

LÍNEA DE BASE - MODELACIONES
EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO
PROYECTO: CAMINO TRONCAL SUR

Preparado para Constructora Sacyr.

Santiago, 22 de mayo de 2003.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	METODOLOGÍA	3
2.1	Línea de Base	3
2.2	Modelaciones Acústicas	4
2.3	Metodología de Evaluación	5
2.3.1	Normativa Suiza	5
3	PUNTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN	6
3.1	Puntos de medición de ruido basal	6
3.2	Puntos de Evaluación	6
4	ESCENARIOS MODELADOS	7
4.1	Flujos vehiculares	7
5	RESULTADOS	11
5.1	Mediciones de Línea Basal	11
6	EVALUACIÓN	14
6.1	Análisis de línea basal	14
6.2	Análisis para Etapa de Operación Según Niveles de Ruido Proyectados	15
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	16
7.1	Pantallas Acústicas	16
7.2	Plan de Seguimiento	19
8	CONCLUSIONES	21
9	INSTRUMENTAL Y NORMATIVA UTILIZADA	25



1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde a la Evaluación de Impacto Acústico y medidas mitigatorias para la operación del proyecto *Camino Troncal Sur*, bajo un marco de Estudio de Impacto Ambiental.

Para esto, se realizó una Línea de Base de los niveles de ruido actuales, cercano al nuevo trazado proyectado, dentro de las áreas de influencia directa hacia la comunidad más cercana.

Posteriormente se modelaron los futuros niveles de ruido producto de la operación del proyecto, basándose en el estudio de demanda vial, para evaluar su impacto respecto a la normativa vigente. Finalmente, se diseñaron medidas mitigatorias evaluando su efecto sobre los sectores impactados negativamente.



2 METODOLOGÍA

2.1 LÍNEA DE BASE

Se determina el área de influencia del proyecto a aquella zona próxima a la futura vía de transporte, que pueda alterar las condiciones acústicas, siendo el área de influencia directa del proyecto la zona comprendida a no más de 100 (m) del eje vial del futuro Troncal Sur.

La vía de transporte pasa por varias zonas con distintos grados de poblamiento, como Viña de Mar, Quilpue, Belloto, Villa Alemana y otras localidades menores, por lo que se distribuyeron 10 puntos de medición en las zonas más cercanas al futuro proyecto, de modo que se caracterice de la mejor manera la situación de ruido actual.

El procedimiento de medición se basa en el concepto de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq), registrado durante un intervalo de tiempo entre 10 a 30 minutos, el que determina el nivel de ruido existente en cada punto de medición, es decir, el Nivel de Ruido de Fondo o Ambiental del sector. El intervalo de tiempo de muestreo se determinó en función de las variaciones de niveles observados durante cada registro, no existiendo una diferencia mayor de 2 dB(A) entre dos registros consecutivos de 5 minutos, pero en ningún caso el registro fue menor a 10 minutos. Además, todas las mediciones se realizaron a 1,5 metros de altura del nivel del suelo, respetando las recomendaciones del D.S. N°146, la Norma Chilena N°1619 y lo indicado por la normativa de referencia de la Confederación Suiza OPB 814.41.

Las mediciones fueron realizadas entre los días 27 y 28 de Noviembre del 2001. El horario elegido para las mediciones se estableció en función de las variaciones del Nivel de Ruido durante la jornada, determinado por la condición de menor nivel de ruido de fondo. Se realizaron mediciones tanto en periodo diurno como nocturno, para tener una adecuada caracterización de cada jornada.

Como parámetros fundamentales para realizar las mediciones de Niveles de Ruido, se utilizó el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq), Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{mín.}), Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{máx.}), y como parámetros secundarios, los niveles Percentiles (L_n), que prevalecen en el sector donde se registra.



2.2 MODELACIONES ACÚSTICAS

A partir del estudio de demanda vial realizado por la empresa INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A., información topográfica de la zona y planos de ingeniería “Proyecto Troncal Sur” Abril del 2000, se procedió a generar un modelo digital de la situación mediante un software de modelación de ambientes sonoros SoundPlan Versión 5.0 (modelo predictivo Alemán).

El modelo en la etapa de operación se define a partir de datos del estudio de demanda vial. Como la evaluación se hará tomando como normativa de referencia la 814.41 Suiza, debemos tener en cuenta que esta norma utiliza como descriptor el NPSeq (jornada) en dB(A). Por lo tanto debemos utilizar los datos de demanda vial, separados en período diurno y nocturno. Los flujos ingresados corresponden al tráfico horario promedio de vehículos por hora para cada jornada, divididos en vehículos livianos (automóviles y camionetas) y pesados (buses y todo tipo de camiones).

Los valores de predicción se calculan utilizando la normativa alemana RLS – 90, la cual se divide en dos partes, una corresponde a la predicción del descriptor principal de la línea de emisión de una carretera llamado LME_{25} , 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 segunda parte de la norma se refiere al cálculo de propagación sonora desde la línea de emisión, utilizando el LME_{25} como dato de entrada, el cual es calculado según la primera parte de la norma.

La propagación la realiza considerando divergencia puntual de cada segmento, integrando la totalidad de la carretera, calculando las atenuaciones para la banda de 500 Hz. El resultado para evaluación de esta norma, utiliza el NPSeq Diurno y NPSeq Nocturno, en dB ponderados en la escala A (NPSeq diurno y NPSeq nocturno en dB(A)).



2.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Los valores basales se evalúan respecto a la normativa de la Confederación Suiza OPB 814.41, con el fin de caracterizar los niveles de contaminación actuales, y verificar si las zonas se encuentran ya superadas.

Finalmente, se presenta una evaluación de la etapa de operación respecto a la norma de referencia de la Confederación Suiza OPB 814.41.

2.3.1 NORMATIVA SUIZA

La normativa Suiza plantea valores límites para zonas con distintos grados de sensibilidad. Para efectos de evaluación, se utilizarán los *valores de inmisión* de la citada norma, debido a que éstos representan más acertadamente el escenario actual, en torno al cual se llevará a cabo el proyecto. Por lo demás, los valores límites de planificación son excesivamente bajos respecto a los límites comúnmente utilizados por otras normativas de referencia.

Cuadro 1
Valores límites de exposición al ruido, del tráfico vial, según la normativa de la Confederación Suiza N° 814.41-

Grado de Sensibilidad	Valor de Planificación dB(A)		Valor Límite de Inmisión dB(A)		Valor Límite de Alarma dB(A)	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

La zona utilizada para este caso corresponde a un grado de sensibilidad II, la cual—según la normativa Suiza se define como:

- *Grado de sensibilidad II:* en aquellas zonas donde ninguna empresa perjudicial es autorizada, especialmente en las zonas de habitación así como en aquellas reservadas a las construcciones e instalaciones públicas.

3 PUNTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

3.1 PUNTOS DE MEDICIÓN DE RUIDO BASAL

**Cuadro 2
Ubicación de los Puntos de Medición.**

Punto	Ubicación
1	Sector El Carmen – Peñablanca.
2	Villa Alemana – Lado Norte.
3	Ojos de agua – Lado Norte.
4	Conjunto Habitacional del Belloto.
5	Sector Manquehue / Sol del Pacifico.
6	Colinas de Oro, lado Sur- Calle Los Diamantes #1226.
7	Colinas de Oro, lado Norte- Población.
8	Villa Olímpica – Casa esquina Verde.
9	Jardín Botánico de Viña del Mar, Sector Camping, límite sur.
10	Viña del mar, 1 Norte zona de emplazamiento de Supermercado Jumbo.

3.2 PUNTOS DE EVALUACIÓN

Para la determinación de niveles sonoros en sectores sensibles al ruido, se definieron 13 puntos de evaluación, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Cuadro 3
Definición de puntos de evaluación dentro del área de influencia.**

Sector	Punto	UTM		KM	Distancia al eje (m)	Costado del eje
		Este	Norte			
El Carmen	1	281844	6340494	87.94	30	Norte
Villa Alemana	2 a	278836	6339141	91.48	70	Norte
	2 b	278614	6339047	91.97	50	Norte
Ojos de agua	3	276601	6339216	93.74	60	Norte
Belloto Sur	4	275610	6339335	94.72	65	Norte
Sol de Pacifico	5 a	273717	6339442	96.64	53	Norte
Manquehue	5 b	273700	6339341	96.64	48	Sur
Colinas de Oro Sur	6	272687	6339455	97.74	100	Sur
Colinas de Oro Norte	7 a	272193	6339533	98.04	60	Norte
	7 b	271989	6339514	98.36	45	Norte
Villa Olímpica	8	270829	6339625	99.56	45 a 60	Norte
Jardín Botánico	9	266597	6340777	104.8	100	Norte
Viña del mar	10	264339	6342378	107.4	110	Norte



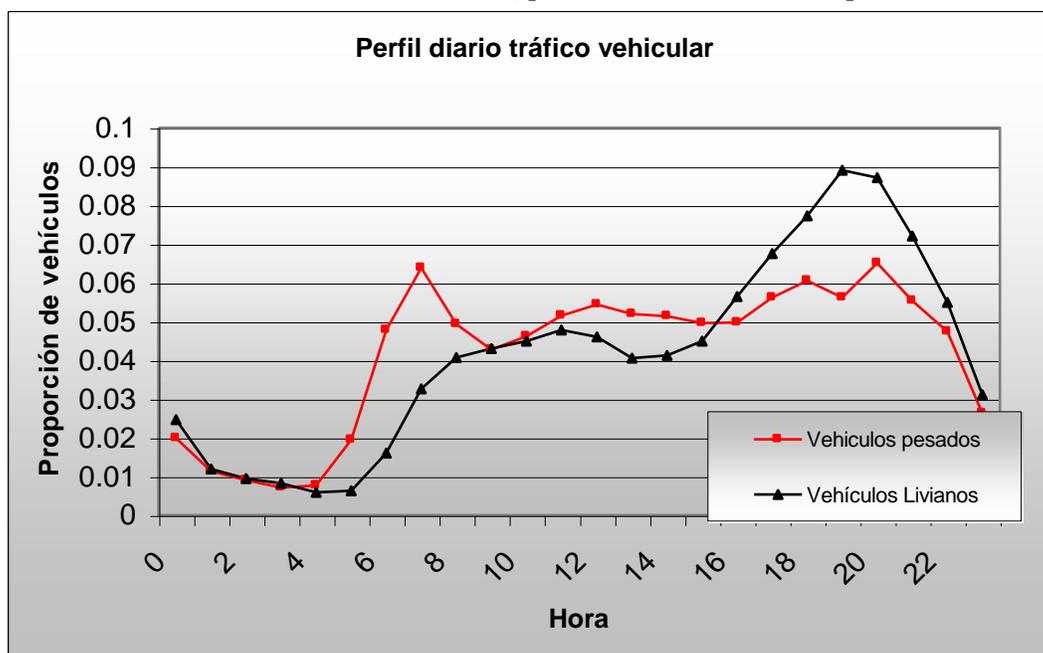
4 ESCENARIOS MODELADOS

Se modelaron los tramos definidos originalmente por la configuración física obtenida de las memorias y planos de ingeniería del proyecto, actualizados en Abril del 2000. Una segunda etapa corresponde al diseño de barreras acústicas en los sectores impactados, con el fin de optimizar dimensiones y cuantificar la efectividad de la incorporación de estas.

4.1 FLUJOS VEHICULARES

Los flujos vehiculares que se aplican al modelo fueron extraídos del estudio de demanda vial elaborado por la empresa INECON Ltda. A partir de este estudio, se estableció un perfil diario tanto para vehículos livianos como para vehículos pesados, promediando los siete días de una semana en temporada alta. Considerando que la normativa evalúa valores medios anuales, se torna innecesario incluir un análisis más detallado (p.e. días festivos, días hábiles, verano, invierno, etc). Sin embargo, se escogió especialmente una semana de alta demanda para obtener el perfil diario.

Gráfico 1
Perfil diario de tráfico vehicular, promediado en una semana punta.



De acuerdo al perfil diario, es posible determinar la composición porcentual del tráfico diario, tanto para el periodo diurno como para el nocturno.

Cuadro 4
Distribución porcentual de tráfico vehicular de vehículos pesados y livianos, para jornada diurna y nocturna.

	Diurno (6-22 hrs)	Nocturno (22-6 hrs)
V Pesados	85 %	15 %
V Livianos	85 %	15 %

Considerando el horario diurno constituido por 16 horas, de 6 a 22, y el horario nocturno constituido por 8 horas, de 22 a 6¹, es posible obtener los factores para tráfico medio horario, tanto para vehículos livianos como pesados. Estos factores permiten obtener los flujos horarios medios por jornada a partir de tráficos medios diarios.

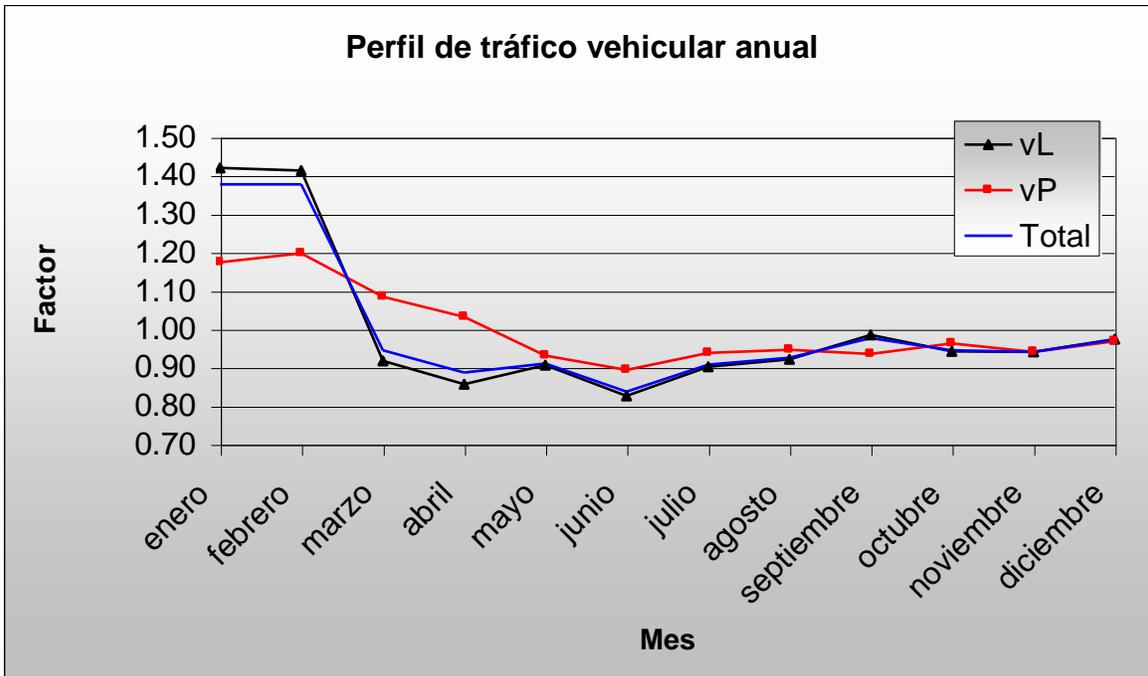
Cuadro 5
Factores para obtener tráfico medio horario, a partir de tráficos medios diarios

	Diurno	Nocturno
V Pesados	0.05	0.02
V Livianos	0.05	0.02

Debido a que la plaza de peaje Zapata es la que se encuentra más cercana a la zona de influencia del Troncal Sur, se utilizan los datos de tráfico de esta plaza, obtenidos en el año 1998, para determinar los factores de flujo en temporada punta. Estos factores se aplican directamente al TMDA (Tráfico Medio Diario Anual) correspondiente a cada año modelado más adelante.

¹ Cortes temporales establecidos por la Norma Suiza

Gráfico 2
Perfil anual de tráfico vehicular en plaza de peaje Zapata para el año 1998.



Se observa que el mes de Enero representa el mes punta del año, por lo tanto se define así los factores para obtener flujo de mes punta a partir de los TMDA. Estos factores corresponden a 1.42 para vehículos livianos y 1.17 para vehículos pesados.

Aplicando estos factores a los tráficos vehiculares proyectados en el estudio de demanda vial para los años 2005 y 2010, se obtienen los flujos horarios medios para la jornada diurna y nocturna, para vehículos livianos y pesados en periodo punta.

Cuadro 6
Tráfico medio Horario para mes punta, año 2005 (en veh/hora)

Tramo	Veh. Livianos		Veh. Pesados	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Viña-Quilpue	1869	748	62	25
Quilpue-Villa Alemana	616	246	34	14
Villa Alemana- Limache	166	67	11	4

Cuadro 7
Tráfico medio Horario para mes punta, año 2010 (en veh/hora)

Tramo	Veh. Livianos		Veh. Pesados	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Viña-Quilpue	2490	996	81	33
Quilpue-Villa Alemana	837	335	45	18
Villa Alemana- Limache	226	90	14	6

La velocidad de desplazamiento aplicada para el camino Troncal Sur es de 95 Km/h, para los vehículos livianos, y de 90 Km/h para los vehículos pesados.

5 RESULTADOS

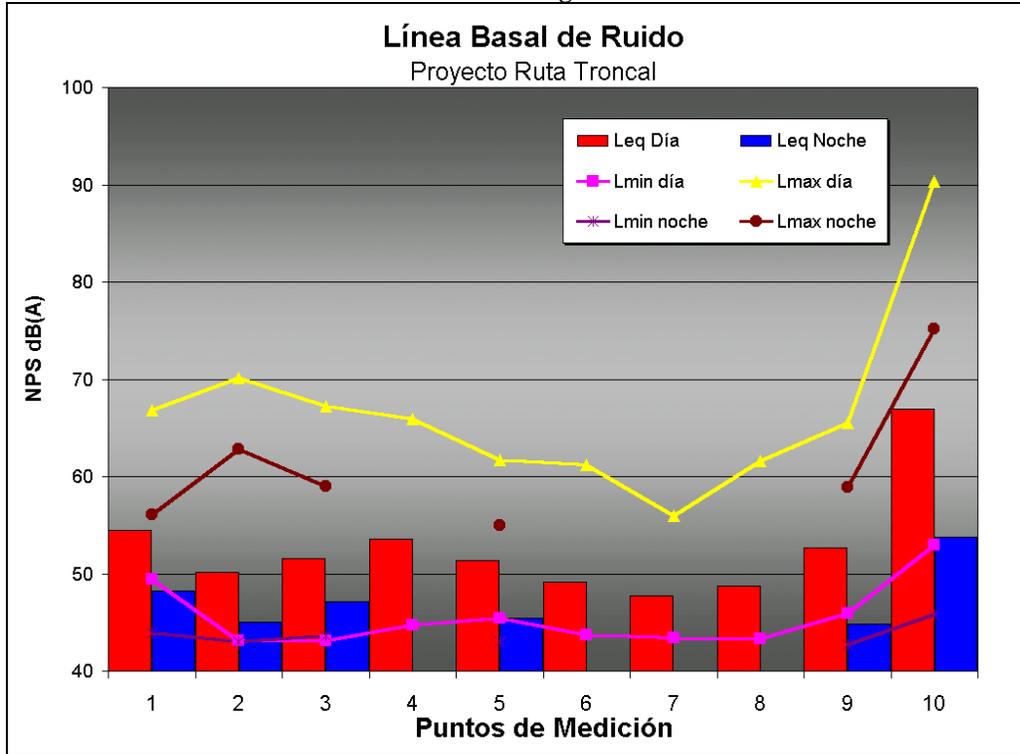
5.1 MEDICIONES DE LÍNEA BASAL

A continuación, se muestra el cuadro con los distintos parámetros registrados, tanto para el horario diurno como para el horario nocturno. Debido a que el nivel de ruido de fondo en cada sector es homogéneo dentro de éste, no se hace necesario realizar más de una medición por sector (un punto por sector, el cual es representativo del entorno de éste).

Cuadro 8
Línea Basal de Ruido Diurno y Nocturno. NPS en dB(A) Lento

Punto	Diurno			Nocturno		
	NPSeq dB(A)	NPSmín. dB(A)	NPSmáx. dB(A)	NPSeq dB(A)	NPSmín. dB(A)	Lmáx. dB(A)
1	53	45.9	65.5	45	42.7	58.9
2	49	43.3	61.6	s/ medición	s/ medición	s/ medición
3	48	43.4	56.0	s/ medición	s/ medición	s/ medición
4	49	43.7	61.2	s/ medición	s/ medición	s/ medición
5	51	45.4	61.7	45	43.0	55.0
6	54	44.7	65.9	s/ medición	s/ medición	s/ medición
7	52	43.1	67.2	47	43.6	59.0
8	50	43.1	70.2	45	43.0	62.8
9	55	49.4	66.8	48	43.9	56.1
10	Ver Anexo 3					

Gráfico 3
Niveles de Ruido de Fondo registrados durante la Línea de Base.



A continuación se muestran las salidas de Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente (NPS_{eq}), jornadas diurnas y nocturnas, resultantes de la simulación de operación de la carretera para el año 2005 y 2010, para la etapa de operación del camino Troncal Sur en el mes punta verano.

El modelo matemático escogido para la presente modelación corresponde al modelo alemán RLS 90, el cual presenta ya amplias validaciones en Chile, especialmente en rutas que ya se encuentran en operación. Sin embargo, se asume que a 5 años plazo, los errores se arrastran principalmente por los flujos considerados.

En los casos aquí estudiados, estos flujos provienen de estudios económicos y de demanda vial realizados con progresiones más optimistas que la situación de crecimiento del parque automotriz actual, lo cual establece escenarios más desfavorables del punto de vista de la calidad acústica de la ruta. Los errores por este factor no superan los 2 dB(A) en el lapso de 10 años.

Cuadro 9
Nivel de presión sonora calculado para la etapa de operación del Trocal Sur

Sector	Punto	Distancia al eje (m)	Costado del eje	Año 2005		Año 2010	
				NPS_{eq} Diurno dB(A)	NPS_{eq} Nocturno dB(A)	NPS_{eq} Diurno dB(A)	NPS_{eq} Nocturno dB(A)
El Carmen	1	30	Norte	56	51	57	52
Villa Alemana	2 a	70	Norte	52	48	53	49
	2 b	50	Norte	54	50	55	51
Ojos de agua	3	60	Norte	56	52	57	53
Belloto Sur	4	65	Norte	58	54	59	55
Sol de Pacifico	5 a	53	Norte	56	52	57	53
Manquehue	5 b	48	Sur	55	51	56	53
Colinas de Oro Sur	6	100	Sur	56	52	57	53
Colinas de Oro Norte	7 a	60	Norte	62	57	63	58
	7 b	45	Norte	62	57	63	58
Villa Olímpica	8	45	Norte	62	57	63	58
Jardín Botánico	9	100	Norte	65	61	66	62
Viña del mar	10	110	Norte	60	56	61	57

6 EVALUACIÓN

6.1 ANÁLISIS DE LÍNEA BASAL

Se observan, en general, niveles similares en el periodo diurno, entre los 48 dB(A) y los 55 dB(A).

Para el periodo nocturno se observa una baja de los niveles de 6 dB(A) en promedio debido a la disminución del ruido comunitario y el flujo de vehículos.

Una vez definido el uso de suelo, es posible determinar los máximos permitidos, según la normativa de la Confederación Suiza OPB 814.41. El área de influencia directa del troncal se clasifica con el grado de sensibilidad II.

Cuadro 10
Calificación respecto de norma suiza OPB 814.41—Situación basal.

Sector	Punto	Diurno		Nocturno	
		NPSeq dB(A)	Máximo permitido dB(A)	NPSeq dB(A)	Máximo permitido dB(A)
El Carmen	1	53	60	45	50
Villa Alemana	2	49	60	s/ medición	50
Ojos de Agua	3	48	60	s/ medición	50
El Belloto	4	49	60	s/ medición	50
Manquehue/ Sol del Pacífico	5	51	60	45	50
Colinas de oro sur	6	54	60	s/ medición	50
Colinas de oro norte	7	52	60	47	50
Villa Olímpica	8	50	60	45	50
Jardín Botánico	9	55	60	48	50
Viña del Mar ²	10	66	60	62	50

² Valores de NPS, obtenidos mediante cálculo (ver Anexo 3)

6.2 ANÁLISIS PARA ETAPA DE OPERACIÓN SEGÚN NIVELES DE RUIDO PROYECTADOS

Para efectos de evaluación, se utilizará como norma de referencia la establecida por la Confederación Suiza N° 814.41, para ruido producido por tráfico de vehículos.

El siguiente cuadro corresponde a la comparación de los NPSeq proyectados contra los máximos permitidos.

Cuadro 11
Calificación respecto de norma suiza OPB 814.41—Etapa de operación.

Sector	Punto	Distancia al eje [m]	NPSeq proyectado año 2005		NPSeq proyectado año 2010		Valor Límite según OPB 814.41		Calificación
			Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	
			NPSeq dB(A)	NPSeq dB(A)	NPSeq dB(A)	NPSeq dB(A)	NPSeq dB(A)	NPSeq dB(A)	
El Carmen	1	30	56	51	57	52	60	50	Supera en 2
Villa Alemana	2 a	70	52	48	53	49	60	50	Cumple
	2 b	50	54	50	55	51	60	50	Supera en 1
Ojos de agua	3	60	56	52	57	53	60	50	Supera en 3
Belloto Sur	4	65	58	54	59	55	60	50	Supera en 5
Sol del Pacífico	5 a	53	56	52	57	53	60	50	Supera en 3
Manquehue	5 b	48	55	51	56	53	60	50	Supera en 3
Colina de oro Sur	6	100	56	52	57	53	60	50	Supera en 3
Colina de oro Norte	7 a	60	62	57	63	58	60	50	Supera en 8
	7 b	45	62	57	63	58	60	50	Supera en 8
Villa Olímpica	8	45	62	57	63	58	60	50	Supera en 8
Jardín Botánico	9	100	65	61	66	62	60	50	Supera en 12
Viña del Mar	10	110	60	56	61	57	65	55	Supera en 2

Es importante destacar que el sector de Viña del Mar, presenta un grado de sensibilidad II, el cual es reducido a grado III, debido a que este se encontraba ya expuesto a altos niveles de ruido. Al mismo tiempo, es posible verificar que gran parte de la extensión de AID pertenece a predios industriales.

7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se observa que el área de influencia directa será afectada por impactos acústicos de diversa envergadura. Con el fin de manejar las zonas que presentan impactos negativos o que se encuentran con alto riesgo de ser impactados, se recomienda un plan de manejo ambiental. Este consiste en definir un plan de seguimiento de niveles de ruido, para todos los puntos que presentan riesgo de ser impactados

Además existen puntos que superan la normativa en magnitudes elevadas, las cuales deberán ser mitigadas mediante barreras acústicas, a partir del inicio de la operación del proyecto. Con el fin de proteger cada punto impactado negativamente, y que supera los niveles de presión sonora permitidos por la normativa, se plantea la instalación de pantallas acústicas.

7.1 PANTALLAS ACÚSTICAS

Esta alternativa de mitigación de los niveles de ruido a las viviendas y construcciones afectadas consiste en la instalación de barreras acústicas, ubicadas a lo largo de la berma de la autopista, constituyendo un muro sólido que cumpla con una mínima densidad superficial de 15 [Kg/m²] y de una altura variable de no más de 5 [m], ubicado a 2 [m] en un costado de la berma. En el caso en que la ruta se encuentre en corte, la barrera se debe ubicar en el extremo superior del talud.

Mediante un sistema de optimización de barreras acústicas, se asignó a cada punto sensible e impactado negativamente, según muestra el Cuadro 11, los niveles máximos permitidos por la norma de referencia OPB 814.41, obteniéndose así la barrera acústica óptima.

El proceso de optimización se realiza de modo que la superficie instalada tenga un efecto de atenuación para el área de protección.



Cuadro 12: Barreras recomendadas—ubicación y dimensiones.

Sector	Km Inicio	Km Fin	Extensión (m)	Lado	Altura (m)	Observación
El Carmen	87.82	88.1	280	norte	3	
Villa Alemana	91.1	91.3	200	norte	3	Continúa por el ramal 1
Ojos de agua	93.7	93.96	260	norte	3	
Belloto Sur	94.85	94.95	100	norte	3	
Manquehue	96.42	96.65	230	sur	3	Barrera Acústica absorbente
Colinas de Oro Sur	97.62	97.8	180	norte	3	
Colinas de Oro Norte	98.1	98.25	150	norte	3.5	
	98.32	98.46	140	norte	3.5	
Villa Olímpica	98.7	98.8	100	norte	3	
	98.84	98.92	80	norte	3	Parte en berma y termina sobre talud
	99	99.15	150	norte	3	Se ubica por ramal nororiente
Jardín Botánico	104.6	105	400	norte	5.0	
Viña del Mar	107.300	107.460	160	norte	3	Vía expresa
	0.110	0.380	270	norte	3	Rama de Entrada
TOTAL METROS LINEALES			2700 M			
TOTAL METROS CUADRADOS			9045 M²			

El total de metros lineales es de 2.700 m y el total de metros cuadrados es de 9.045 m².

El siguiente Cuadro entrega la atenuación de la barrera acústica propuesta, el NPSeq proyectado para los receptores sensibles y una re-evaluación para el nuevo escenario.

Cuadro 13
Calificación respecto de norma suiza OPB 814.41 con pantallas acústicas..

Sector	Punto	Atenuación Barrera Acústica dB(A)	NPSeq con barrera acústica				Calificación OPB 814.41
			2005		2010		
			NPSeq Día	NPSeq Noche	NPSeq Día	NPSeq Noche	
El Carmen	1	8	48	43	49	44	Cumple
Villa Alemana	2 b	8	46	42	47	43	Cumple
Ojos de agua	3	6	50	46	51	47	Cumple
Belloto Sur	4	6	52	48	53	49	Cumple
Sol del Pacífico	5 a	Sin barrera	--	--	--	--	Supera en 3
Manquehue	5 b	8	47	43	48	45	Cumple
Colinas de Oro Sur	6	4	52	48	53	49	Cumple
Colinas de Oro Norte	7	6	56	51	57	52	Supera en 2
Villa Olímpica	8	7	54	51	55	52	Supera en 2
Jardín Botánico	9	10	58	51	60	52	Supera en 2
Viña del Mar	10	6	54	50	55	51	Cumple

El sector de condominio Sol del Pacífico presenta la excepción, debido a la imposibilidad de instalar barreras acústicas que presenten una real eficacia en la atenuación de ruido, quedando este punto determinado por los resultados del primer monitoreo. Las opciones en este caso pasan por modificación de fachadas de los edificios del condominio o apantallamientos de gran altura y próximos a cada vía de la ruta. Dada la complejidad de las soluciones, debiera optimizarse a partir de mediciones reales una vez que la ruta entre en operación.

7.2 PLAN DE SEGUIMIENTO

Una vez puesta en marcha el proyecto, se recomienda verificar el correcto comportamiento acústico de los sectores evaluados, con el fin de verificar el cumplimiento de los máximos permitidos.

Para esto se puede implementar una campaña de mediciones de nivel de presión sonora continuo en 24 horas en los sectores incluidos en el EIA.

Es importante tener en cuenta que la norma suiza OPB 814.41, no obliga a evaluar horas punta y días de alta demanda, ya que el descriptor de evaluación utilizado por la normativa suiza corresponde a un “*valor medio anual*”.

Para esto se registrarán los Niveles de presión sonora continuo equivalente, durante una jornada de 24 horas completa en un día hábil. Los valores se ajustarán de acuerdo al tránsito registrado en el día de las mediciones (a partir de datos detallados obtenidos de la plaza peaje más cercana).

Debido a que el descriptor de evaluación utilizado por la normativa suiza corresponde a un valor medio anual, no se considera pertinente realizar las mediciones en horas punta ni días de alta demanda. Posteriormente, se establece la necesidad de corregir el valor medido, trasladándolo a un descriptor anual mediante un modelo acústico calibrado por las variables flujo y nivel.

En la práctica, una corrección real y válida se determina por el primer monitoreo de ruido, el cual debiera realizarse 12 meses a partir de la entrada en funcionamiento de los peajes. La frecuencia de los monitoreos se determinará en conjunto con la inspección fiscal.

El contenido de los informes deberá indicar a lo menos:

- Historia de tiempo de 24 horas continuas de NPS_{eq} .
- Datos de tránsito vehicular del día en que se realizó la medición. Detallado por horas y tipo de vehículo (livianos y pesados).
- Modelo acústico elegido para realizar la corrección, calibrado para cada situación y punto de la medición.

- Nivel de Presión sonora corregido, según el TMDA. El valor corresponderá al descriptor anual .
- Identificación del receptor (punto de inmisión), indicando con un croquis o foto el lugar donde se realizó cada registro, señalando las distancias a las superficies u obstáculos más cercanos como también puntos de referencia.
- Datos meteorológicos influyentes a la medición (Velocidad y Dirección del Viento, Temperatura y Humedad Relativa del Aire).
- Histogramas de NPS_{eq} para 24 horas, complementado con otros descriptores adecuados, tales como niveles mínimos ($L_{mín}$), máximos ($L_{máx}$), percentiles (L_n).
- Evaluación con los máximos permitidos de acuerdo al presente informe.
- Datos de la persona responsable de las mediciones.

8 CONCLUSIONES

Se encuentran distintos tipos de impacto acústico, los cuales se presentan en la etapa de inicio de la operación del proyecto, y deben ser mitigados por barreras acústicas instaladas con anterioridad al inicio de la explotación de la ruta. Junto a lo anterior, existen puntos que representan un riesgo de impacto acústico negativo progresivo, y que en el intervalo de los años 2005 a 2010 podrían superar los máximos determinados por la normativa. En este caso se define un estricto plan de monitoreo anual en puntos bien determinados, y de acuerdo a sus resultados, debieran implementarse medidas de mitigación adicionales.

Las barreras acústicas recomendadas se ubican según el Cuadro 14.



Cuadro 14
Resumen de Barreras recomendadas, ubicación y dimensiones.

Sector	Km Inicio	Km Fin	Extensión (m)	Lado	Altura (m)	Observación
El Carmen	87.82	88.1	280	norte	3	
Villa Alemana	91.1	91.3	200	norte	3	Continúa por el ramal 1
Ojos de agua	93.7	93.96	260	norte	3	
Belloto Sur	94.85	94.95	100	norte	3	
Manquehue	96.42	96.65	230	sur	3	Barrera Acústica absorbente
Colinas de Oro Sur	97.62	97.8	180	norte	3	
Colinas de Oro Norte	98.1	98.25	150	norte	3.5	
	98.32	98.46	140	norte	3.5	
Villa Olímpica	98.7	98.8	100	norte	3	
	98.84	98.92	80	norte	3	Parte en berma y termina sobre talud
	99	99.15	150	norte	3	Se ubica por ramal nororiente
Jardín Botánico	104.6	105	400	norte	5.0	
Viña del Mar	107.300	107.460	160	norte	3	Vía expresa
	0.110	0.380	270	norte	3	Rama de Entrada
TOTAL METROS LINEALES			2700 M			
TOTAL METROS CUADRADOS			9045 M²			

Estas barreras presentarán atenuaciones de nivel de ruido entre los 4 y 10 dB(A), con lo cual se asegura el cumplimiento de la normativa de referencia utilizada, para la amplia mayoría de los sectores involucrados.

El sector de Sol del Pacífico, presenta la excepción, debido a la imposibilidad de instalar barreras acústicas suficientemente altas para mitigar los pisos superiores del condominio.

A continuación se muestra un cuadro comparativo con los requerimientos de medidas de mitigación acústica de tipo pantalla, definidos en las BALI, la adenda correspondiente a la RCA y los especificados en el presente estudio, luego del proceso de optimización.

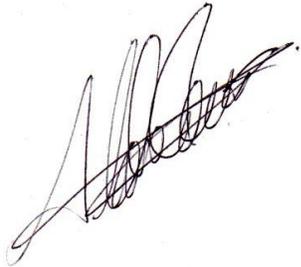
Cuadro 15

Comparativo de extensión de barrera acústica definida en Bases de Licitación, Resolución de Calificación Ambiental (COREMA V Región) y Proceso de Optimización contenido en el presente informe.

SECTOR		BALI	RCA	OPTIMIZACION	
EL CARMEN	Km inicio	87.50	87.50	87.82	
	Km término	88.20	88.20	88.10	
	Extensión (m)	700	700	280	
VILLA ALEMANA	Km inicio	91.15	91.00	91.10	
	Km término	91.65	92.00	91.30	
	Extensión (m)	500	1000	200	
OJOS DE AGUA	Km inicio	--	93.60	93.70	
	Km término	--	94.00	93.96	
	Extensión (m)	--	400	260	
QUILPUE ESTERO VIEJO/BELLOTO SUR	Km inicio	94.90	94.50	94.85	
	Km término	95.30	95.50	94.95	
	Extensión (m)	400	1000	100	
SOL DEL ³ PACIFICO	Km inicio	--	96.50	--	
	Km término	--	97.00	--	
	Extensión (m)	--	500	--	
MANQUEHUE	Km inicio	--	96.50	96.42	
	Km término	--	97.00	96.65	
	Extensión (m)	--	500	230	
COLINAS DE ORO SUR	Km inicio	--	97.7	97.62	
	Km término	--	98.0	97.80	
	Extensión (m)	--	300	180	
COLINAS DE ORO NORTE	Km inicio	98.10	98.1	98.10	98.32
	Km término	98.35	98.35	98.25	98.46
	Extensión (m)	250	250	150	140
VILLA OLIMPICA	Km inicio	99.10	99.00	98.70	98.84
	Km término	99.30	99.30	98.80	98.92
	Extensión (m)	200	300	100	80
JARDIN BOTANICO	Km inicio	--	104.60	104.60	
	Km término	--	105.00	105.00	
	Extensión (m)	--	400	400	
VIÑA DEL MAR	Km inicio	--	106.20	106.300	
	Km término	--	107.90	107.460	
	Extensión (m)	--	1700	430	
TOTAL (m)		2050	7050	2700	

³ El proceso de optimización no justifica barrera acústica en el Condominio Sol del Pacífico, sin embargo, se establece la necesidad de implementar una campaña de monitoreo y estudiar medidas de mitigación alternativas.

Se observa una diferencia de 4.350 metros lineales de pantalla acústica entre la definición propuesta por COREMA V Región en la RCA. Por otro lado, los resultados del presente estudio, definen 650 metros lineales más que la extensión definida en las BALI del proyecto.



Aldo Campos P.
Ingeniero Acústico
Universidad Austral de Chile



Max Glisser D.
Ingeniero Civil En Sonido y Acústica
Universidad Vicente Pérez Rosales

9 INSTRUMENTAL Y NORMATIVA UTILIZADA

- Analizador de Tiempo Real marca **Larson Davis**, modelo 2900, 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**.
- Higro-Termómetro **Extech** modelo 445900.
- **IEC 651 - 1979 Type 1**, “*Sound level meter*”.
- **IEC 804 Type 1**, “*Integrating-averaging sound level meter*”.
- **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.
- Software Designers & Consulting Engineers for Noise Control & Environmental Protection “*SoundPLAN*” – User Manual.
- **Decreto Supremo N°146** “Reglamento sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas”, 17 de abril de 1998, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- **Decreto Supremo N°253**, “*Evaluación del Ruido en Relación con la Reacción de la Comunidad*”, 10 de agosto de 1979, del Ministerio de Salud Pública de Chile.
- **RLS 90** - Directivas para la protección del ruido en carreteras publicada por el Departamento de Construcción de Carreteras del Ministerio Federal de Transporte-Alemania.
- **ISO 9613 Parte I y II** “*Attenuation of sound during propagation outdoors*”.

