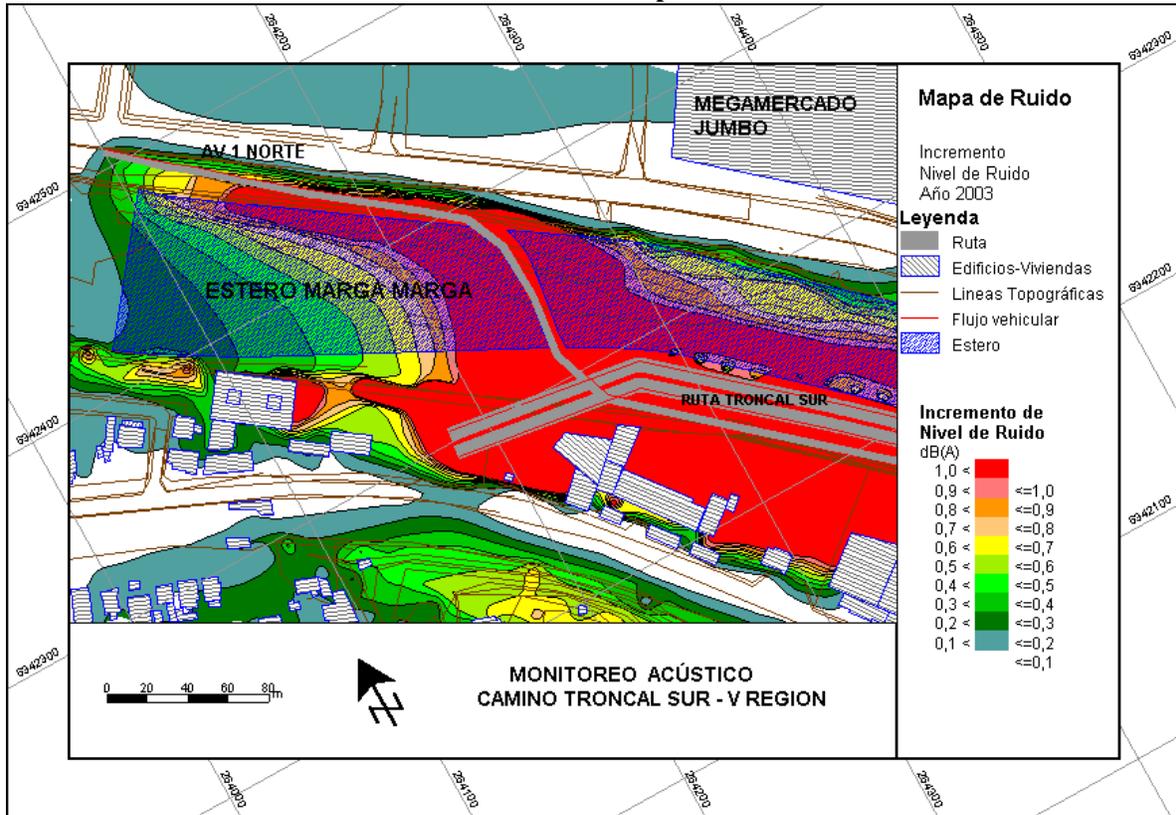
Cuadro 12: Nivel de ruido producido por la vialidad local y el efecto del Troncal Sur

PUNTO	NPSeq DIURNO en dB(A)			NPSeq NOCTURNO en dB(A)		
	CON EJE TRONCAL SUR	SIN EJE TRONCAL SUR	INCREMENTO POR EFECTO DE TRONCAL SUR	CON EJE TRONCAL SUR	SIN EJE TRONCAL SUR	INCREMENTO POR EFECTO DE TRONCAL SUR
2	72.7	72.6	0.1	67.2	67.1	0.1

El incremento por efecto del eje Troncal Sur y sus ramales de acceso produce incrementos marginales respecto del ruido existente en el sector por efecto de la vialidad local, por lo tanto no representa riesgo de impacto acústico negativo. Este efecto se muestra en el siguiente mapa de incrementos de ruido por efecto del troncal Sur.



Ilustración 11: Incrementos de Ruido por efecto del Troncal Sur.

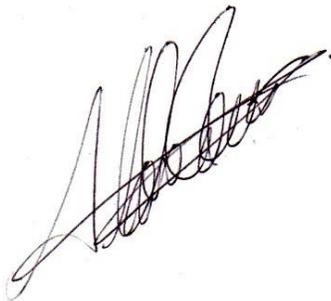


5 CONCLUSIONES

A partir de los resultados de la evaluación anterior, en los que se evalúan mediante la Norma Suiza OPB 814.41, los Niveles de Ruido en dB(A) producido por efecto de la circulación de vehículos por la Ruta Troncal Sur, y considerando el flujo medio del periodo inicial de operación de la autopista, se desprende que no se produce un impacto acústico negativo en las zonas evaluadas.

Para el caso de Viña del Mar, el entorno en el sector de la calle Uno Norte, se producen valores de nivel de ruido muy bajos respecto a los valores de nivel de ruido producidos por la vialidad local, por lo tanto, no se altera el ambiente sonoro.

Basándose en los resultados y la calificación acústica obtenida, **no se requieren medidas de mitigación aplicables al proyecto Troncal Sur en los sectores del Jardín Botánico y Viña del Mar (Jumbo).**



ALDO CAMPOS PÉREZ
INGENIERO ACÚSTICO (UACH)
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
CONTROL ACUSTICO LTDA.

CHRISTIAN GERARD BUCHI
INGENIERO ACÚSTICO (UACH)
EVALUACIÓN Y PROYECTOS
CONTROL ACUSTICO LTDA.

6 INSTRUMENTAL Y NORMATIVA UTILIZADA

- Analizador de Tiempo Real marca **Larson Davis**, modelo 824, con micrófono debidamente calibrado para cada jornada de registros.
- Calibrador de Niveles Sonoros **Larson Davis** modelo CAL200 N° Serie 0311.
- Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS) **Garmin-38**.
- Hígro-Termómetro **Extech** modelo 445900.
- **IEC 651 - 1979 Type 1**, “*Sound level meter*”.
- **IEC 804 Type 1**, “*Integrating-averaging sound level meter*”.
- Software Designers & Consulting Engineers for Noise Control & Environmental Protection “**SoundPLAN**” – User Manual.
- **RLS 90** - publicada por el Departamento de Construcción de Carreteras del Ministerio Federal de Transporte-Alemania.
- **Reglamento 814.41 sobre la protección contra el ruido (OPB)** “*Valores límites de exposición al ruido del tráfico vial*”, 15 de diciembre 1986, del Consejo federal Suizo.

