



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Acústica

Profesor Patrocinante:
Dr. Enrique Suárez S.
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor Colaborador:
Dr. José L. Barros R.
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor Colaborador:
Igor Valdebenito O.
Ing. Acústico
CONAMA

Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado académico
de Licenciado en Acústica y el Título
Profesional de Ingeniero Acústico.

Víctor Hugo Lobos Vega
Valdivia – Chile
2008

Con mucho cariño a mis Padres y Hermanos, por su incondicional apoyo.

RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. LA CIUDAD DE PUERTO MONTT	12
3.1. Ubicación.....	13
3.2. Población.....	14
3.3. Clima.....	14
3.4. Urbanización.....	14
3.4.1 Principales Vías.....	15
3.4.2. Conectividad y continuidad de vías.....	16
3.4.3 Localización de áreas comerciales y de servicio.....	16
3.4.4. Equipamiento y áreas funcionales.....	17
3.4.5. Industria y bodegaje.....	17
3.4.6. Terminales e transportes.....	17
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1. Definiciones.....	17
4.1.1. Ruido.....	17
4.1.2. Curva de ponderación A.....	18
4.1.3. Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$).....	18
4.1.4. Nivel percentil (L_p).....	19
4.1.5. Ruido urbano o ruido ambiental.....	19
4.1.6. Molestia.....	19
4.1.7. Salud.....	20
4.1.8. Respuesta de la comunidad.....	20
4.1.9. Mapas de ruido o mapas acústicos.....	20
4.2. Efectos del ruido sobre la salud, la sociedad y la economía.....	20
4.2.1. Malestar.....	21
4.2.2. Interferencia con la comunicación.....	21
4.2.3. Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento.....	22
4.2.4. Efectos en el sueño.....	22
4.2.5. Efectos en la audición.....	23
4.2.6. Estrés y sus manifestaciones y consecuencias.....	24
4.2.7. Efectos Sociales y económicos.....	24
4.3. Metodologías de mapas de ruido.....	25
4.3.1. Metodología de la cuadrícula (o retícula).....	25
4.3.2. Metodología de viales (o de tráfico).....	27
4.3.3. Metodología de zonas específicas.....	28

4.3.4. Metodologías aleatorias.....	28
4.3.5. Metodologías por modelos predictivos.....	29
5. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA CUIDAD DE PUERTO MONTT.	30
5.1. Metodología empleada, puntos de medición y métodos de selección.	31
5.1.1 Estaciones Móviles.....	32
5.1.2. Estación Fija.....	33
5.1.3. Estudio método de viales.....	34
5.2. Índices de valoración.	35
5.3. Selección de los periodos de medida.....	36
5.4. Condiciones de medición y adquisición de los datos.	36
5.5. Instrumental utilizado.....	38
6. MAPAS ACÚSTICOS.	39
7. ANÁLISIS DE DATOS.....	48
7.1. Comparación de niveles según criterio OECD, U.E. y OMS.	48
7.2. Distribución porcentual de los descriptores acústicos anuales.....	51
7.3. Análisis estadístico de los datos registrados.....	53
7.4. Ecuaciones de predicción de ruido de tráfico vehicular.....	56
7.5. Variabilidad temporal: estación fija de monitoreo durante las 24 horas.....	58
7.6. Diferencia acústica entre las dos campañas de medición.....	60
8. PROCEDIMIENTO E INFORMACIÓN OBTENIDA DEL ESTUDIO SUBJETIVO DE RUIDO AMBIENTAL.....	61
8.1. La Encuesta Social.....	61
8.2. Diseño de la encuesta.....	62
8.3. Población y marco muestral.....	62
8.4. Selección de la muestra.....	62
8.5. Tamaño de la muestra.....	63
8.6. Resultados de la encuesta.....	65
8.6.1. Variables sociales.....	65
8.6.2. Resultados encuesta, Sensibilidad al Ruido Ambiental.....	66
8.6.3. Resultados encuesta, Fuentes de Ruido Ambiental en HOGAR.....	68
8.6.4. Resultados encuesta, Fuentes de Ruido Ambiental en TRABAJO.....	69
8.6.5. Resultados encuesta, Actividades Impactadas por el Ruido Ambiental.....	70

8.6.6. Resultados encuesta, análisis de contingencia.....	73
9. CONCLUSIONES	75
10. RECOMENDACIONES.....	80
11. AGRADECIMIENTOS.....	82
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

ANEXOS:

ANEXO 1: FICHAS DE MEDICIÓN.

ANEXO 2: MEDICIONES Y DESCRIPTORES (DATOS).

ANEXO 3: MAPAS ACÚSTICOS (FORMATO GRÁFICO).

ANEXO 4: GRÁFICOS, RESULTADOS ENCUESTAS.

ANEXO 5: Encuesta.

Resumen

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. La contaminación acústica ambiental o ruido comunitario es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las grandes ciudades.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras actividades.

En este estudio, se muestra una evaluación y visualización del ruido ambiental presente en la ciudad de Puerto Montt, realizado a través de un estudio empírico, con mediciones de ruido en diferentes puntos de la ciudad, y un estudio subjetivo sobre el ruido comunitario, mediante la implementación y aplicación de una encuesta.

Se aplicó una metodología acorde con los objetivos planteados para el estudio, la zona evaluada, sus características urbanas y costo asociado para los gastos operacionales. Se identificó como principal fuente de ruido ambiental el tráfico rodado, para la zona estudiada.

Los criterios utilizados para evaluar los resultados obtenidos fueron: OECD (Organización para la Cooperación de la Economía y Desarrollo), U. E. (Unión Europea) y OMS (Organización Mundial de la Salud).

Por último, se logró elaborar un mapa de ruido promedio anual para la zona evaluada de la ciudad, y se obtuvo la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt.

Este trabajo se financió mediante un convenio entre CONAMA, Región de los Lagos, y la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt (2007), con el apoyo de la Universidad Austral de Chile.

ABSTRACT

Acoustic contamination in great cities is considered by people as one of the most important environmental issues, with a profound impact in their quality of life. Urban noise levels are a direct consequence of activities that characterize great cities.

The term acoustic contamination refers to noise pollution: unwanted sounds which may produce detrimental physiological and-or psychological effects on people. Main sources of acoustic contamination are human activities such as: transportation, construction and industries among others.

This study comprises evaluation and visualization of noise levels in Puerto Montt. Empirical data gathered at various sites throughout the city and a subjective study on people's perception of noise levels, done by means of a survey, where both used in the evaluation.

The methodology was designed according to the objectives of the study, taking into account the urban characteristics of the zone and operational costs involved. Traffic was identified as the prime source of acoustic contamination.

Three international standards were used for obtaining the data: OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), EU (European Union) and WHO (World Health Organization).

Finally, a map of annual mean noise levels was elaborated with collected data and indicators of perceived discomfort caused by acoustic contamination were obtained.

This study was financed through a cooperation agreement between CONAMA, Región de los Lagos and Ilustre Municipalidad de Puerto Montt; backing was given by Universidad Austral de Chile.

1. Introducción.

El ruido ambiental es un problema mundial, sin embargo, la forma en que es tratado difiere considerablemente dependiendo del país, nivel de desarrollo socio cultural, economía y política. La contaminación acústica causada por distintos agentes, tales como el tráfico vehicular, actividades industriales y recreativas, constituye uno de los principales problemas medioambientales en las grandes ciudades, generando un número cada vez mayor de quejas por parte de los habitantes. Este es el caso de Puerto Montt, que es una ciudad en pleno crecimiento, y por lo tanto, con expansión de muchas actividades que potencialmente son ruidosas. La realización de los mapas de ruidos y otros estudios acústicos son una excelente herramienta para una apropiada planificación urbana. Esta información permite implementar un planeamiento integral y sostenible, introduciendo en las políticas futuras la variable ambiental, y más concretamente, la variable ruido ambiental. Incorporando el conocimiento acústico de la ciudad en su planificación, se estará propiciando una ciudad más amable, confortable y menos contaminada [CCE 1996].

La acústica ambiental es una de las disciplinas de la acústica que tiene mayor relevancia en la actualidad, porque el ruido ambiental es la principal fuente de contaminación en las ciudades modernas. En la última década, el incremento cada vez más constante de las investigaciones permite exponer la importancia de su desarrollo, demostrado en numerosas contribuciones en revistas especializadas y en diversos congresos internacionales de la especialidad.

La ciudad de Puerto Montt tiene una gran actividad portuaria y de transporte. Por su ubicación estratégica, la ciudad constituye el punto de partida para el desplazamiento hacia los lugares de atracción turística del sur más austral. Desde ella salen barcos llevando pasajeros y carga, así como embarcaciones que unen al continente con Achao, Ancud, Castro y otros puntos de la Isla Grande de Chiloé. Es también el centro de la agricultura y la ganadería, así como de la pesca que llega a través del pequeño puerto llamado Angelmó. La ciudad de Puerto Montt constituye además un centro de servicios, albergando importantes centros de salud, entidades financieras, servicios públicos,

comercio y educación media y superior. Todo esto genera una gran expansión urbana de la ciudad, un mayor aumento de ruido ambiental, debido a la gran generación de actividades potencialmente ruidosas.

Este estudio acústico podrá ser utilizado en el proyecto modificación del plan regulador de la ciudad de Puerto Montt. Teniendo presente la variable ruido ambiental, se pretende obtener una mejor planificación en la zonificación de la ciudad, identificando sectores con niveles sonoros altos y bajos y las causas de estos.

Estudios similares se han desarrollado en las ciudades de Temuco, Iquique, Valparaíso, Valdivia y Castro, de los cuales, el análisis de los resultados obtenidos y de las situaciones detectadas a partir de éstos, se ha elaborado planes de control ambiental para cada ciudad. Esta investigación presenta algunas líneas de acción y de trabajo a ser consideradas como unas futuras guías para las instituciones encargadas de temas como la fiscalización, planificación territorial o demandas viales [CONAMA 2000a].

2. Objetivos.

2.1. Objetivo general.

- Medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt.

2.2. Objetivos específicos.

- Identificar y medir fuentes de ruido presentes en la zona urbana de Puerto Montt.
- Estimar la diferencia entre el tipo de comportamiento acústico que muestra la ciudad de Puerto Montt en temporada turística baja, con la temporada turística alta.
- Representar de forma visual, los niveles de ruido obtenidos en diferentes horarios de las zonas evaluadas a través de Mapas de Ruido, considerando la representatividad espacial y temporal de los niveles de ruido de la ciudad.
- Relacionar los niveles de ruido con las características urbanas y el tráfico rodado presente en Puerto Montt.
- Determinar índices acústicos más importantes de acuerdo a normativas internacionales que sean relevantes para el análisis del ruido comunitario de la ciudad.
- Realizar un estudio de la percepción subjetiva, hacia el ruido urbano, de la población, a través de encuestas.
- Proponer medidas o acciones que permitan incorporar la variable ruido ambiental en la modificación del plan regulador comunal de la ciudad.

3. La ciudad de Puerto Montt.

Puerto Montt es una ciudad del sur de Chile, capital de la Provincia de Llanquihue y de la X Región de Los Lagos. La comuna de Puerto Montt tiene una población estimada de 175.938 habitantes (censo 2002) y una superficie de 1.673 km². Actualmente la comuna acoge a un 27% (aproximado) de la población total de la Región, 11,39% de la cual corresponde a población rural y 88,61% a población urbana.

Aunque se han encontrado rastros de la presencia humana hace 5.000 A.C. de grupos cazadores-recolectores en el sector puntilla de la Isla de Tenglo, la ciudad propiamente tal, fue fundada el 12 de febrero de 1853 por Vicente Pérez Rosales. La ubicación original de la ciudad se encontraba junto a la rivera del seno de Reloncaví, en un sector llamado "Melipulli" (que en lengua mapudungun significa "Cuatro Colinas"); su nombre actual fue dado en honor al mandatario de la época, don Manuel Montt Torres. Los pobladores que habitaban esta zona se dedicaban principalmente a la explotación de Alerce. En 1852 llegaron los primeros colonos alemanes, iniciadores del proceso de colonización austral.

En 1979, Puerto Montt es nominada como la capital de la Región de Los Lagos. En 1985 el cultivo de salmón entra en un explosivo crecimiento que permite el surgimiento de una gran cantidad de industrias relacionadas con este servicio y el fortalecimiento del comercio, especialmente con la penetración de mall y grandes cadenas de servicios. Actualmente la ciudad vive una profunda remodelación y ampliación en sus vías de acceso.

La comuna ha experimentado un gran auge económico ligado al fuerte desarrollo de la industria de la acuicultura y del salmón, actividad que ha convertido a Chile en uno de los principales productores mundiales de esta especie. La economía regional se destaca también por la producción agrícola, ganadera, maderera y por el desarrollo creciente de la industria del turismo y del ecoturismo.



Figura 1: Foto aérea de la ciudad de Puerto Montt. Fuente [Google Earth 2007].

3.1. Ubicación.

La ciudad de Puerto Montt se encuentra ubicada entre los $41^{\circ} 28' 18''$ de latitud sur y $72^{\circ} 56' 12''$ de longitud oeste. Limita al norte con las comunas de Puerto Varas y Los Muermos, al oriente con Cochamó, al poniente con Calbuco y Maullín y al sur con el límite costero del Seno de Reloncaví. Constituye así un nexo con las regiones australes del General Carlos Ibáñez del Campo (XI Región) y Magallanes (XII Región). Por su ubicación estratégica, esta ciudad es el punto de partida para el desplazamiento hacia los lugares y atracciones turísticas del sur de Chile, además su importante puerto marítimo conecta al resto del país con las regiones más australes, además de su aeropuerto internacional Base Aérea El Tepual, segundo en importancia del país, con los principales terminales aéreos de Chile.

3.2. Población.

La ciudad de Puerto Montt tiene una población estimada de 175.938 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 2,29%. Un 49.4% de la población es de género masculino y un 50.6% femenino. En tanto, la población rural alcanza el 14%, concentrándose en la ciudad el 86% [INE 2002].

3.3. Clima.

El clima de Puerto Montt es Templado Lluvioso, siendo su mayor característica la falta de una estación seca, ya que si bien entre los meses de noviembre y marzo las precipitaciones disminuyen nunca cesan del todo. En julio las temperaturas pueden bajar a -5 °C y en verano pueden llegar a 25 °C. Aun así, las temperaturas no presentan diferencias significativas durante todo el año.

El régimen de precipitaciones es alto, siendo el mes más lluvioso mayo con cifras de hasta 234 mm, en todo los meses del año caen sobre 90 mm. y al año el promedio anual alcanza los 1802,5 mm.

3.4. Urbanización.

La ciudad de Puerto Montt, esta localizada en el extremo sur de la provincia de Llanquihue, junto al Seno del Reloncaví, donde su extensión urbana, se inicia desde la costa hacia el norte de la zona, esta se desarrolla en torno a cinco caminos que convergen hacia la zona urbana. Desde el norte con la ruta 5, Panamericana norte, que se conecta con la Av. Salvador Allende, por el norponiente con ruta 5 sur que se conecta con Av. Parque Industrial y por el poniente con Cardonal, por el surponiente con Av. Pacheco Altamirano, desde el nororiente se conecta con la vía camino Alerce y por el oriente con Av. Juan Soler Manfredini.

3.4.1 Principales Vías.

Las vías principales, las que se caracterizan por su mayor continuidad y alto flujo vehicular, dentro del área urbana son:

- Avenida Presidente Ibáñez
- Avenida Salvador Allende.
- Benavente.
- Urmeneta.
- Chorrillos.
- Ecuador.
- Antonio Varas.
- Av. Diego Portales.
- Av. Angelmo.
- Cardonal.
- Avenida Pacheco Altamirano.
- Los notros.
- Puerto Chacabuco.
- Avenida Vicuña Mackenna
- Maratón.
- Río Puelche.
- Egaña.
- Ejercito.
- Volcán Osorno.
- Avenida Cuarta terraza.
- Volcán Puntigudo.
- Avenida Ramón Munita.

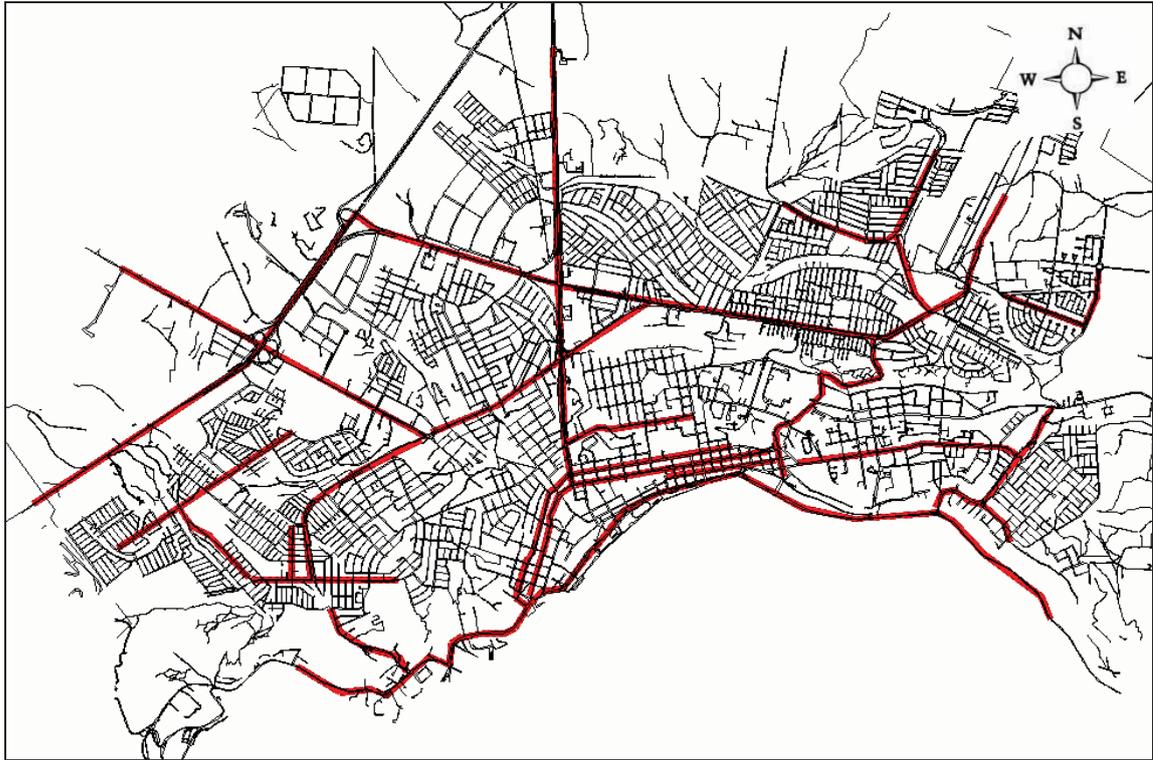


Figura 2: Plano de Puerto Montt, principales vías. Fuente [Elaboración propia].

3.4.2. Conectividad y continuidad de vías.

La conectividad principal de Puerto Montt se concentra en las vías que atraviesan la ciudad y sectores de ella, las cuales, conectan sectores residenciales y áreas de servicios. Debido al gran aumento del parque automotriz y la falta de alternativas viales, se producen atochamientos importantes en horas puntas.

3.4.3 Localización de áreas comerciales y de servicio.

Las actividades de comercio y de servicio se agrupan principalmente en la zona céntrica de la ciudad, a lo largo de las vías que dan conectividad a esta zona, como Urmenta, Benavente, Antonio Varas, Av. Diego Portales y vías menores perpendiculares a estas. Estas áreas en los últimos años se han extendido a otras zonas, específicamente a lo largo de Av. Presidente Ibáñez, incrementando los flujos vehiculares de esta.

3.4.4. Equipamiento y áreas funcionales.

El equipamiento educacional de establecimientos de enseñanza básica y media se encuentra en sectores aledaños, a la zona céntrica. Establecimientos de educación superior se ubican en sectores retirados de la ciudad.

La mayoría de los bancos y centros financieros se ubican en la zona céntrica de la ciudad.

3.4.5. Industria y bodegaje.

La zona industrial y de bodega se encuentra ubicada en la zona norponiente de la ciudad, con presencia de zonas residenciales aledañas a esta. También, hacia el sector de Chiquihue, existe gran actividad industrial con poca presencia de sectores poblados aledaños a estos.

3.4.6. Terminales e transportes

Existe un terminal de buses para conexiones Inter.- urbanos y rurales, ubicado en la costanera sobre la Av. Diego Portales, lo cual genera gran flujo vehicular por distintas vías, hacia el norte y el oriente de la ciudad.

4. Marco Teórico.

4.1. Definiciones.

4.1.1. Ruido.

Físicamente no hay distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y la forma compleja de los patrones de las ondas se denominan ruido, música palabra, etc. El ruido es un sonido no deseado [Recuero 1995], y por lo tanto, corresponde a una clasificación subjetiva del sonido. Consecuentemente, no es posible definir el ruido exclusivamente en base de los parámetros físicos del ruido. Sin embargo, en algunas

situaciones el sonido puede afectar negativamente a la salud debido a la energía acústica que contiene [WHO 1999].

El sonido puede tener un rango de diferentes características físicas, pero solo se interpreta como ruido cuando afecta psicológicamente o fisiológicamente en forma negativa a las personas. Que un sonido se clasifique como ruido depende en parte de la experiencia auditiva que produce en la persona, y de su opinión subjetiva sobre el mismo [Sommerhoff 2000].

4.1.2. Curva de ponderación A.

Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A. Unida de nivel sonoro a la cual se le ha aplicado la red de compensación **A**, en la cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o estudios medioambientales [Schroder 2001], esto porque esta curva se asemeja a la respuesta de la audición humana.

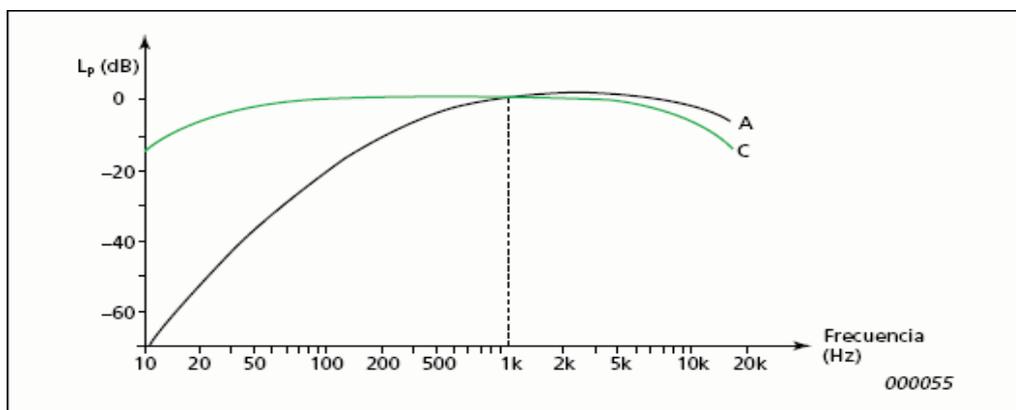


Gráfico 1: Curvas de ponderación. Fuente [Bruel&Kjaer 2000].

4.1.3. Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$).

Es el nivel de presión sonora ponderado en A, en dB(A), que debe tener un ruido constante hipotético, correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante el periodo de tiempo T de observación [Schultz 1982].

$$L_{Aeq,T} = 10 \text{Log}_{10} \frac{\frac{1}{T} \int_0^T p_A^2(t) dt}{p_{ref}^2} \quad [Ec.1]$$

4.1.4. Nivel percentil (L_p).

Dado que los niveles de ruido fluctúan más o menos con el tiempo, esta caracterización se lleva a cabo utilizando diferentes niveles estadísticos. Un método ampliamente usado para medir las variaciones del nivel de presión sonora en el tiempo es realizando un análisis de distribución de niveles. Este se cuantifica por medio de la variable llamada percentil L_p , que indica el nivel en dB(A) que es sobrepasado durante un $P\%$ del tiempo de medición. Así, por ejemplo, se tiene el L_{10} , L_{50} y L_{90} que son los niveles que han sido excedidos el 10, 50, ó 90% del tiempo, y se usan para las típicas medidas promedio de los niveles de ruido máximo, la mediana y ruido de fondo respectivamente. [Sommerhoff 2000].

4.1.5. Ruido urbano o ruido ambiental.

La Directiva del Parlamento Europeo [UE 2002] define como ruido ambiental al sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, emplazamientos industriales o edificios industriales. El ruido urbano incluye todas las fuentes de ruido excepto el ruido al interior de los lugares industriales de trabajo [WHO 1995; 1999]. En general, el término ruido urbano hace referencia al ruido exterior en la vecindad de las áreas habitadas [Harris 1998].

4.1.6. Molestia.

La molestia se definirá arbitrariamente como "una sensación de falta de placer asociada con cualquier agente o condición conocida o pensada por un individuo o grupo y que les afecta adversamente" [WHO 1999]. Con relación al ruido, la molestia se puede describir como una actitud adversa hacia la exposición al ruido. Desde el punto de vista de la conducta, se dice que el ruido es molesto si la persona intenta evitarlo [Harris 1998].

4.1.7. Salud.

La Organización Mundial de la Salud [WHO 1999] define como *salud*: "Un estado de ausencia de enfermedad y de completo bienestar físico, mental y social".

4.1.8. Respuesta de la comunidad.

En su sentido más simple la respuesta de la comunidad hace referencia al malestar de grupos de personas expuestas a fuentes de ruido ambientales en zonas residenciales. Por razones políticas y económicas la Agencia de Protección Ambiental [EPA 1974] define la respuesta de la comunidad como lo que la comunidad hace acerca del ruido o sus fuentes. Las acciones pueden ser quejas, protestas, debates políticos, litigios, legislativas, manifestaciones violentas, etc.

4.1.9. Mapas de ruido o mapas acústicos.

Los mapas de ruido o mapas acústicos son uno de los elementos que con más frecuencia se han utilizado para conocer el ambiente sonoro de un determinado entorno. Un mapa de ruido tiene como objetivo entregar una representación visual de un contorno acústico específico de una determinada área geográfica. Los niveles de ruido se trazan en forma semejante a los contornos topográficos de un mapa [Sommerhoff 2000].

4.2. Efectos del ruido sobre la salud, la sociedad y la economía.

La presencia del sonido en nuestro entorno es un hecho tan común en la vida diaria actual que raramente apreciamos todos sus efectos. Proporciona experiencias tan agradables como escuchar la música o el canto de los pájaros, u permite la comunicación oral entre las personas; pero juntamente con estas percepciones auditivas agradables, nos aparece también el sonido molesto, incluso perjudicial, que puede limitar nuestra vida de relación de manera irreversible.

Desde mediados del siglo XIX y de manera progresiva la sociedad evoluciona hacia un modelo donde la presencia de ruido en el medio crece de manera paralela al bienestar.

La presencia del sonido es consustancial en nuestro entorno y forma parte de los elementos cotidianos que nos envuelven. Pero el sonido se puede convertir en el agresor del hombre en forma de ruido, es un contaminante de primer orden y puede generar unas patologías específicas.

Tal es la repercusión sobre todo en el hombre trabajador que los Estados modernos han elaborado leyes y decretos para protegerlos de la agresión acústica.

4.2.1. Malestar.

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas.

La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensa, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Todo ello contrasta con la definición de "salud" dada por la Organización Mundial de la Salud: "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad".

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivas (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos [WHO 1999].

4.2.2. Interferencia con la comunicación.

El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dB(A). Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dB(A) al ruido de fondo.

Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibeles provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 decibelios de ruido de fondo, la conversación se torna extremadamente difícil.

Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto esta intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación acústica sin lograr totalmente el efecto deseado [WHO 1999].

4.2.3. Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento.

Es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.

En ambos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma.

Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura [WHO 1999].

4.2.4. Efectos en el sueño.

Muchas personas experimentan problemas para dormir debido al ruido. Estudios sociales indican que la perturbación del sueño es considerada uno de los efectos más perjudiciales del ruido ambiente [Lambert et al. 1994].

La exposición al ruido puede inducir perturbaciones para dormir desde el punto de vista de dificultades para quedarse dormido, alteraciones en los ciclos del sueño y profundidad y en el proceso de despertar [Griefahn 1990].

Otros efectos fisiológicos que pueden ser inducidos por el ruido durante el sueño son las reacciones vegetativas tales como el aumento del ritmo del corazón, incremento de la amplitud del pulso del dedo, vaso constricción, cambio en respiración y arritmia cardiaca, como también, movimientos del cuerpo.

La exposición al ruido nocturno puede inducir efectos secundarios o efectos posteriores, esto es, efectos que se pueden medir en la mañana del día después de estar expuesto al ruido. Los efectos secundarios incluyen aumento de fatiga, disminución del humor y bienestar y disminución del rendimiento. La molestia durante la noche también influye en el nivel total de molestia diaria [Pearsons et al. 1995].

4.2.5. Efectos en la audición.

Es el aumento del umbral de la audición. El deterioro del oído ocurre predominante alrededor de las frecuencia de 3 a 6 kHz, con efectos más acusados en los 4 kHz. Los valores bajo los cuales no se espera deterioro auditivo son los 75 dB(A) de L_{Aeq} , evaluado en 8 horas, incluso para una exposición de ruido ocupacional prolongada. Sin embargo, a estos valores referenciales deben agregarse otros factores, tales como el número de años de exposición y la susceptibilidad individual. No existe diferencia de género en cuanto a la resistencia a la pérdida auditiva, hombres y las mujeres están igualmente en riesgo.

Se espera que el ruido ambiental y de actividades de ocio no causen deterioro auditivo si se está expuesto a niveles por debajo de los 70 dB(A) de L_{Aeq} , en 24h. Para los adultos, el límite del ruido impulsivo se fija en los 140 dB. En el caso de los niños, sin embargo, considerando sus hábitos de juego con los juguetes ruidosos, la presión sonora máxima no debe exceder los 120 dB [Suárez 2002].

4.2.6. Estrés y sus manifestaciones y consecuencias.

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los siguientes síndromes:

- Cansancio crónico.
- Tendencia al insomnio, con el consiguiente agravación de la situación.
- Enfermedades cardiovasculares: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 decibelios en periodo diurno.
- Trastornos del sistema inmune responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua [WHO 1999].

4.2.7. Efectos Sociales y económicos.

La combinación de todos los factores anteriormente descritos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia.

Según la D.G. de Medio Ambiente de la Comisión de la UE, "en la actualidad (principios de 2001) las pérdidas económicas anuales en la Unión Europea inducidas por el ruido ambiental se sitúan entre los 13.000 y los 38.000 millones de euros. A esas cifras contribuyen, por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costes sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el coste de los días de abstención al trabajo". Ejemplos de efectos no incluidos en la estimación son la baja

productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo de ciertas ciudades históricas, los daños materiales producidos en edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones, etc.

4.3. Metodologías de mapas de ruido.

Un mapa de ruido o mapa acústico debe representar la situación acústica temporal y espacial de forma apropiada. Desde esta premisa, surgen algunas interrogantes que resolver: dónde medir, cuándo medir, cómo y cuánto medir y cómo deben ser expresadas estas medidas. Al realizar la presentación de las metodologías de distribución de estaciones de medida, indirectamente también se lleva a cabo una discusión sobre las principales tendencias en la elaboración de mapas de ruido, ya que ésta es la discusión que refleja las mayores diferencias de opiniones y debates [Suárez 2002].

Para definir los puntos de medición, es posible distinguir varias metodologías distintas:

1. Metodología de la cuadrícula (o retícula).
2. Metodología de viales (o de tráfico).
3. Metodología de zonas específicas.
4. Metodologías aleatorias.
5. Metodologías por modelos predictivos.

Las metodologías por medio de modelación, aunque no requieran medidas, requieren definir dónde se desea obtener los valores acústicos, por lo que equivaldría a ubicar medidores (u observadores), en determinados puntos.

4.3.1. Metodología de la cuadrícula (o retícula).

La definición de puntos de medición se determina mediante la superposición sobre el plano de una retícula cuyas cuadrículas tienen dimensiones proporcionales a la superficie del área. En los nodos de la cuadrícula se ubican las estaciones de medida, o

bien, en el punto más cercano al mismo, en la vía más próxima. El valor medido en este punto será asignado a la retícula que lo contiene como centro.

Este proceso lleva asociado un alto grado de representatividad de la zona de estudio como un conjunto (como un todo), y es posible calcular valores globales con seguridad en cuanto a su significación. Por ejemplo, es posible identificar las zonas de más ruido y aquellas con menos contaminación, y actuar sobre ambas: en un caso para disminuir el ruido, y en el otro para protegerla. También es posible obtener descriptores como niveles equivalentes de ciertas zonas, o de la ciudad o la zona completa: percentiles y estadísticos que describan el comportamiento del área de estudio como un todo. Para muchos autores, la técnica de rejilla es la más directa para proporcionar información [Ling 1997].

Otra ventaja de la metodología es que no necesita un estudio previo sobre las características urbanísticas particulares de la zona que se estudiará, ya que la propia retícula define la ubicación de los puntos de medida.

Sin embargo, este método tiene el riesgo de no evaluar algunos puntos de interés, en el supuesto que la retícula sea muy grande (por ejemplo, un lugar que caracterice una zona muy tranquila o muy ruidosa, puede quedar entre dos nodos y no ser medido). Es decir, la validez de las conclusiones depende fuertemente del tamaño del reticulado seleccionado e implica un consumo importante de tiempo y recursos [Barrigón et al. 1999]. En otras palabras, mientras más densa la retícula, mayor precisión en los datos, pero mayores son los costos también. Por lo anterior, la selección del tamaño de la rejilla es lo más complicado de este método.

Otro reparo al método es el proceso de medida y de cómo éste responde a las distintas fuentes. Habitualmente se emplean procedimientos de medida diseñados para tráfico (medidas L_{eq} ponderados en A, de 10 a 20 minutos). Este proceso es posible que para otro tipo de fuentes distintas al tráfico no las evalúe apropiadamente (aviones, trenes, fuentes fijas).

Es preciso hacer un comentario sobre la forma de representación de estas medidas, y es que ésta puede inducir a una interpretación errónea de los niveles representados. El utilizar colores que expresan valores de ruido (como curvas de nivel), y donde estos colores llenan el mapa de estudio, tiene el inconveniente de atribuirle un nivel de ruido a espacios interiores de los edificios (patios, balcones y otros espacios interiores), a partir de los valores medidos en las fachadas más expuestas, lo cual no es cierto. Por tal razón, es altamente conveniente que los mapas que se entreguen a la población muestren los niveles solo en las fachadas exteriores, o bien, que éstos se entreguen con una advertencia que permita interpretarlos apropiadamente. Es indudable que la representación de colores en todo el mapa (cubriendo toda la superficie) es muy ilustrativa y didáctica, y por lo tanto, es la más usada. Sólo debe tenerse presente que estos niveles son en la fachada expuesta, y no más allá de ésta [Suárez 2002].

4.3.2. Metodología de viales (o de tráfico).

En esta metodología los puntos de medición se ubican a lo largo de las fuentes sonoras más importantes, que mayoritariamente corresponden a las calles en una ciudad. Por tal motivo, es necesario realizar un estudio urbanístico de la zona de estudio, definir vías principales y secundarias (estudio de categorización de vías), determinar tramos de vías similares y fijar las estaciones de medida de acuerdo a estos criterios. Con este procedimiento es posible estudiar una zona más amplia de la ciudad, en comparación con el método de retícula (se seleccionan puntos), y se limita sólo a las vías con tráfico. Una ventaja de este método, y que se diferencia del de retícula, es que éste último comete imprecisiones al considerar a la ciudad como un campo isótropo y desconocido, cuando es un campo complejo posible de estudiar por las ciencias urbanísticas, y así, reducir el número de medidas y reducir costos.

La representación gráfica es más apropiada que la de los mapas que utilizan rejillas, ya que sólo entregan valores de niveles de ruido a las calles. Sin embargo, con esta metodología se dejan sin evaluar otras fuentes de ruido, que son menos numerosas, pero pueden generar mucho conflicto y molestia. Ejemplos de estos casos son la zona

de bares, las obras, actividades con desarrollo en zonas peatonales (terrazas y zonas turísticas), etc.

Por otro lado, este procedimiento dificulta la obtención de indicadores acústicos globales de la zona de estudio, ya que sólo evalúa tráfico, y generalmente sólo de las vías principales. No ofrece una visión general del ambiente acústico de la ciudad o zonas urbanas consideradas [García 2002].

4.3.3. Metodología de zonas específicas.

En este método los puntos de medida quedan determinados según el tipo de fuente a medir, y distribuidos según aquellos intereses a los que responden la realización de las medidas. Como ejemplo, es posible nombrar los mapas de ruido de zonas industriales, utilizando normativas específicas para este caso y que determinarán tanto la ubicación de los micrófonos (emisión o inmisión), tiempo de la medida, parámetros a utilizar, etc. Las fuentes fijas (talleres, discotecas, industrias, etc), generalmente tienen limitaciones de inmisión y métodos propios o nacionales de evaluación, y un mapa con estos requisitos podrá satisfacer a esta normativa, pero no será válido para otras fuentes (tráfico, por ejemplo), y por lo tanto, sus resultados no son comparables con otros mapas.

Claramente esta metodología tiene la limitación que sólo es válida para las condiciones y características de fuente y método de evaluación, y no es posible obtener valores globales. Sin embargo, estos mapas son de gran utilidad para las administraciones y las planificaciones que éstas puedan llevar a cabo en estas zonas de estudio. Las conclusiones y medidas a tomar deben tener presente estos aspectos [Suárez 2002].

4.3.4. Metodologías aleatorias.

En este caso, los puntos de medida son determinados al azar siguiendo algún tipo de proceso predeterminado. Puede utilizarse, tal como en un trabajo de encuestas, sorteos por manzanas y números de casas por medio de dados, asignación de números

aleatorios a distintas zonas o manzanas de la ciudad, etc. Otra forma de determinar estos puntos es por medio de la utilización de una cuadrícula (similar al método de la cuadrícula), pero no se toman en cuenta todos los puntos de ella, sino se eligen al azar cuáles de estos se medirán.

Este proceso tiene mayores limitaciones que los descritos anteriormente, y es poco utilizado [Ling 1997].

4.3.5. Metodologías por modelos predictivos.

Es el método más reciente para elaboración de mapas de ruido, y se basa en la aplicación de modelos matemáticos que predicen los niveles de ruido según la fuente sonora que los genera (tráfico urbano, carreteras, zonas industriales, aeropuertos, etc.).

En estos métodos es posible definir los puntos de "medida", receptores u observadores (como se llaman con frecuencia) casi con total libertad, según el interés de lo que se quiera modelar. Es así como en los software utilizados en computadores se pueden establecer medidores en los vértices de una retícula muy densa, de hasta 2 metros de lado (y a distintas alturas), en las ecuaciones de ruido de tráfico determinar la distancia del observador a la vía, etc.

Este es el único modo para analizar distintos escenarios en el tiempo y condiciones de diseño de fuentes de ruido (distribución de tráfico, diseño urbanístico, planificación territorial, etc.). Es posible realizar predicciones del impacto de los cambios en el ambiente acústico y producido por el desarrollo urbano, utilizarlos como herramienta de apoyo para la evaluación de impacto ambiental, etc. Las empresas e industrias pueden proyectar el cumplimiento de la legislación medioambiental y las modificaciones en su fábrica, analizar distintos escenarios y alternativas de transformación y diseños acústicos. Otra ventaja es que se reducen los costos de caracterización del entorno acústico que se desea estudiar y que puede entregar valores en condiciones meteorológicas en las cuales no es posible llevar a cabo medidas.

Entre las metodologías de predicción se encuentran los métodos de ingeniería basados en ecuaciones de predicción (de ruido de tráfico, por ejemplo), los métodos de programas informáticos (ecuaciones, modelos), y aquellos basados en modelos a escala (utilizando aire, gas o agua). Sin duda que el empleo masivo de computadores ha llevado consigo un amplio desarrollo tanto a las ecuaciones de predicción como a aquellos modelos más complejos (y sobre todo en éstos últimos). La utilización de modelos a escala es escasa para fines de mapas de ruido de zonas extensas, como ciudades.

En el mercado existen varios software comerciales que permiten modelar situaciones acústicas en exteriores, y es posible nombrar entre ellos a Mithra, SoundPlan, Cadna, Predictor, IMMI, LIMA, ENM, etc. Todos funcionan de modo independiente, y aún no existe un algoritmo reconocido internacionalmente que éstos puedan seguir. Además de sus propios modelos y formas de cálculo, algunos tienen la capacidad de adaptarse a normas internacionales o locales [Suárez 2002].

En el ámbito relacionado con las metodologías de medición y evaluación de ruido en sectores urbanos, se debe destacar el proyecto Harmonoise, de la Comunidad Europea, que tiene como objetivo mejorar la evaluación, control y predicción de los Niveles de ruido en las ciudades europeas. Este proyecto consiste básicamente en unificar y validar diferentes metodologías de predicción y evaluación de los Niveles de ruido para el tráfico vehicular y aéreo, vías férreas, sectores industriales y zonas residenciales.

5. Elaboración de el mapa de ruido de la ciudad de Puerto Montt.

Una herramienta importante para conocer el estado del ambiente sonoro de un entorno es un mapa de ruido. Un mapa de ruido entrega información en forma visual del comportamiento acústico de un área geográfica (barrio, pueblo, ciudad, región, país) y sus causas, en un momento determinado. Lo cierto es que dependiendo de la metodología a emplear, la información que se extrae de este tipo de estudios puede tener una gran utilidad y proyección. Habitualmente los niveles de ruido son

representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas en un mapa [Suárez 2002].

La norma ISO 1996-2 [ISO 1997b] establece los criterios para la realización de medidas y confección de mapas de ruido. Según esta norma, el mapa de ruido ha de representar niveles de presión sonora en tramos de 5 dB. Cada uno de esos intervalos de nivel sonoro se representa en el mapa mediante un color. A continuación en la *tabla 1* se muestran los intervalos de nivel sonoro con el color y trama asociado a éste.

Nivel Sonoro (dB)	Nombre del Color	Color	Trama
< 35	Verde claro		Puntos pequeños, densidad baja.
35-40	Verde		Puntos medianos, densidad media.
40-45	Verde oscuro		Puntos grandes, densidad alta.
45-50	Amarillo		Líneas verticales, densidad baja.
50-55	Ocre		Líneas verticales, densidad media.
55-60	Naranja		Líneas verticales, densidad alta.
60-65	Cinabrio		Entramado de cruces, densidad baja.
65-70	Carmín		Entramado de cruces, densidad media.
70-75	Rojo lila		Entramado de cruces, densidad alta.
75-80	Azul		Rayas verticales anchas.
80-85	Azul oscuro		Totalmente negro.

Tabla 1: Nivel sonoro con su respectivo color y trama. Fuente [ISO 1996-2].

5.1. Metodología empleada, puntos de medición y métodos de selección.

La selección del tamaño de la rejilla influye enormemente en el número de puntos a medir, y por ende, en el costo del trabajo. Para el presente estudio, se ha utilizado una cuadrícula bastante densa, acorde con el área urbana y los fines de la investigación.

Se utilizó como procedimiento para determinar los puntos de medición un método mixto de retícula y viales. La metodología de retícula empleada para el trabajo realizado fue mixta. Sobre el plano de ciudad se utilizó una retícula de 200x200 m² y en algunos sectores se expandió con cuadrículas de 400x400 m², en donde los nodos de la retícula se orientaron hacia las vías más próximas como muestra la *figura 3*. También se utilizó la metodología de viales, así se estudiaron las vías más importantes de la ciudad que quedaron fuera de la cuadrícula. La técnica, de retícula, es la forma más directa de obtener los datos para dar los adecuados contornos de los mapas.



Figura 3: Reticulado mixto $200 \times 200 \text{ m}^2$ y $400 \times 400 \text{ m}^2$, sobre el plano de la Ciudad de Puerto Montt. Fuente [Elaboración propia].

5.1.1 Estaciones Móviles.

Para la realización de las medidas de nivel de ruido se utilizaron dos tipos de estaciones de medida: estaciones móviles y una estación fija. Las estaciones móviles se distribuyeron en toda la zona de estudio, el número total de estaciones fueron 162 distribuidas por toda la zona evaluada de la ciudad (según retícula, figura 3).

En la ciudad de Puerto Montt se tomaron muestras durante todos los días de la semana con el fin de caracterizar la semana completa. Cabe precisar que las mediciones realizadas en temporada turística alta (enero – febrero), corresponden los días lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, periodo diurno, y las correspondientes a temporada turística baja se midieron durante todos los días de semana en periodo diurno y nocturno, de esta manera se logra involucrar la influencia del ruido ambiental generado en un periodo considerable del año (verano), debido a las características turísticas de la

ciudad y así obtener una caracterización acústica anual promedio representativa de la zona evaluada.

Para calcular el promedio anual de niveles sonoros presente en esta zona de la ciudad se consideraron aquellos días de mayor relevancia, los cuales corresponden a los días de semana (de lunes a viernes) y una mejor caracterización en periodo diurno, pues estos días y periodos son más relevantes energéticamente en el promedio obtenido, ya que representan la mayor parte del tiempo correspondiente a una semana.

Cada día de medida se dividió en dos franjas horarias principales: diurna (07:00 a 23:00), y nocturna (23:00 a 07:00). La diurna a su vez esta subdividida en cuatro periodos horarios, mientras que la nocturna en dos periodos horarios. Durante el periodo diurno se midieron 10 minutos en cada estación móvil por periodo horario, mientras que durante el periodo nocturno se midió 20 minutos en cada estación móvil por periodo horario. Se estimó 10 minutos como tiempo para el traslado, instalación y guardado del instrumento de medición. Así cada medición diurna tomó un tiempo promedio de 20 minutos y cada medición nocturna un promedio de 30 minutos de medición, lo anterior da un tiempo total de las medidas de campo de 563.3 horas aprox.

También se tomaron las características del tráfico vehicular (cantidad, tipo), y las fuentes de ruido presentes según la percepción del observador en cada medición. Estos datos quedaron registrados en la ficha de medición correspondiente. En el Anexo 1 se encuentra la muestra de la ficha de medición utilizada para estas mediciones. Para cada estación o punto de medición se elaboró una ficha de caracterización, donde se incluyó una fotografía y las coordenadas del lugar, dirección, descripción urbana, características de la vía, etc.

5.1.2. Estación Fija.

Para el estudio de los niveles sonoros durante las 24 horas, se contó con una estación fija de monitoreo continuo durante una semana en la temporada turística baja *figura 4*, ubicada en calle Achao a 30 m frente de Avda. Presidente Ibáñez. Esta estación fija almacenó el Nivel de Presión Sonora (NPS) RMS cada un segundo.



Figura 4: Estación fija ubicada a 7.5 m del suelo, micrófono.

5.1.3. Estudio método de viales.

El estudio realizado sobre las principales vías de la ciudad, se localizó fuera de la zona evaluada con la metodología cuadrícula. Para esta parte del estudio se fijaron 38 puntos de medición y se tomaron muestras de 10 minutos en cada punto. Para esta parte del estudio sólo se midió en periodo diurno, ya que se asume que la relación entre el tráfico vehicular y el ruido generado por este no depende de la hora de medición. Los otros factores (temperatura, humedad, etc.), también, se han estimado poco relevantes para estos efectos. En cada punto se identificó la cantidad y tipo de tráfico, como también se registraron las características de la vía y eventos casuales presentes en el momento de realizar las mediciones. Las vías evaluadas fueron:

Avenida Salvador Allende, Panamericana norte, Ruta 5 sur, Avenida aeropuerto, Cardonal, Avenida Pacheco Altamirano, Los notros, Avenida Presidente Ibáñez poniente, Puerto Chacabuco, Avenida Vicuña Makena, Maratón, Rió Puelche, Egaña, Volcán

Osorno, Avenida Cuarta terraza, Camino Alerce, Volcán Puntigudo, Avenida Ramón Munita, Avenida Presidente Ibáñez oriente.

5.2. Índices de valoración.

Los mapas de ruido utilizan diferentes índices de valoración dependiendo de los objetivos que se persiguen. Los índices de valoración mas utilizados para mapas de ruido urbano son nivel día noche (L_{DN}) y nivel día tarde noche (L_{DEN}). En los mapas de ruido se utilizan: nivel día (L_D), nivel noche (L_N), nivel día noche (L_{DN}), nivel día tarde noche (L_{DEN}), donde cada descriptor se calculara de la siguiente manera:

Nivel equivalente día:

$$L_D = 10 * \text{Log}_{10} \left(\left(\frac{1}{16} \right) \left(4 * 10^{\frac{LAeq_{07-11}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{11-15}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{15-19}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{19-23}}{10}} \right) \right) \quad [Ec.2]$$

Nivel equivalente noche:

$$L_N = 10 * \text{Log}_{10} \left(\left(\frac{1}{8} \right) \left(4 * 10^{\frac{LAeq_{23-03}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{03-07}}{10}} \right) \right) \quad [Ec.3]$$

Nivel equivalente día-noche:

$$L_{DN} = 10 * \text{Log}_{10} \left(\left(\frac{1}{24} \right) \left(4 * 10^{\frac{LAeq_{07-11}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{11-15}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{15-19}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{19-23}}{10}} + \dots \right. \right. \\ \left. \left. \dots 4 * 10^{\frac{LAeq_{23-03}+10}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{03-07}+10}{10}} \right) \right) \quad [Ec.4]$$

Nivel equivalente día-tarde –noche:

$$L_{DEN} = 10 * \text{Log}_{10} \left(\left(\frac{1}{24} \right) \left(4 * 10^{\frac{LAeq_{07-11}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{11-15}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{15-19}}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{19-23}+5}{10}} + \dots \right. \right. \\ \left. \left. \dots 4 * 10^{\frac{LAeq_{23-03}+10}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq_{03-07}+10}{10}} \right) \right) \quad [Ec.5]$$

En las expresiones anteriores:

$LAeq_{07-11}, LAeq_{11-15}, LAeq_{15-19}, LAeq_{19-23}$ = Nivel de presión sonora continuo equivalente correspondiente los periodos del día entre 07:00 y 11:00 horas, entre las 11:00 y 15:00 horas, entre las 15:00 y 19:00 horas, entre las 19:00 y 23:00 horas, respectivamente.

$LAeq_{23-03}, LAeq_{03-07}$ = Nivel de presión sonora continuo equivalente correspondiente los periodos nocturnos entre 23:00 y 03:00 horas, entre las 03:00 y 07:00 horas, respectivamente.

5.3. Selección de los periodos de medida.

Cada día de medida se dividió en 2 franjas horarias principales: diurna (07:00 a 23:00 horas), y nocturna (23:00 a 07:00 horas), con el criterio de que representen la actividad urbana de la ciudad. Se subdividió igualmente el horario diurno en 4 franjas horarias y el horario nocturno se subdividió a su vez en 2 franjas horarias, a continuación se muestra en la *tabla 2*, cada periodo con su respectivo horario.

Periodo	Horario
I	07:00 - 11:00 hrs.
II	11:00 - 15:00 hrs.
III	15:00 - 19:00 hrs.
IV	19:00 - 23:00 hrs.
V	23:00 - 03:00 hrs.
VI	03:00 - 07:00 hrs.

Tabla 2: Horario de los periodos del día.

5.4. Condiciones de medición y adquisición de los datos.

Todas las mediciones se realizaron de acuerdo a la norma ISO 1996/2 [ISO 1997b]. Para ello se ubicó el micrófono a una altura entre 1,2 a 1,5 m sobre la acera, una distancia aproximada de 1,5 a 2 m de la calzada manteniendo una distancia mínima de 3,5 m de una superficie reflectante distinta del piso.

Antes de realizar las medidas el sonómetro fue revisado y calibrado. El micrófono se protegió en todas las mediciones con una pantalla antiviento para minimizar el efecto de los vientos suaves o brisas. No se realizaron mediciones en condiciones climáticas adversas como lluvia y viento.

Además de las mediciones, los técnicos de medida registraron datos particulares de cada punto y de cada medida, tales como: fuentes de ruido del entorno, características de la vía, número y tipo de vehículos, etc. Todos estos datos se consideran fundamentales para comprender, valorar y predecir el ambiente sonoro de una zona determinada.

Los parámetros medidos en cada punto fueron:

Acústicos:

- $L_{Aeq,T}$: Nivel de presión sonora continuo equivalente.
- L_{10} , L_{50} y L_{90} : Percentiles 10, 50 y 90 respectivamente.
- $L_{m\acute{a}x.}$: Nivel sonoro máximo.
- $L_{m\acute{i}n.}$: Nivel sonoro mínimo.

No acústicos:

- Número y porcentaje de vehículos ligeros.
- Número y porcentaje de vehículos pesados (camiones y buses).
- Número y porcentaje de motocicletas.
- Incidencias relevantes: ambulancias, policía, bombero, etc.
- Observaciones relevantes del entorno: obras en proximidades, comercio, paradas de autobuses, etc.

Otros datos:

- Fotografía digital del punto de medición.
- Nombre de la calle en la cual se han realizado las medidas, número del domicilio frente al cual se ha ubicado el punto, u otras descripciones que

permitan individualizarlo (caso de parques, descampados, zonas en construcción sin viviendas, etc.).

- Coordenadas GPS del punto de medición.
- Distancia a la vía y fachada más próxima.
- Características de la vía: tipo de vía, tipo de firme, pendiente de la calle, cercanía de semáforos, etc.
- Fecha y hora del momento de medición
- Otras descripciones relevantes de la zona donde se realiza la medición.

5.5. Instrumental utilizado.

El instrumental utilizado fue acorde a lo exigido en ISO 1996/2 [ISO 1997b], para la adquisición de datos de ruido ambiental. Los sonómetros utilizados durante las dos campañas de medición eran tipo 2 y en la estación fija se utilizó un sonómetro tipo 1:

- 2 Sonómetro Integrador Tipo 2 marca Rion, modelo NL20, serie 00354660 y 00354661.
- 1 Calibrador acústico marca Rion.
- 1 Sonómetro Integrador Tipo 1 marca Svantek, modelo SVAN949, serie 8182.
- 1 Calibrador acústico marca Svantek, modelo SV30A, serie 7477.
- 1 Kit de intemperie, marca Svantek.
- 2 Pedestales Cannon.
- 8 Baterías recargables.
- 2 Cargadores de baterías.
- 1 GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico).
- PC con software SIG (Sistema de Información Geográfico), ArcView 3.2. con la extensión Spatyal Analysis.
- Cámara Fotográfica digital Kodak CX7300.

En el Anexo 2 está el registro de todos los datos de las campañas de medición.

6. Mapas de Ruido.

Para la elaboración de los mapas acústicos se utilizaron métodos de interpolación espacial, los cuales permiten crear representaciones continuas de fenómenos registrados discretamente. Para el cálculo de las superficies se utilizó además de los datos registrados empíricamente, un conjunto de "puntos de medición virtuales", a los cuales se les asignó un valor de nivel de presión sonora en base a la similitud de sus fuentes de ruido con otros puntos registrados empíricamente.

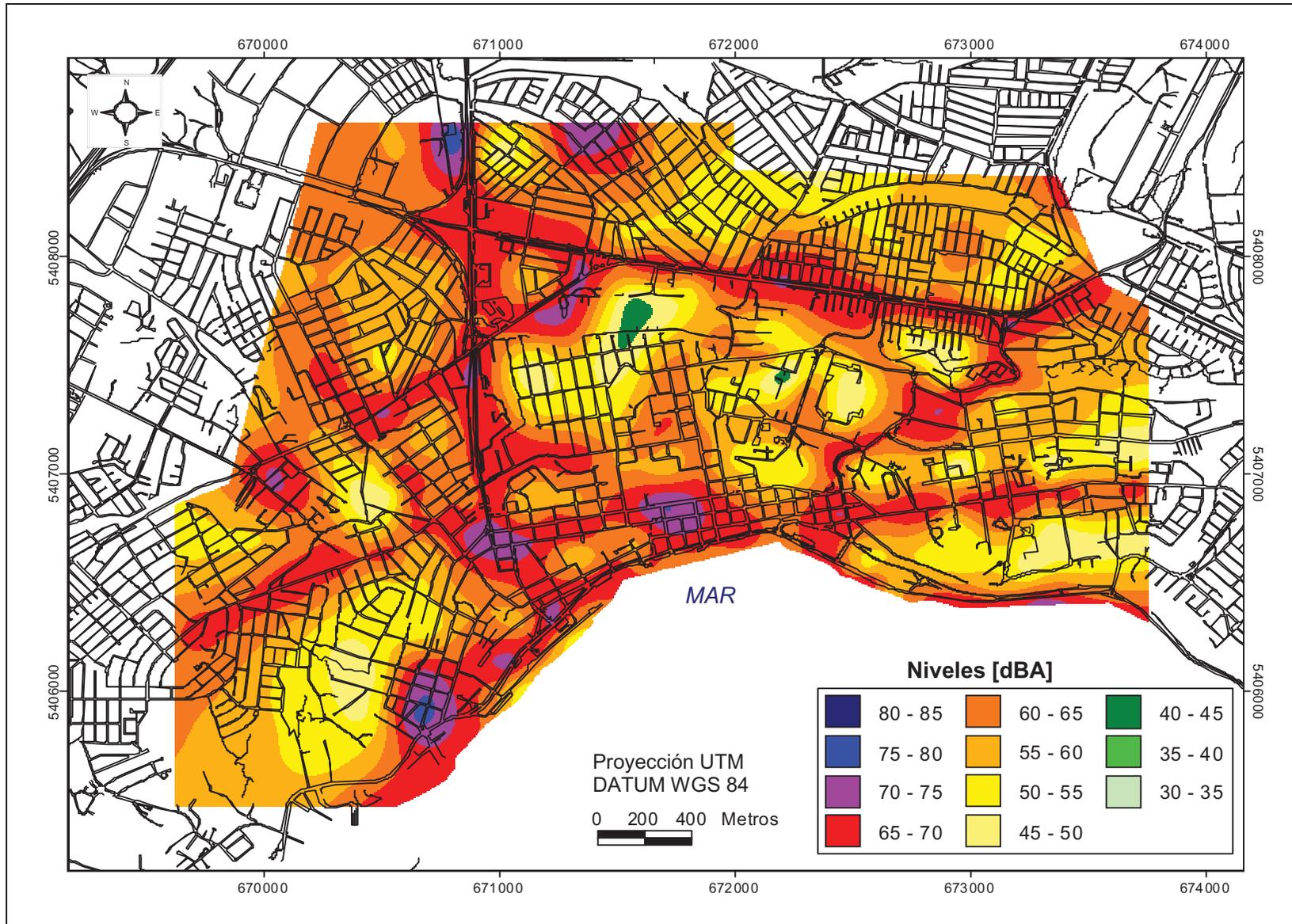
De los métodos disponibles para realizar el proceso de interpolación; el de triangulación o de promedios aritméticos, el de inverso de cuadrado de las distancias, el de Kriging y el de Spline, se escogió éste último por poseer un método apropiado para cambios graduales de valor, representa elevaciones y es utilizado en concentraciones de contaminantes, en este caso el ruido ambiental. También se optó por este método de interpolación, ya que entrega una representación visual mas ajustada a un análisis de la situación acústica de la zona evaluada, en comparación con las otras interpolaciones disponibles. El método, implementado mediante la aplicación de software de sistema de información Geográfica SIG, ESRI Arcview 3.2 crea, a partir de una red de puntos con un valor de "elevación" o Z (el nivel de presión sonora en este caso), una retícula de celdas de tamaño variable con un valor de elevación, lo cual permite dar continuidad espacial a los datos.

A partir de esta retícula de celdas con valores de nivel de presión sonora se construyó además una capa vectorial con nivel de presión sonora clasificado de acuerdo a la escala cromática de intervalos definida por la norma ISO respectiva.

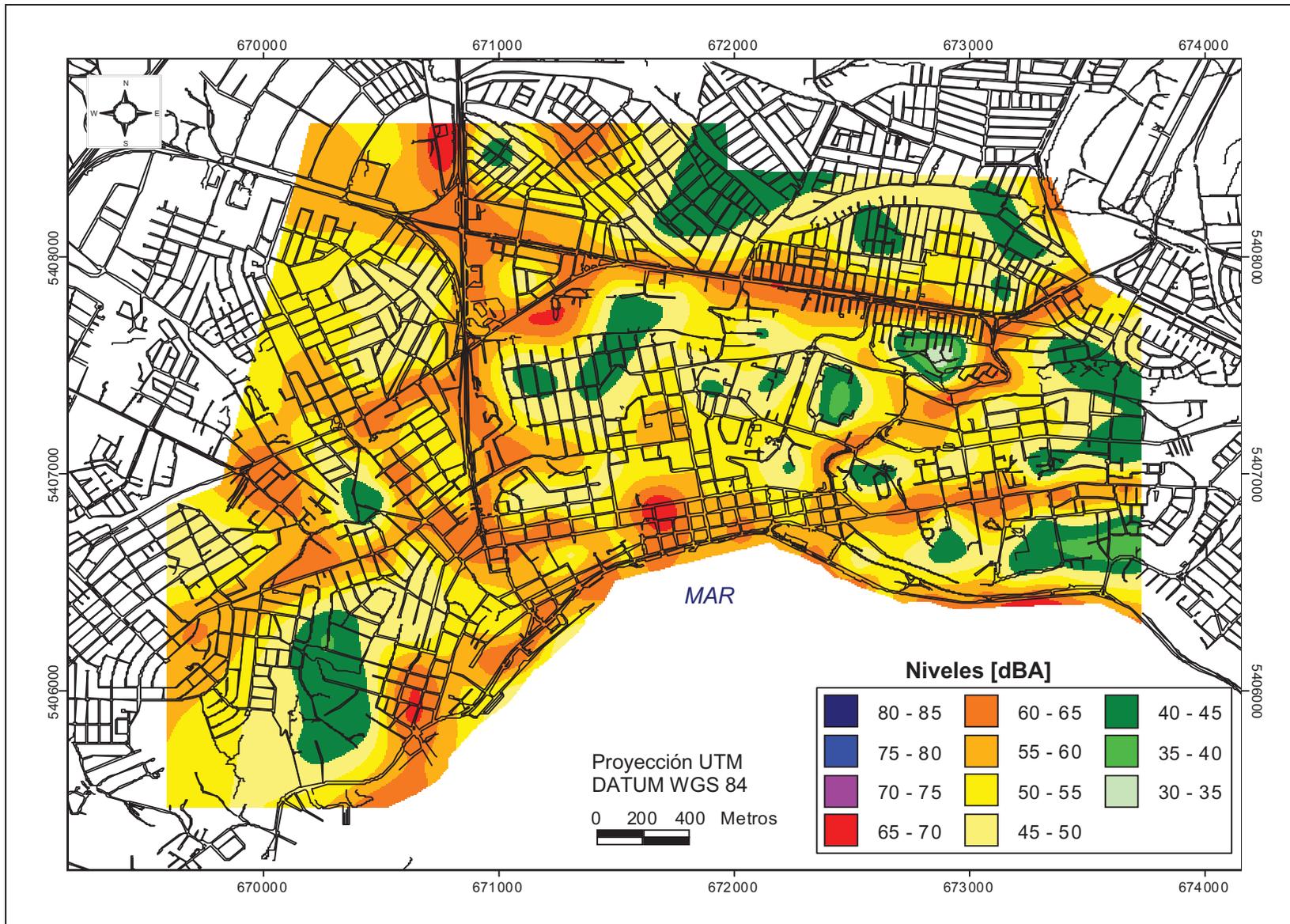
El área de estudio cubre una superficie de 9,021 Km. de zona urbana de la comuna de Puerto Montt. La cual esta definida por el Norte, tercera terraza, hasta las poblaciones: Manuel Rodríguez, Estero Lobos y Antonio Varas norte; por el Poniente, las poblaciones: Villa Olímpica, San Luís, Eleuterio Ramírez, Cumbre Alta y Villa Nevada; al Oriente, las poblaciones: Colina, Lintz y Miramar y al Sur con el borde costero, correspondiente al seno de Reloncavi. La zona de estudio, incluye el área de interés de la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt.

A continuación se incluyen los mapas promedio anuales para los descriptores Nivel Día (L_D), Nivel Noche (L_N), Nivel Día-Noche (L_{DN}), y Nivel Día-Tarde-Noche (L_{DEN}).

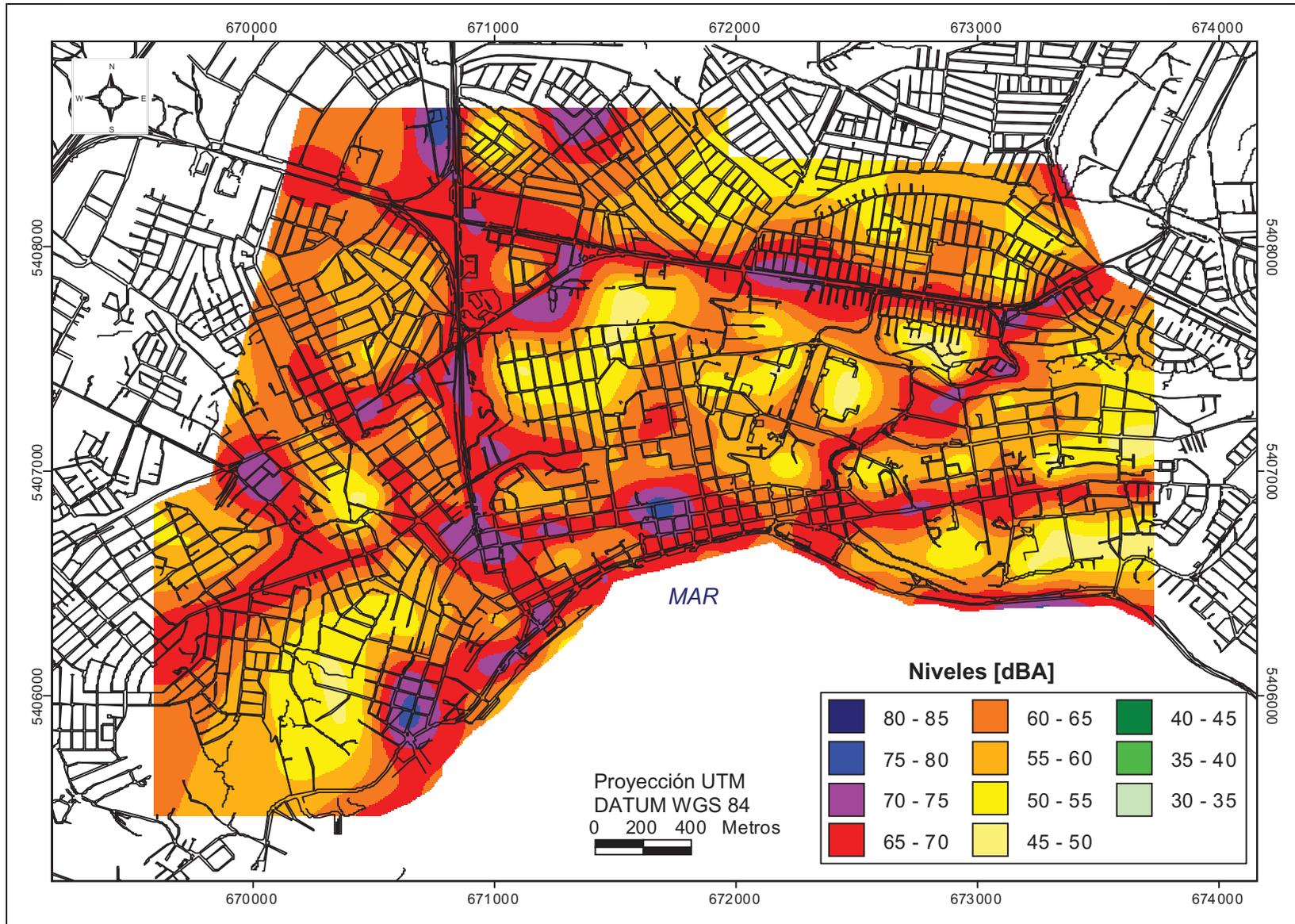
Caracterización Acústica de la Ciudad de Puerto Montt: Nivel Día Anual L_D



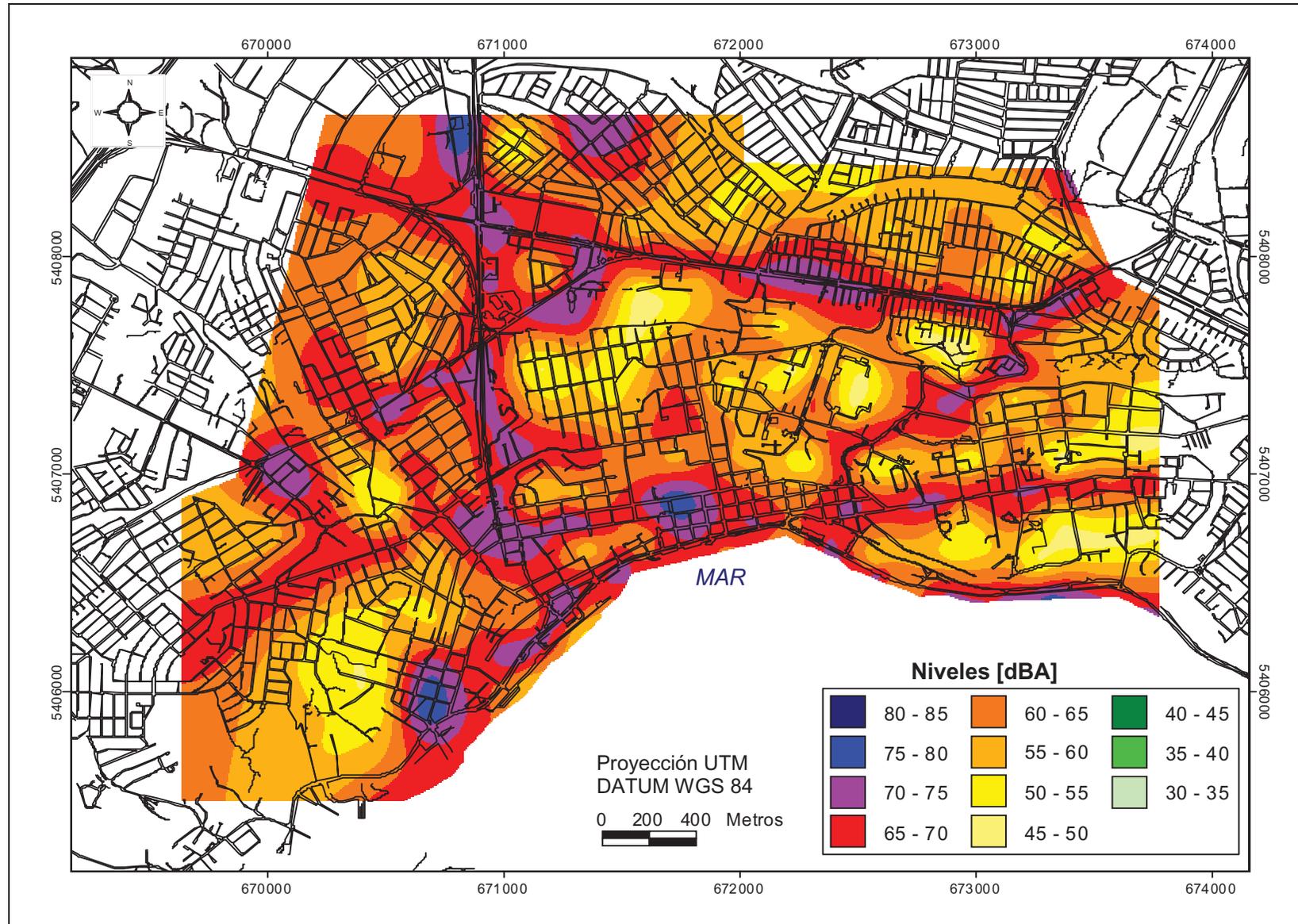
Caracterización Acústica de la Ciudad de Puerto Montt: Nivel Noche Anual L_N



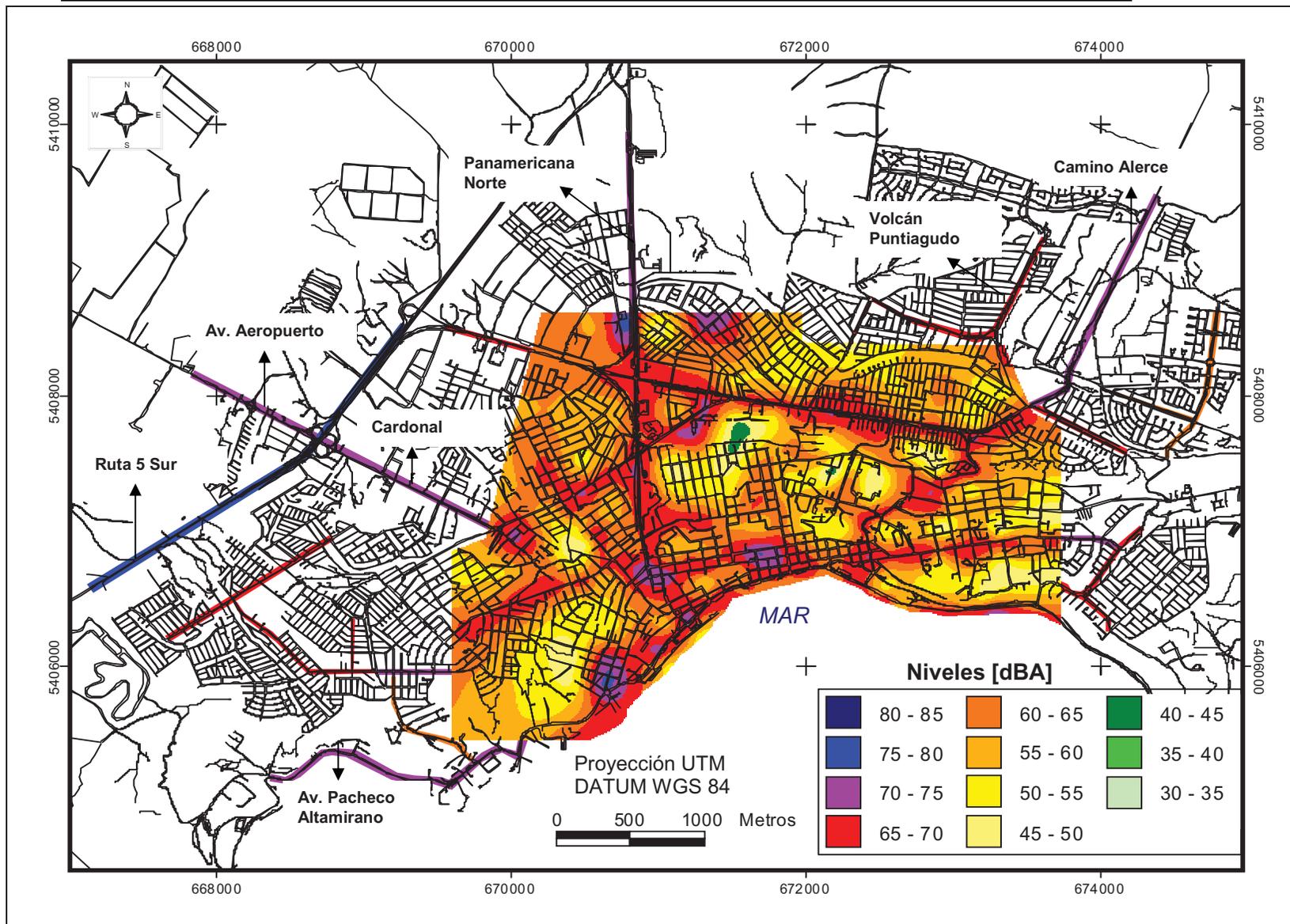
Caracterización Acústica de la Ciudad de Puerto Montt: Nivel Día Noche Anual L_{DN}



Caracterización Acústica de la Ciudad de Puerto Montt: Nivel Día Tarde Noche Anual L_{DEN}



Caracterización Acústica de la Ciudad de Puerto Montt: Nivel Día Anual L_D



En los mapas acústicos obtenidos, se puede apreciar los diferentes ambientes sonoros presentes en la ciudad de Puerto Montt, en los cuales se identifica zonas con altos niveles de ruido, que principalmente son las vías vehiculares con alto flujo, y zonas con menos niveles de ruido, que principalmente corresponden a zonas residenciales de poca actividad urbana.

De los resultados gráficos logrados, las zonas de la ciudad, que presentan altos niveles de ruido son:

- El sector donde se unen las Av. Salvador Allende con Av. Parque Industrial, ambas de gran flujo vehicular, con L_D que superan los 65 dB(A) y con L_{DEN} sobre los 70 dB(A), la primera corresponde a la arteria vehicular de entrada y salida a la ciudad por la zona norte, la segunda es una importante avenida que se conecta con otras vías como ruta 5 sur, con L_D sobre los 75 dB(A), que es conexión con la isla de Chiloé y esta con Av. Aeropuerto, con L_D sobre los 70 dB(A), vías de altos niveles de ruido, producido por el alto flujo vehicular.
- Av. Presidente Ibáñez, presenta altos niveles de ruido, con L_D sobre los 65 dB(A) y en sectores con L_{DEN} sobre los 70 dB(A), esto se debe al gran flujo vehicular que se genera en esta vía, debido a que es conexión con casi todos los sectores e la ciudad, por su gran extensión.
- Av. Salvador Allende se conecta en dirección sur con vías como Crucero, la cual, presenta altos niveles de ruido, con L_D sobre los 65 dB(A), ya que posee un gran flujo vehicular, debido a que une sectores ubicados en la zona poniente de la ciudad de alta concentración de población. Av. Salvador Allende también se conecta hacia el sur con las calles Urmeneta y Benavente, de altos niveles de ruido, con L_D mayores a 65 dB(A) y tramos donde el L_{DEN} supera los 70 dB(A), las cuales corresponde a vías que conectan, principalmente al centro de la ciudad con poniente de esta.
- El sector donde se conectan Av. Salvador Allende, Chorrillos, Ecuador, Benavente y Urmeneta, presenta altos niveles de ruido, con L_D sobre los 70 dB(A), el cual,

se genera por el gran flujo y atochamiento de buses intercomunales, locomoción colectiva, camiones, etc.

- La zona donde se ubica el Puerto de la ciudad, presenta altos niveles de ruido, con L_D sobre los 75 dB(A), debido al gran flujo de buses, camiones y locomoción colectiva, que transitan por la Av. Angelmó la cual se conecta con Chorrillos, Ecuador, Miraflores y Av. Diego Portales.
- El sector donde se encuentra ubicado el Terminal de buses de la ciudad, presenta altos niveles de ruido, con L_D sobre los 70 dB(A), el cual, es producido por el alto flujo vehicular, principalmente compuesto por la locomoción colectiva de la ciudad, cabe destacar que una parte importante de las micros que recorren la ciudad son antiguas, por ende, generan un importante aporte de ruido, por el mal estado de estas.
- La zona céntrica de la ciudad presenta altos niveles de ruido, con L_D que superan los 65 dB(A) y en algunos sectores supera los 70 dB(A), lo cual se debe a la importante actividad urbana que se genera en este sector, pero principalmente al ruido que genera el tráfico vehicular, en la vías Urmeneta, Benavente, Antonio Varas, Copiapó y Serena.
- Altos niveles de ruido, se presentan en calle Ejercito, con L_D que superan los 65 dB(A) y L_{DEN} que superan los 70 dB(A) en algunos tramos, una de las principales vías, la cual, conecta zonas residenciales de la ciudad, como la tercera terraza con el centro de la ciudad, por la cual, se genera un alto flujo vehicular, incluyendo micros y camiones, cabe destacar que esta vía presenta un pronunciada pendiente.
- Calle Egaña, presenta altos niveles de ruido, con L_D mayores a 65 dB(A) y en algunos tramos con L_{DEN} mayores a 70 dB(A), el cual, es generado por el alto flujo vehicular, debido a que esta vía es una de las principales conexiones con el sector oriente de la ciudad.

También se aprecia sectores con niveles más bajos de ruido ambiental, estos corresponden a sectores, principalmente, residenciales, compuestos de vías con bajo flujo vehicular, debido a la poca actividad urbana que generalmente se produce en estas

zonas de la ciudad, como: Población Modelo, población Antonio Varas, población Estero Lobos, población Bellavista, etc.

Podemos destacar el evidente descenso de niveles de ruido, que se muestra en el mapa correspondiente al periodo nocturno, debido a que la actividad urbana de la ciudad decae notoriamente, lo cual, produce una gran disminución de flujo vehicular en este periodo del día. Cabe destacar que se presentan niveles no recomendados por la OECD, UE, OMS, etc. para este periodo del día, sobre los 60 dB(A), los cuales, se asocian a las principales vías de la ciudad, los que se analizan a continuación.

7. Análisis de Datos.

7.1. Comparación de niveles según criterio OECD, U.E. y OMS.

Los datos considerados, que se comparan con estos criterios, corresponden a valores promedios anuales, de las mediciones realizadas en la ciudad de Puerto Montt, por la metodología antes descrita.

La OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo) recomienda niveles equivalentes del periodo diurno no sean mayores a 65 dB(A) para zonas residenciales existentes y no mayores a 55 dB(A) para zonas residenciales nuevas [OECD 1991].

De los criterios más utilizados para comparaciones de ruido ambiental en la Unión Europea, el más utilizado es el de 65 dB(A) como límite para el nivel equivalente durante el periodo diurno y 55 dB(A) para el periodo nocturno [UE 2002].

Criterio OECD y U. E.	Diurna (7:00 - 23:00) % Puntos	Criterio U. E	Nocturna (23:00 - 7:00) % Puntos
LD < 65 dB(A) Aceptable	75.9	LN < 55 dB(A) Aceptable	66.7
LD > 65 dB(A) Inaceptable	24.1	LN > 55 dB(A) Inaceptable	33.3

Tabla 3: Límites de aceptación en zonas residenciales existentes. Fuente [Elaboración propia].

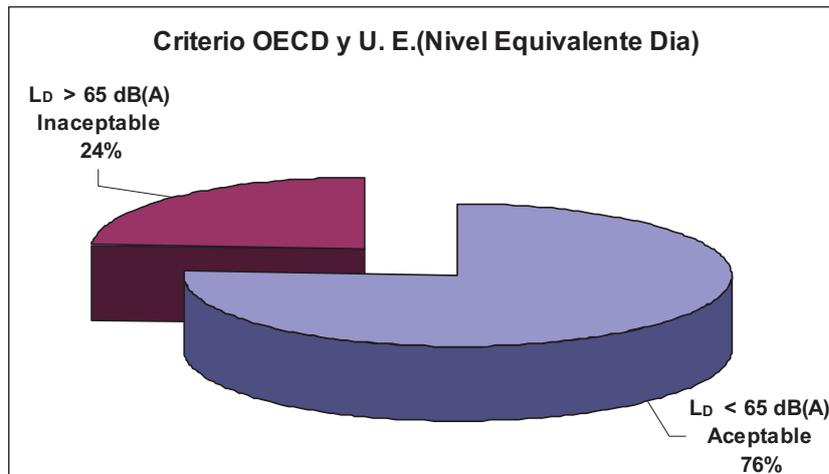


Gráfico 2: criterio OECD para L_D . Fuente [Elaboración propia].

Gráfico 2, muestra un 24 % de inaceptabilidad de los niveles días medidos. Sobre 65 dB(A), el ruido produce sensación de molestia seriy reacción de estrés, a la larga puede producir alteraciones de salud por la reacción de estrés mantenida.

Un 67% de los puntos medidos de noche esta en el rango de aceptabilidad y un 33% en un rango de inaceptabilidad, se muestran en *grafico 3*. Según el criterio considerado, un tercio de los lugares medidos no califican como aceptable, en la noche, cuando el descanso es la principal actividad.

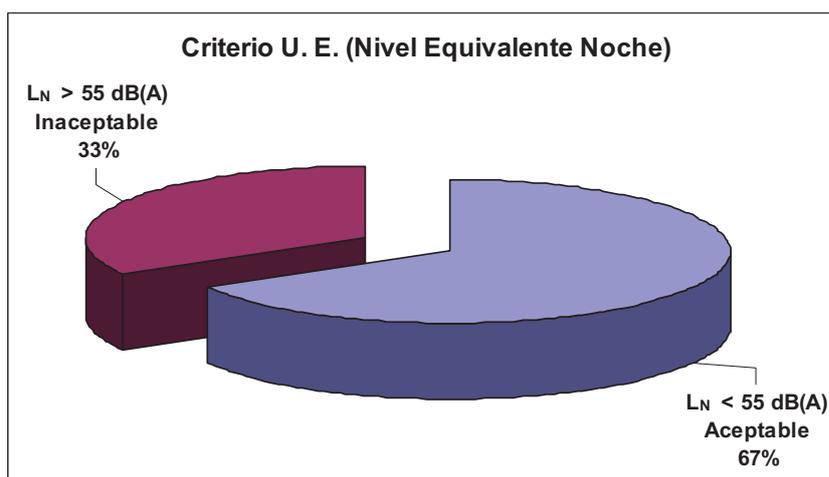


Gráfico 3: criterio OECD para L_N . Fuente [Elaboración propia].

Los niveles recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud), nivel día y nivel noche, son más exigentes que la OECD.

Criterio OMS	Diurna (7:00 - 23:00) % Puntos	Criterio OMS	Nocturna (23:00 - 7:00) % Puntos
$L_D < 50$ dB(A) Sin efecto	6.8	$L_N < 45$ dB(A) Sin efecto	15.4
$L_D > 50$ dB(A) Molestia Moderada	17.9	$L_N > 45$ dB(A) Perturbacion del sueño	84.6
$L_D > 55$ dB(A) Molestia Seria	75.3		

Tabla 4: Valores sugeridos por la OMS, para L_D y L_N . Fuente [Elaboración propia].

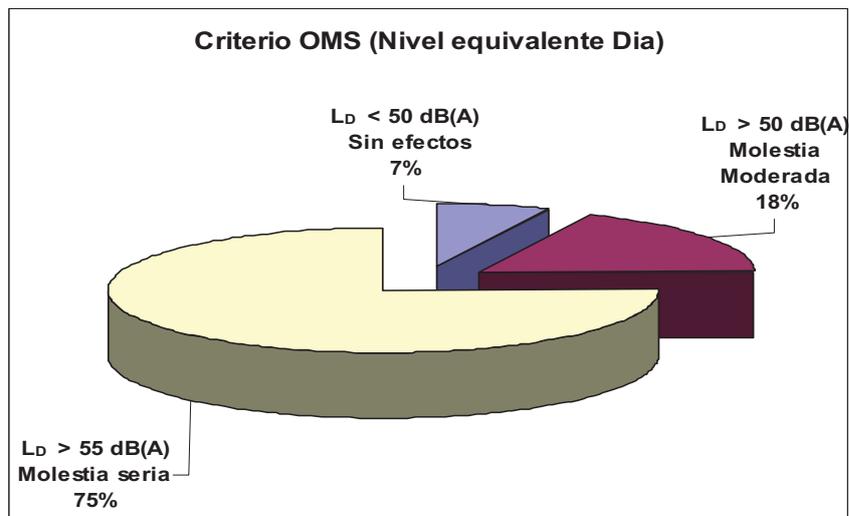


Gráfico 4: criterio OMS para L_D . Fuente [Elaboración propia].

Con los niveles registrados en la zona evaluada, un 75% de los lugares medidos presentaría una molestia seria, un 18 % presentaría una molestia moderada y solo un 7 % estaría sin efecto alguno según *grafico 4*.

Mientras que para los niveles equivalentes noche, un 85% de los lugares medidos presentaría algún grado de perturbación del sueño y solo un 15% no presentaría efecto como muestra el *grafico 5*.

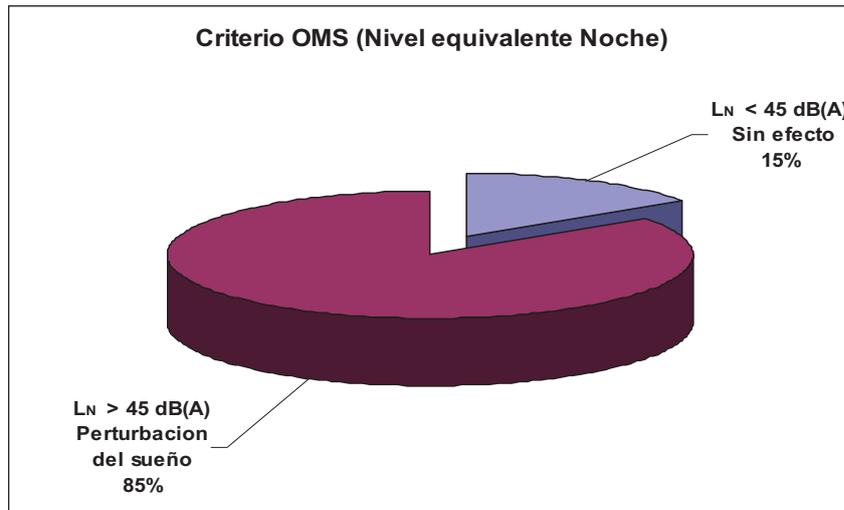


Gráfico 5: Criterio OMS para L_N . Fuente [Elaboración propia].

Cabe destacar que los niveles recomendados por estos criterios internacionales, corresponden, a valores guías, límites objetivos, a los cuales, debería estar expuesta los habitantes de la ciudad de Puerto Montt

7.2. Distribución porcentual de los descriptores acústicos anuales.

A continuación en la *tabla 5*, muestra porcentualmente la distribución de los diferentes descriptores acústicos, en tramos de 5 dB(A) establecidos por la norma ISO 1996-2: Nivel equivalente día (L_D), nivel equivalente noche (L_N), nivel equivalente día-noche (L_{DN}) y nivel equivalente día-tarde-noche (L_{DEN}) calculados con las ecuaciones 1, 2, 3, 4, que se utilizaron para la confección de los mapas acústicos.

Intervalos dB(A)	Nivel día L_D (%)	Nivel noche L_N (%)	Nivel día-noche L_{DN} (%)	Nivel día-tarde-noche L_{DEN} (%)
35-40	0.0	0.6	0.0	0.0
40-45	1.2	16.0	0.0	0.0
45-50	5.6	24.7	3.7	1.2
50-55	19.1	25.3	17.9	16.7
55-60	27.2	14.8	27.8	28.4
60-65	22.8	17.3	19.1	19.8
65-70	17.9	1.2	22.2	19.8
70-75	6.2	0.0	8.6	13.2
75-80	0.0	0.0	0.6	1.2

Tabla 5: Variación en % de puntos de los descriptores acústicos anuales. Fuente [Elaboración propia].

En la *tabla 5*, el descriptor L_D anual muestra una variación de nivel desde los 40 dB(A) hasta los 75 dB(A), concentrándose con un 27.2 % del total de los puntos en el intervalo de 55-60 dB(A). El descriptor L_N anual muestra una variación entre los 35 dB(A) y los 70 dB(A), concentrándose con un 25.3 % del total de las mediciones en el intervalo de 50-55 dB(A). El descriptor L_{DN} muestra una variación de nivel desde los 45 dB(A) a los 80 dB(A), concentrándose con un 27.8 % del total de puntos en el intervalo de 55-60 dB(A). El descriptor L_{DEN} anual muestra una variación desde los 45 dB(A) hasta los 80 dB(A), concentrándose con un 28.4 % del total de las mediciones en el intervalo de 55-60 dB(A).

En el *grafico 6*, se observa la distribución de porcentaje de los descriptores acústicos L_D , L_N , L_{DN} , L_{DEN} , anuales.

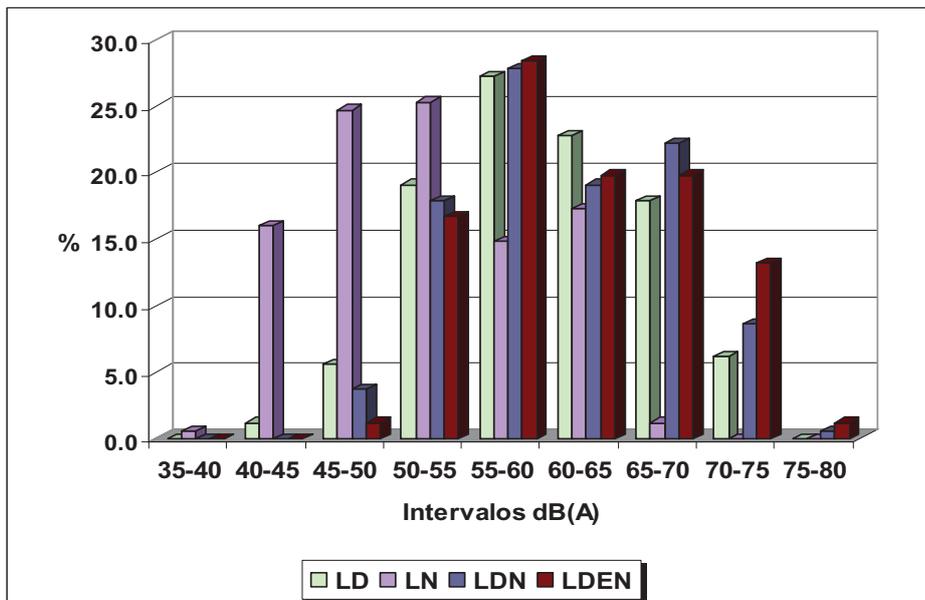


Gráfico 6: Distribución de los % entre L_D , L_N , L_{DN} , L_{DEN} , anual Fuente [Elaboración propia].

Según lo expuesto en el gráfico anterior, se puede apreciar una tendencia esperada, de distribución porcentual, de los descriptores anuales, la cual, agrupa el nivel noche (L_D) con el mayor porcentaje, en niveles bajo los 55 dB(A). Se observa que los descriptores correspondientes a L_D , L_{DN} y L_{DEN} , se agrupan, en mayor porcentaje, en el rango de 55 - 60 dB(A) y se distribuyen, en mayor porcentaje, sobre los 55 dB(A).

7.3. Análisis estadístico de los datos registrados.

El análisis estadístico descriptivo del total de las mediciones realizadas, del $L_{eq(A)}$, L_{MAX} , L_{MIN} , L_{10} , L_{50} , L_{90} , para la caracterización del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt, en 162 lugares diferente para los 6 periodos del día correspondientes a las dos campañas de medición, se muestran a continuación.

En la *tabla 6* se muestran la moda, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo del, $L_{eq(A)}$, L_{MAX} , L_{MIN} , para los 6 periodos del día.

Descriptor	Periodo	Moda	Promedio	Des. Estándar	Mínimo	Máximo
LeqdB(A)	1	55	60.1	7.3	42	76
	2	55	60.1	7.0	41	75
	3	55	60.5	6.8	42	77
	4	66	59.5	7.4	41	77
	5	55	54.4	7.1	36	70
	6	47	52.0	7.2	36	73
Lmin	1	44	47.7	6.4	34	63
	2	42	47.0	6.6	35	69
	3	45	47.6	6.1	35	66
	4	41	46.5	6.3	30	63
	5	38	38.6	5.9	26	61
	6	31	36.2	6.0	24	59
Lmax	1	80	75.9	7.3	57	93
	2	76	76.1	6.8	49	93
	3	77	76.0	7.0	53	93
	4	76	74.1	7.7	48	94
	5	69	74.2	8.5	53	91
	6	72	72.9	9.0	51	91

Tabla 6: Moda, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de las mediciones $L_{eq(A)}$, L_{MAX} y L_{MIN} . Fuente [Elaboración propia].

En el *grafico 7*, se representa la columna “promedio” de la tabla 6. En ella podemos observar claramente que los promedios del $L_{eq(A)}$, L_{MAX} , L_{MIN} , de las mediciones para los 6 periodos del día.

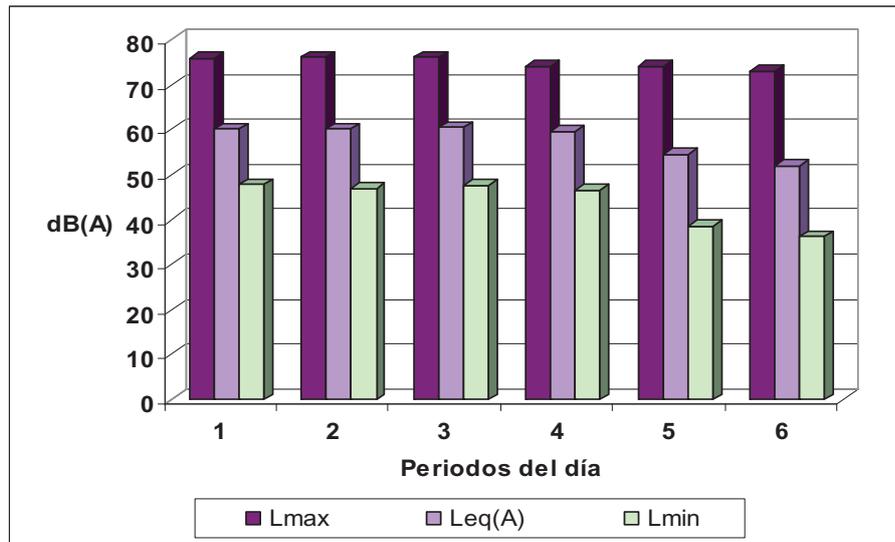


Grafico 7: Promedio del $L_{eq(A)}$, L_{MAX} , L_{MIN} , de todos los puntos de medición en los seis periodos del día. Fuente [Elaboración propia].

Este análisis nos muestra la estrecha diferencia que existe en el promedio de los niveles equivalentes medidos en los primeros 4 periodos del día, de lo cual, podemos deducir que la mayor actividad de la ciudad se genera casi en forma similar durante el periodo diurno. En el quinto periodo se observa una disminución de 5 dB(A) aprox. y en el sexto decae en 8 dB(A) aprox. con respecto al los periodos correspondiente al diurno, esto refleja el decaimiento de la actividad de la ciudad en el periodo nocturno.

En la *tabla 7* se muestran la moda, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de los percentiles L_{10} , L_{50} , L_{90} para los 6 periodos del día.

Descriptor	Periodo	Moda	Promedio	Des. Estándar	Mínimo	Máximo
L ₁₀	1	69	63.3	7.7	45	80
	2	56	62.8	7.7	43	78
	3	69	63.2	7.3	45	81
	4	69	62.1	7.9	42	81
	5	49	56.0	8.2	38	74
	6	47	52.5	7.9	37	76
L ₅₀	1	66	56.7	8.0	41	74
	2	51	55.9	7.8	40	73
	3	51	56.5	7.6	41	74
	4	64	55.7	7.8	38	73
	5	44	47.1	7.0	33	65
	6	41	43.8	6.3	33	65
L ₉₀	1	46	51.8	7.2	37	68
	2	45	50.9	7.2	37	71
	3	47	51.4	6.9	38	69
	4	46	50.7	7.2	34	69
	5	39	41.9	5.8	29	62
	6	37	39.5	5.7	29	60

Tabla 7: Moda, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de las mediciones L₁₀, L₅₀ y L₉₀ Fuente [Elaboración propia]

En el *grafico 8*, se representa la columna “promedio” de la tabla 6. En ella podemos observar claramente que los promedios del L₁₀, L₅₀, L₉₀, de las mediciones para los 6 periodos del día.

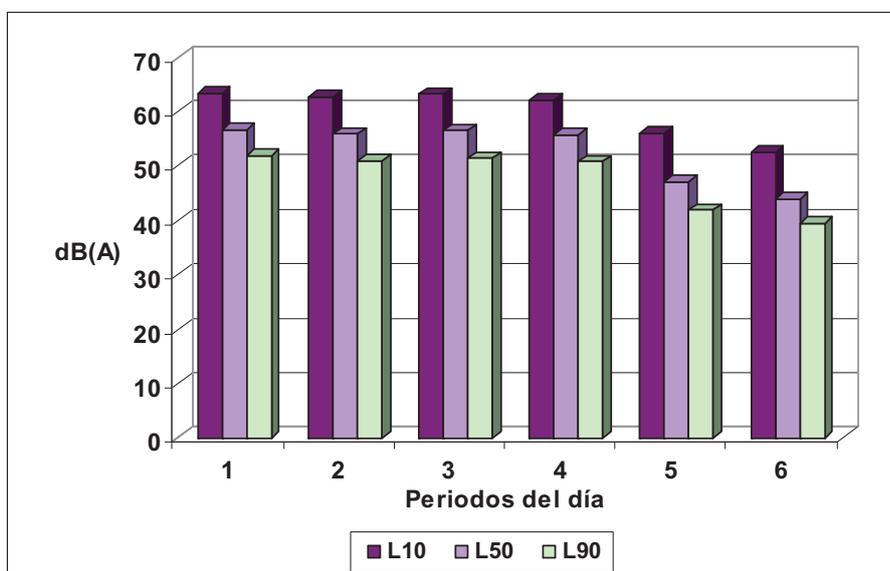


Grafico 8: Promedio del L₁₀, L₅₀, L₉₀, de todos los puntos de medición en los seis periodos del día. Fuente [Elaboración propia].

7.4. Ecuaciones de predicción de ruido de tráfico vehicular.

Uno de los principales problemas de ruido ambiental es producido por el tráfico rodado tal como muestran estudios hechos en Chile y de otros países. Los factores que influyen en el ruido de tráfico son principalmente el número de vehículos, composición del tráfico, situación del punto de medida y la velocidad.

A pesar de la gran variedad de trabajos en esta materia, no existe un modelo de ecuación consensuada internacionalmente, y cada país utiliza sus propios métodos de predicción. Esta situación da cuenta de la gran complejidad y poca homogeneidad de las variables que intervienen. En Europa se ha desarrollado el proyecto Harmonoise, es un proyecto fundado por la Comisión Europea el año 2001. El principal objetivo del proyecto es proporcionar métodos de predicción de los niveles de ruidos ambientales de caminos y de ferrocarriles, de modo que sean consensuados, armonizados, más exactos y más confiables.

Para el cálculo de las ecuaciones simplificadas de ruido de tráfico se utilizaran herramientas de análisis de correlación y estimación lineal. En las ecuaciones de predicción de ruido de tráfico es conocida la relación entre el nivel equivalente y el logaritmo del flujo vehicular [Suárez 2002]. Esta relación es del tipo:

$$LA_{eq} = A + B * \text{Log}(Q) \quad [Ec.6]$$

A continuación en el *gráfico 9*, se muestra la ecuación de predicción de ruido de tráfico que se obtuvo para el periodo diurno, donde se utilizó un método de regresión lineal simple para estimar niveles generados por el parque automotor de esta ciudad.

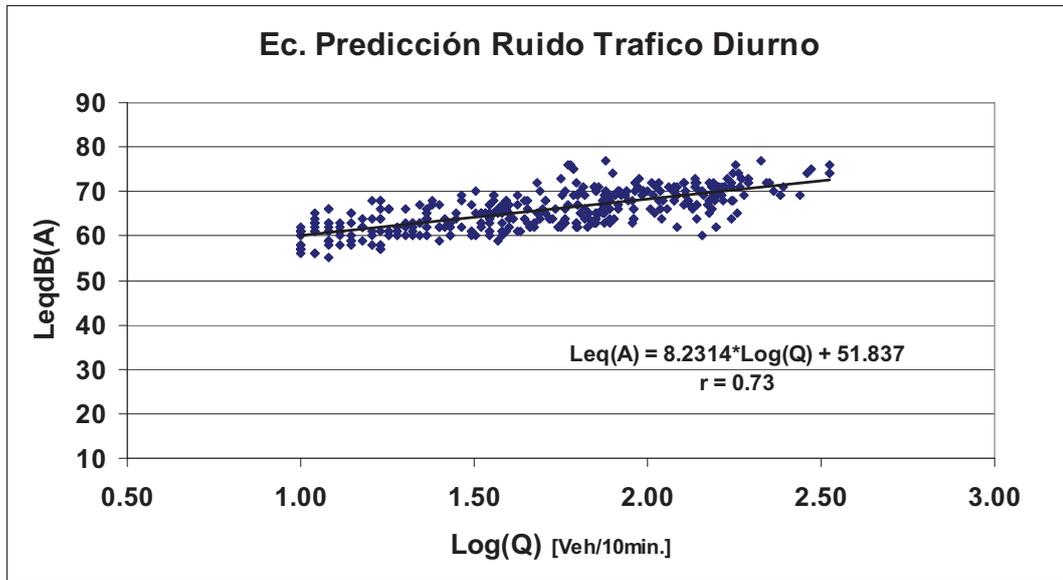


Grafico 9: Periodo diurno, ecuación de predicción de ruido de tráfico. Fuente [Elaboración propia].

Cuando se trata de dos variables solamente, se habla de correlación simple y cuando se trata de más de dos variables se habla de correlación múltiple. Para determinar otras correlaciones, se procede a comprobar la relación entre las variables (matriz correlaciones), para lo cual se calcula el coeficiente de correlación múltiple, determinando seguidamente las constantes A, B,..., que se obtienen mediante la solución de una ecuación matricial [Suárez 2002]. La ecuación de la recta es del tipo:

$$y = mx + b, \text{ o bien, } y = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + b \quad [Ec.7]$$

Se realizaron análisis para establecer correlación entre las distintas variables medidas. Las variables utilizadas fueron: porcentaje de vehículos total Q, porcentaje de vehículos pesados Q_p , porcentaje de motos Q_m y la distancia a la vía d.

A continuación en la *tabla 8* se muestra la comparación de las ecuaciones de predicción de ruido de tráfico: ecuación simple y ecuación múltiple, en periodo diurno y nocturno.

Periodo	Ecuación	Coefficiente de Correlación "r"	Promedio de Error Abs. dB(A)	D. Estándar Error Abs. dB(A)
Diurno simple	$Leq=8.23*\text{Log}(Q)+51.84 \text{ dB(A)}$	0.73	2.43	1.77
Nocturno simple	$Leq=11.29*\text{Log}(Q)+45.01 \text{ dB(A)}$	0.74	2.32	2.04
Diurno múltiple	$Leq=5.18*\text{Log}(Q)+4.61*\text{Log}(Qp)+1.59*\text{Log}(Qm)-0.3*d+56.3 \text{ dB(A)}$	0.83	2.3	1.79
Nocturno múltiple	$Leq=8.15*\text{Log}(Q)+2.51*\text{Log}(Qp)+3.64*\text{Log}(Qm)-0.23*d+50.4 \text{ dB(A)}$	0.78	2.48	1.85

Tabla 8: Comparación de Ecuaciones de predicción de Ruido Tráfico. Fuente [Elaboración propia]

Las ecuaciones obtenidas tienen coeficientes de correlación bastante aceptables, los cuales nos indican una buena intensidad de relación entre las variables. Estas ecuaciones son validas en las mismas circunstancias en que se tomaron los datos y son una sencilla herramienta para calcular el nivel de ruido generado por el tráfico rodado, solo introduciéndoles tipo y numero de vehículos.

7.5. Variabilidad temporal: estación fija de monitoreo durante las 24 horas.

El registro de la variación de los niveles sonoro en un determinado lugar durante las 24 horas del día supone un conocimiento de la variación temporal de estos niveles.

El *grafico 10*, muestra como varían los niveles de ruido cada una hora durante una semana.

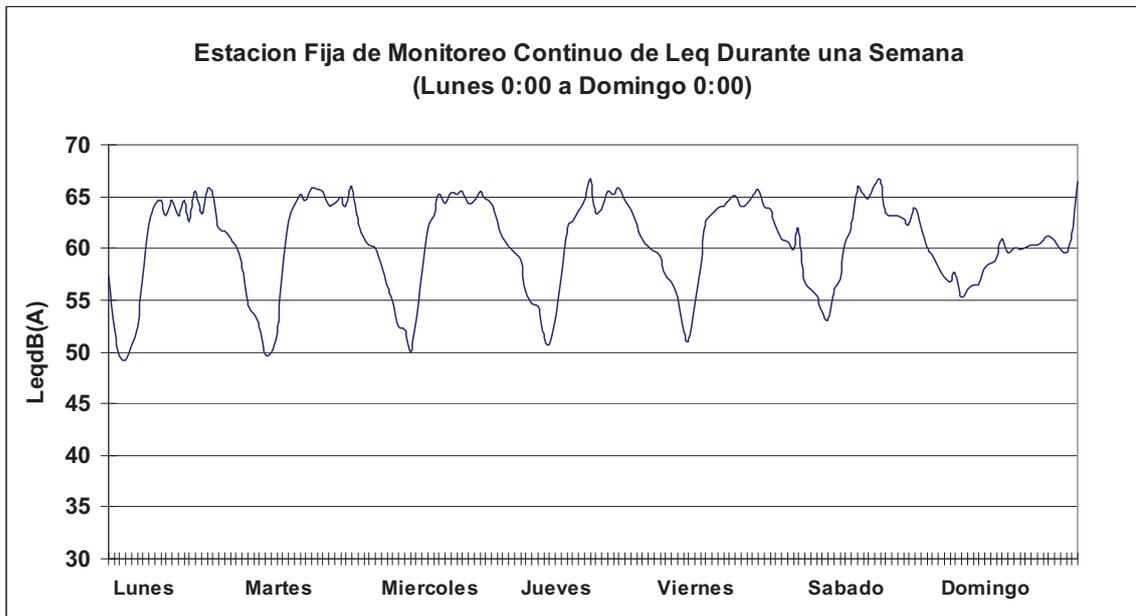


Grafico 10: Variabilidad del Leq en dB(A) durante una semana. Fuente [Elaboración propia].

En el Grafico 10, se puede apreciar que durante el transcurso del día domingo existe notoriamente un nivel equivalente menor que el resto de los días, lo cual, concuerda con el criterio utilizado de OECD, donde el día menos ruidoso es el domingo.

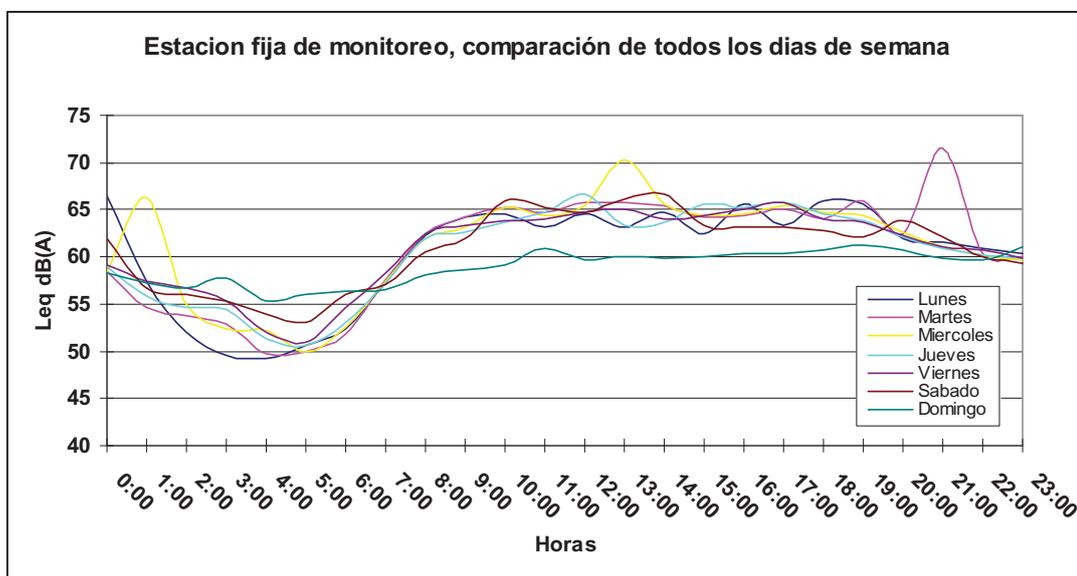


Grafico 11: Comparación de la variación del Leq(A) entre los días de semana. Fuente [Elaboración propia].

Se puede observar, en el *grafico 11*, que alrededor de las 6:30 hrs. A.M. los niveles comienzan a elevarse sobre los 55 dB(A). Se asume que en este horario comienza la

actividad urbana de la ciudad y por ende la actividad de tráfico vehicular. A las 9:00 hrs. (aprox.) los niveles se encuentran entorno a los 65 dB(A), el cual, se mantiene constante durante la mayor parte del día, y los niveles empiezan a descender bajo los 60 dB(A) alrededor de las 00:30 hrs. (aprox.), horario en el cual la actividad urbana decae considerablemente y consecuencia de esto también disminuye el flujo vehicular, ya que la principal actividad de la población es el descanso, en este periodo horario.

7.6. Diferencia acústica entre las dos campañas de medición.

La diferencia promedio, día de semana, horario diurno en decibeles ponderados A, entre las dos campañas de medición (temporada turística alta y baja), se aprecia a continuación en el *grafico 12*.

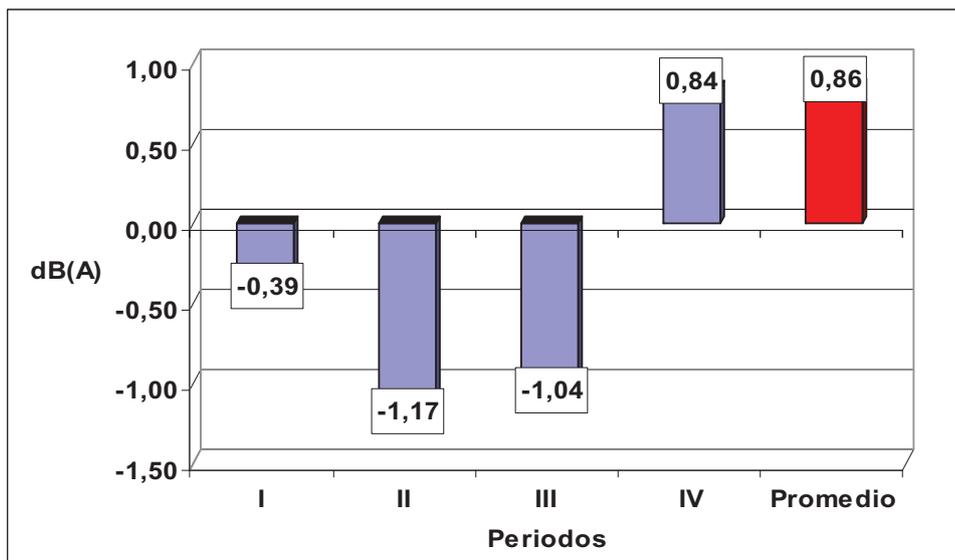


Grafico 12: Diferencia Promedio en dB(A) día de semana entre las dos temporadas para el periodo diurno. Fuente [Elaboración propia].

El *grafico 12*, muestra un mayor nivel promedio de ruido en temporada turística baja, para los tres primeros periodos del día. Se asume este aumento de niveles a una mayor actividad urbana generada, principalmente, por la actividad educacional correspondiente a esta temporada del año, Se observa un mayor nivel promedio de ruido en el cuarto periodo en temporada turística alta. Como en verano hay luz de día hasta las 22:00 hrs. (aprox.), se entiende que exista mayor actividad en la ciudad hasta este horario.

La diferencia absoluta promedio, día de semana periodo diurno, entre las dos temporadas, es aproximadamente de 0.86 dB(A), valor, el cual, nos resulta poco significativo, para efectos de establecer una diferencia que caracterice cada temporada turística:

$$\Delta dB(A) = \frac{0.39 + 1.17 + 1.04 + 0.84}{4} = \mathbf{0.86 \text{ dB(A)}}.$$

8. Procedimiento e información obtenida del estudio subjetivo de ruido ambiental.

8.1. La Encuesta Social.

El método común para determinar el grado de molestia y efectos psicológicos por exposición al ruido en una comunidad es a través de una encuesta social. No existe una normalización en la técnica de efectuar la encuesta social, y por ello difieren entre sí, en el método de entrevista, estrategia de muestreo, longitud y verbalización del cuestionario, escalas de respuestas, etc. [Sommerhoff 2000].

El objetivo de la encuesta en nuestro trabajo es obtener información que nos permita evaluar y comparar, entre diversas variables, la percepción que tiene la población de Puerto Montt del ruido en la ciudad y de sus efectos. Específicamente nos interesa conocer de la población:

- a) La sensibilidad de la población hacia el ruido ambiental, tanto si es audible como si es molesto.
- b) Identificar las principales fuentes de ruido ambiental de la ciudad.
- c) El grado de molestia que les producen distintos tipos de fuentes de ruido ambiental.
- d) Actividades impactadas o alteradas por el ruido ambiental.
- e) Los efectos psicofisiológicos y perturbaciones principales que les produce el ruido y acciones contra esta.
- f) Conocimiento de la legislación de ruido ambiental.

- g) La valoración económica que le asignan a la diferencia de estar en un ambiente ruidoso a un ambiente silencioso.

8.2. Diseño de la encuesta.

El diseño de esta encuesta, toma como referencia la propuesta realizada por la ISO/TS 15666, cuyo objetivo es dar una normativa a seguir para la evaluación socio-acústica del ruido en las personas [ISO 2003]. También, las experiencias de otros estudios realizados por el equipo de investigación, como, *Metodologías Simplificadas para Estudios de Acústica Ambiental: aplicación en la Isla de Menorca*. [Suárez 2002] y otros estudios de acústica, como, *Medición y Análisis de la Respuesta al Ruido Comunitario en la ciudad de Valdivia Utilizando Variables Sico fisiológicas, Sociológicas y de Valoración Económica* [Sommerhoff 2000] y *Elaboración de una encuesta sobre percepción de ruido ambiental para ser aplicadas en familias del Programa Puente de la comuna de Chimbarongo* [González 2006].

La encuesta utilizada para este estudio se incluye en el *Anexo 5*.

8.3. Población y marco muestral.

La encuesta está dirigida a la población mayor o igual a quince años de edad. El marco muestral está compuesto por las viviendas y lugares de trabajos de Puerto Montt. La encuesta se aplica solo a una de las personas que habita en la vivienda o en su lugar de trabajo y que pertenece a la población. Las encuestas se entregaron en las viviendas seleccionadas con el fin de retirarla en días siguientes.

La encuesta fue encabezada por un texto que tenía como intención explicar su objetivo, forma de completarla, como también, motivar a las personas a responderla.

8.4. Selección de la muestra.

La confiabilidad de las conclusiones que se extraen de una población depende de la forma como se escoge la muestra. Para efectos estadísticos, una de las herramientas más poderosas de que se dispone para elegir una buena muestra es que esta sea seleccionada al azar [Siegel 1988]. Debido a que se requiere que la muestra represente

de la mejor forma a toda la población, una elección de sus elementos al azar ayuda a asegurar que la muestra no tiene un sesgo o un prejuicio en contra de algún grupo en particular o grupos de la población. Una muestra elegida al azar asegura que es, en el promedio, representativa de la población y nos permite cuantificar el grado de precisión de las conclusiones [Sommerhoff 2000].

8.5. Tamaño de la muestra.

Con la aleatoriedad no se puede esperar estar completamente seguros de nada. Por ello, el concepto de intervalo de confianza permite establecer un rango de valores alrededor del promedio de la muestra, para los cuales existe un cierto porcentaje de seguridad de que uno de estos valores sea el verdadero promedio de la población. La elección de un nivel de confianza de un 95% para construir el intervalo de confianza, es una convención estadística basada en parte por la tradición. Esto significa que se establece un estándar en el cual, el 95% de las veces se estará en lo cierto y un 5% de las veces en lo incorrecto. El tamaño de este intervalo de valores aumenta con el aumento del error estándar del promedio. También, es usual elegir el tamaño de la muestra de forma tal que el error estándar del promedio sea un 5%.

Como no se conoce la desviación estándar de la muestra, y debido a que las variables se pueden transformar en binomiales, se acude al valor más desfavorable de probabilidad de ocurrencia p y probabilidad de no-ocurrencia q del evento en estudio ($p = q = 50\%$). Podemos entonces utilizar, para la determinación del tamaño de la muestra la siguiente ecuación [Santos et al. 1999]:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{\delta^2(N-1) + Z^2 pq} \quad [Ec.8]$$

Donde n = tamaño de la muestra.

Z = margen de confiabilidad = 1,96 (para un nivel de confianza de 95%).

N = tamaño de la población.

$p = q = 0,5$.

δ = error máximo = 5%.

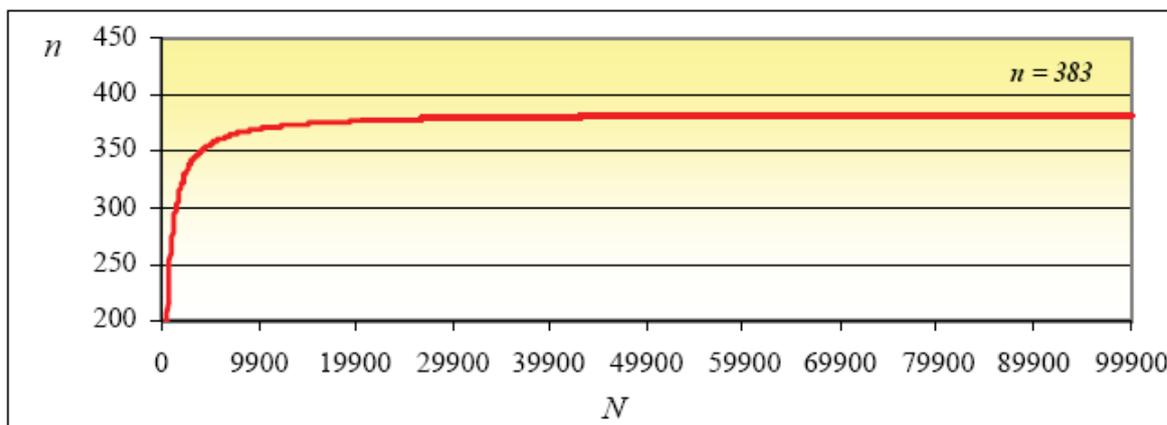


Gráfico 13: Grafica de ecuación (Ec. 8) con $p = q = 0,5$; $\delta = 5\%$. y $Z = 1,96$. Fuente [Sommerhoff 2000].

De acuerdo al INE [INE 2002] la estimación de la población para Puerto Montt para el año 2005 es cercana a 175.938. De esta cantidad, se estima que el 27.5% es menor de 15 años. Esto nos da un tamaño de población para la encuesta 127.528 personas. De acuerdo a la ecuación (6.1) y figura 6.1 para valores de N entre aproximadamente 80.000 y 220.000 el número de muestras necesarias para obtener un nivel de confianza de 95% y error 5% es de $n = 383$.

La distribución de la población según sexo y edad en la ciudad de Puerto Montt, se muestran en la *tabla 9*.

Edad	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
15 - 19 años	6.4%	6.5%	12.9%
20 - 29 años	10.6%	10.5%	21.1%
30 - 39 años	11.0%	10.8%	21.8%
40 - 49 años	9.6%	9.4%	19.0%
50 - 59 años	6.1%	6.0%	12.1%
60 - 69 años	3.5%	3.9%	7.4%
70 - 79 años	1.7%	2.4%	4.1%
80 y mas años	0.5%	1.1%	1.6%
Total	49.4%	50.6%	100.0%

Tabla 9: Distribución de población por: Edad y Sexo. Fuente [INE 2002].

8.6. Resultados de la encuesta.

8.6.1. Variables sociales

De acuerdo con la *Tabla 10*, se observa un porcentaje de personas masculinas de 48.3% y un 51.7 % de personas femeninas. Esta distribución es muy parecida a la que aparece en la *tabla 9*. También, en *grafico 14*, se aprecia una tendencia parecida, de distribución, de la población por sexo y edad, a la que se muestra en la *tabla 9*. Claramente, la estrategia de entregar las encuestas en viviendas y en lugares de trabajo, nos ha dado una buena representación de la población de Puerto Montt

Edad	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
15 a 19 años	0.6%	2.5%	3.1%
20 a 29 años	9.3%	12.1%	21.5%
30 a 39 años	12.4%	15.0%	27.4%
40 a 49 años	11.3%	10.2%	21.5%
50 a 59 años	6.8%	5.9%	12.7%
60 a 69 años	5.4%	2.5%	7.9%
70 a 79 años	2.5%	3.1%	5.6%
80 años y más	0.0%	0.3%	0.3%
Total	48.3%	51.7%	100%

Tabla 10: Distribución de encuesta por: Edad y Sexo. Fuente [Elaboración propia].

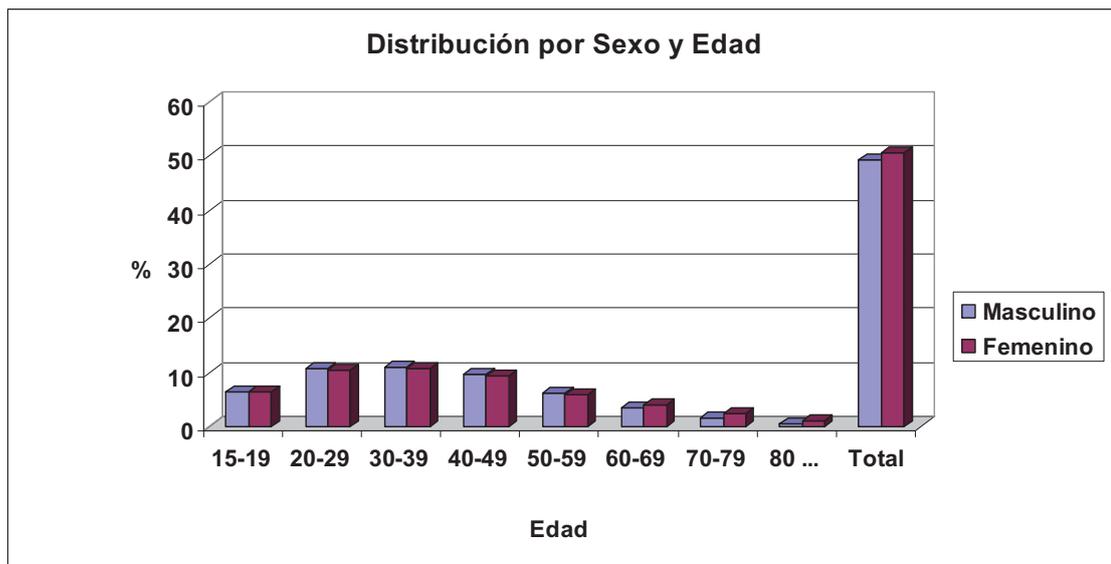


Gráfico 14: Distribución por sexo y grupo erario. Fuente [Elaboración propia].

8.6.2. Resultados encuesta, Sensibilidad al Ruido Ambiental.

En la *tabla 11, 12 y 13* se pueden ver los resultados obtenidos. En esta parte del estudio, se puede deducir, la opinión de la población sobre la sensibilidad al ruido, que tan audible o molesto puede ser en distintos lugares, periodos del año, días de la semana (día, noche), identificar las fuentes de ruido más comunes y que importancia tiene el ruido ambiental en la calidad de vida.

Pregunta	Respuesta	%
Sensibilidad de la población frente al Ruido.	No, nada sensible	8,9
	Ligeramente sensible	25,3
	Medianamente sensible	42,6
	Muy sensible	19,8
	Extremadamente sensible	2,2
	NS/NC	1,1
Percepción del Ruido exterior, al interior del HOGAR (dormitorio, living, etc.).	Nada audible	5
	Ligeramente audible	28,7
	Medianamente audible	37,9
	Muy audible	23,1
	Extremadamente audible	4,7
	NS/NC	0,6

Tabla 11: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

Pregunta	Respuesta	%
Percepción del ruido ambiental durante el día y la noche, en HOGAR.	Siempre es más ruidoso en el día	34,8
	Habitualmente es más ruidoso en el día	35,1
	Son igualmente ruidosos día y noche	14,5
	Habitualmente es más ruidosa la noche	7,2
	Siempre es más ruidosa la noche	2,2
	El ruido no es audible, no hay diferencia	5,8
	NS/NC	0,3
Percepción del ruido exterior, al interior del TRABAJO (oficina, local comercial, etc.).	Nada audible	7,2
	Ligeramente audible	18,9
	Medianamente audible	22,8
	Muy audible	27,3
	Extremadamente audible	13,4
	NS/NC	10,3
Percepción del ruido ambiental de la Ciudad durante el año. (epoca mas ruidosa)	Verano	25,3
	Invierno	8,1
	Igual durante todo el año	64,6
	NS/NC	1,9
Fuentes de Ruido que mas molesta por el ruido que genera frente al HOGAR.	Trafico Vehicular	47,6
	Locales de diversión	4,2
	Talleres	4,5
	Vecinos	6,4
	Construcciones	2,2
	Iglesias	1,7
	El puerto	0,3
	Ladrado de perros	22,6
	Otros:	5,3
	Ruido generado interiormente	1,7
	Ninguno	3,3
	NS/NC	0,3
Tráfico motorizado que más molesta por el ruido que genera, frente al HOGAR.	Automóvil	29
	Bus, microbús	14,2
	Camiones	29
	Aviones	0,8
	Moto o motocicleta	14,5
	Barcos	0
	Ninguno	10
	NS/NC	2,5

Tabla 12: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

Pregunta	Respuesta	%
Días y periodos (diurno y/o nocturno) el ruido existente en la CIUDAD es más molesto.	Diurno	
	Días de semana	29,8
	Días de fin de semana	1,4
	Todos los días Iguales	47,9
	NS/NC	20,9
	Nocturno	
	Días de semana	4,2
	Días de fin de semana	32,6
El ruido ambiental es un problema ambiental importante en la calidad de vida.	Todos los días Iguales	43,7
	NS/NC	19,2
	Si	95,5
	No	2,5
	NS/NC	1,9

Tabla 13: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

De los resultados obtenidos se puede destacar, que solo un 8.9% de los habitantes de Puerto Montt se considera nada sensible al ruido ambiental de la ciudad y un 90% presenta algún grado de sensibilidad frente a este contaminante. Con respecto a la percepción del ruido ambiental exterior que afecta al ambiente interior del hogar, solo un 5% lo percibe como no audible y un 94.4% presenta algún grado de audibilidad. Referente a la percepción del ruido exterior al interior del trabajo solo un 7.2% lo califica como nada audible y un 82.5% presenta algún grado de audibilidad. Un 64.6 % percibe el ruido ambiental de la ciudad como igual durante todo el año y un 25,3% identifica el verano como mas ruidoso. De la fuentes de ruido más molestas reconocidas en la ciudad se destacan la producida por el tráfico vehicular con un 47.6% y el ladrido de perros con un 22.6%. Un 95.5% de la población asume que el ruido ambiental es un problema importante en la calidad de vida.

8.6.3. Resultados encuesta, Fuentes de Ruido Ambiental en HOGAR.

De acuerdo a la *tabla 14*, se puede apreciar el grado de molestia que provoca, en el interior del hogar (por ejemplo en el dormitorio, living, etc.), distintas fuentes, tales como el tráfico vehicular, locales de diversión, talleres o industria, vecinos, obras y construcciones, actividades de iglesias, actividad portuaria y actividad turística

Fuentes	Grado de molestia en HOGAR					NS/NC
	No molesta absolutamente nada	Molesta ligeramente	Molesta medianamente	Molesta mucho	Molesta extremadamente	
Trafico Vehicular	13,1%	28,4%	25,3%	20,3%	4,7%	8,1%
Locales de diversión	51,0%	3,3%	3,1%	8,1%	3,6%	30,9%
Talleres o Industrias	42,3%	10,3%	10,0%	10,9%	4,7%	21,7%
Vecinos	24,5%	20,6%	19,8%	20,3%	7,0%	7,8%
Obras y Construcciones	35,9%	14,8%	11,1%	15,9%	3,6%	18,7%
Actividades Iglesias	61,3%	6,4%	5,8%	4,7%	2,5%	19,2%
Actividad Portuaria	67,4%	4,5%	3,3%	0,3%	0,8%	23,7%
Actividad Turística	75,8%	2,8%	1,9%	0,8%	0,0%	18,7%

Tabla 14: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

De los resultados obtenidos en esta parte del estudio se puede destacar, que un 20.3% califica, el ruido producido por el tráfico vehicular frente a su hogar, como de mucha molestia, y un 4.7% lo califica como extremadamente molesto. Referido al ruido producido por los vecinos, un 20.3% lo percibe como de mucha molestia y un 7% como extremadamente molesto. Un 15,9% califica, el ruido producido por obras y construcciones, como de mucha molestia. También se puede destacar que un 67.4% no percibe molestias de ruido frente a su hogar, por el ruido generado por la actividad portuaria y un 75.8% no percibe molestias por el ruido producido por la actividad turística de la ciudad.

8.6.4. Resultados encuesta, Fuentes de Ruido Ambiental en TRABAJO.

De acuerdo a la *tabla 15*, podemos apreciar el grado de molestia que provoca, en el interior del trabajo (por ejemplo en oficinas, local comercial, etc.), distintas fuentes, tales como el tráfico vehicular, locales de diversión, talleres o industria, vecinos, obras y construcciones, actividades de iglesias, actividad portuaria y actividad turística

Fuentes	Grado de molestia en TRABAJO					NS/NC
	No molesta absolutamente nada	Molesta ligeramente	Molesta medianamente	Molesta mucho	Molesta extremadamente	
Trafico Vehicular	13,9%	14,5%	19,8%	24,5%	8,4%	18,9%
Locales de diversión	46,5%	3,1%	3,3%	4,7%	3,3%	39,0%
Talleres o Industrias	35,4%	10,9%	8,6%	9,5%	3,1%	32,6%
Vecinos	29,2%	17,5%	11,1%	12,0%	2,5%	27,6%
Obras y Construcciones	22,8%	15,6%	12,8%	15,0%	6,4%	27,3%
Actividades Iglesias	60,7%	4,5%	2,8%	2,5%	1,7%	27,9%
Actividad Portuaria	57,9%	5,6%	3,9%	0,3%	0,3%	32,0%
Actividad Turística	65,2%	5,6%	2,5%	0,0%	0,0%	26,7%

Tabla 15: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

De los resultados obtenidos en esta parte de la encuesta se puede destacar, que un 24.5% califica, el ruido producido por el tráfico vehicular frente a su trabajo, como de mucha molestia y un 8.4% lo califica como extremadamente molesto. Un 15% califica, el ruido producido por obras y construcciones, como de mucha molestia y un 6.4% como molestia extrema. También se destaca que un 65.2% no percibe molestias por el ruido producido por la actividad turística de la ciudad.

8.6.5. Resultados encuesta, Actividades Impactadas por el Ruido Ambiental.

Se puede observar, en la *tabla 16 y 17*, los resultados obtenidos, con respecto: a las actividades diarias impactadas por el ruido ambiental, los efectos que este provoca, las medidas tomadas para protegerse del ruido, el grado de satisfacción del aislamiento acústico de la vivienda y si es necesario instalarlo, elección de lugar de trabajo tomando en cuenta distancia y niveles de ruido presente en el lugar, cantidad de denuncias realizadas, conocimiento de normas de ruido ambiental, medidas seleccionadas para combatir el ruido ambiental, diferencia de precios entre lugares idénticos pero con distintos niveles de ruido.

Pregunta	Respuestas	%
Actividades diarias interrumpidas por el ruido.	Estudio o lectura	12,8
	Trabajo	21,4
	Conversación	8,1
	Escuchar Música y/o ver televisión	5,6
	Dormir	21,7
	Descansar	17
	Ninguna actividad	8,6
	NS/NC	4,7
Efectos provocados por el ruido.	Aumento de la agresividad	8,6
	Nerviosismo	14,2
	Disminución de concentración	31,5
	Trastorno de sueño	29,8
	Otro (¿Cuál?):	3,3
	No he sentido efecto provocado por ruido	9,2
	NS/NC	3,3
Medidas para protegerse del ruido en el barrio.	Cerrar ventanas frecuentemente	42,1
	Subir el volumen de la televisión o radio	8,6
	Cambiar de habitación	10
	Instalar aislamiento acústico	5
	Otra:	6,4
NS/NC	27,9	
Satisfacción del aislamiento acústico en vivienda, contra el ruido ambiental exterior.	Absolutamente nada satisfecho	22,3
	Ligeramente satisfecho	23,7
	Medianamente satisfecho	27,9
	Muy satisfecho	12
	Extremadamente satisfecho	1,9
NS/NC	11,7	
Necesidad de instalar aislamiento acústico en vivienda.	Si	60,2
	No	32,6
	NS/NC	7,2
Si pudiera elegir la ubicación de su lugar de trabajo o estudio, ¿Qué criterio prefiere?	Lugar poco ruidoso aunque lejos de casa	67,7
	Lugar cerca de casa, aunque ruidoso	18,7
	NS/NC	13,6

Tabla 16: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

Pregunta	Respuestas	%
Denuncia por ruidos molestos ante alguna autoridad.	Si	16,4
	No	79,7
	NS/NC	3,9
Conocimiento de norma de ruido ambiental.	Si	26,7
	No	59,6
	NS/NC	13,6
Medidas seleccionadas para combatir el ruido ambiental en la ciudad.	Multar a vehículos que generen demasiado ruido	23,1
	Planificar acústicamente la ciudad	32
	Desviar circulación de vehículos pesados por zonas menos sensibles al ruido	40,4
	NS/NC	4,5
Suponga hay dos casas iguales: terreno, comuna, construcción, etc., y cada una vale \$40.000.000. La única diferencia entre ambas es que una está en una zona ruidosa (Ej. tráfico camiones) y la otra no. Diferencia de precio entre ambas casas.	No debería existir diferencia de precio	11,4
	Si, \$500.000 menos en la zona ruidosa	5,6
	Si, \$1.000.000 menos en la zona ruidosa	6,1
	Si, \$2.000.000 menos en la zona ruidosa	11,7
	Si, \$4.000.000 menos en la zona ruidosa	49,3
	NS/NC	15,9

Tabla 17: Resultados Encuesta. Fuente [Elaboración propia].

De los resultados obtenidos en esta parte de la encuesta, se puede destacar que de las actividades diarias interrumpidas, con mayor frecuencia, por el ruido son: dormir con un 21.7%, trabajar con un 21.4% y descansar con un 17%. Los efectos, sobre la población, más comunes provocados por el ruido son: la disminución de la concentración con un 31.5% y el trastorno de sueño con un 29.8%. De las medidas tomadas por la población para protegerse del ruido ambiental, la mas frecuente es el cierre de ventanas con un 42.1%. Un 60.2% reconoce necesidad de instalar aislamiento acústico en sus viviendas. Un 67.7% prefiere un lugar poco ruidoso, en su lugar de trabajo o estudio, aunque éste se encuentre lejos de casa por sobre uno cerca de su casa, pero ruidoso. Un 59.6% de las población no conoce normas de ruido ambiental. Se destaca que un 72.7%, cree que debería existir diferencia de precios en casas ubicadas en lugares de altos niveles de ruido en comparación con casas ubicadas en lugares de bajos niveles de ruido, un 49.3% cree que la diferencia de precios debería ser de \$ 4.000.000.

8.6.6. Resultados encuesta, análisis de contingencia.

Se muestra en la *tabla 18*, la relación entre la edad de la población y su sensibilidad al ruido.

Edad	No, nada sensible	Ligeramente sensible	Medianamente sensible	Muy sensible	Extremadamente sensible	NS/NC	Total
15 a 19 años	0,3%	0,8%	0,6%	1,70%	0,0%	0,0%	3,4%
20 a 29 años	1,4%	9,0%	7,6%	3,10%	0,0%	0,3%	21,4%
30 a 39 años	2,5%	6,7%	13,4%	3,90%	0,3%	0,3%	27,1%
40 a 49 años	2,5%	3,4%	9,2%	5,00%	1,1%	0,3%	21,5%
50 a 59 años	0,8%	2,8%	5,9%	3,10%	0,0%	0,0%	12,6%
60 a 69 años	0,3%	1,4%	4,2%	2,00%	0,3%	0,0%	8,2%
70 a 79 años	0,8%	1,1%	2,0%	0,80%	0,6%	0,3%	5,6%
80 años y más	0,0%	0,3%	0,0%	0%	0,0%	0,0%	0,3%
Total	8,6%	25,5%	42,9%	19,6%	2,3%	1,2%	100,0%

Tabla 18: Relación entre edad y sensibilidad al ruido. Fuente [Elaboración propia].

En este análisis, no se aprecia una tendencia importante entre la relación de la edad y la sensibilidad al ruido de los habitantes de la ciudad. Se puede destacar que las personas entre 20 y 49 años son las que presentan mayor relación con un porcentaje acumulado de 30.2% a la percepción del ruido como de medianamente sensibles.

Se puede ver, en la *tabla 19*, la relación entre la percepción del ruido ambiental dentro del hogar y la necesidad de instalar aislamiento acústico en la vivienda.

Percepción del Ruido exterior al interior del HOGAR	Necesidad de Instalar Aislamiento Acústico			Total
	Si	No	NS/NC	
Nada audible	1,9%	2,8%	0,3%	5,0%
Ligeramente audible	13,6%	14,2%	0,8%	28,6%
Medianamente audible	22,6%	10,9%	4,5%	38,0%
Muy audible	18,4%	3,6%	1,1%	23,1%
Extremadamente audible	3,3%	0,8%	0,6%	4,7%
NS/NC	0,3%	0,3%	0,0%	0,6%
Total	60,1%	32,6%	7,3%	100,0%

Tabla 19: *Relación entre la percepción del ruido exterior y necesidad de aislamiento acústico del hogar.*
Fuente [Elaboración propia].

En este análisis, se aprecia, que se identifica la necesidad de instalar aislamiento acústico se presenta desde el grado, de percepción del ruido exterior al interior del hogar, cuando este es medianamente audible, muy audible y extremadamente audible, con un porcentaje acumulado de 44.3 %.

9. Conclusiones.

- Se ha logrado medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad, y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt.
- Se ha aplicado una metodología adecuada conforme a los objetivos planteados para este trabajo (zonas evaluadas, sus características urbanas y costo asociado a los gastos operacionales); salvo la reducción de la zona contemplada a estudiar en un principio, esto, debido al retraso del financiamiento comprometido para realizar este trabajo.
- Se obtuvo una representación grafica para los distintos descriptores acústicos L_D , L_N , L_{DN} , L_{DEN} , mapas de ruidos, los cuales caracterizan acústicamente diferentes periodos la ciudad de Puerto Montt. cubriendo una superficie total de 9.021 Km.²
- En la zona evaluada, en la ciudad de Puerto Montt , se puede identificar como principal fuente de ruido, la generada por el trafico rodado, ya que los mayores niveles registrados se asocian a las principales vías de la ciudad, tales como Crucero, avenida Presidente Ibáñez (oriente y poniente), avenida Salvador Allende, avenida diego portales, Urmeneta. Benavente, Ejercito, Egaña, Av. Aeropuerto, Ruta 5 sur, Cardonal, Av. Pacheco Altamirano, Av. Vicuña Malena, Volcán Osorno, Los Notros, Río Puelche, Volcán Punttiagudo, Camino Alerce, Av. Pacheco Altamirano, Panamericana Norte, Av. Monseñor R. Munita, entrada de recinto Portuario, Terminal de buses y sector céntrico.
- El alto número de vehículos que componen el parque automotriz de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido en la zona evaluada, a esto sumamos los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como, exceso de velocidad, silenciadores en mal estado o modificados, el exceso de uso de bocinas, etc.

- Según criterios de OECD y UE, el 24.1% de los puntos con niveles días anuales ($L_D > 65$ dB(A)) y según UE un 33.3% de niveles noches anuales ($L_N > 55$ dB(A)), se consideran como inaceptables. Los criterios de la OMS, son más estrictos, estos arrojaron que un 75.3% de los puntos, en nivel día, muestran niveles que se califican como molestia seria y un 84.6% de niveles noche muestran valores que se definen como perturbadores de sueño.
- Se realizó un análisis descriptivo de todos los datos acústicos registrados, $L_{eq(A)}$, L_{MAX} , L_{MIN} , L_{10} , L_{50} , L_{90} , donde se obtuvo, el promedio, moda desviación estándar, máximo y mínimo, en cada uno de los periodos del día, definidos para este estudio.
- Se obtuvieron ecuaciones simples y múltiples de predicción de ruido tráfico rodado, para las principales vías de Puerto Montt, para periodo diurno y nocturno con coeficientes de correlación aceptable, para estas se considero el N° total de vehículos, tipos de vehículos, y distancia al centro de la vía.
- La variabilidad de niveles captada por la estación fija, muestras niveles promedios en periodo diurno entorno a los 65 dB(A) y en periodo nocturno entorno a los 50 dB(A), esto en días de semana. Para el fin de semana los niveles, en periodo diurno, bajan especialmente el día domingo, el cual, presenta niveles entorno a los 60 dB(A), y para la madrugada del domingo los niveles suben entorno a los 55 dB(A), debido, a la actividad de recreación nocturna que se desarrolla los fines de semana.
- Según la metodología aplicada no se aprecia una diferencia significativa entre las dos campañas de medición, correspondientes a días de semana periodo diurno, debido a la gran y constante actividad durante el todo el año, en la ciudad.
- La diferencia promedio absoluta, entre las dos campañas de medición es de 0.86 dB(A) aprox. Los análisis nos mostraron que existe mayor ruido ambiente promedio en los periodos I, II y III, correspondientes a temporada turística baja en días de semana, periodo diurno, generada, principalmente, por la actividad

educacional correspondiente a estos horarios y temporada del año, la cual, genera un mayor flujo de vehículos y actividad urbana, y un mayor ruido ambiente promedio en el IV periodo correspondiente a temporada turística alta, se asume que en verano hay luz de día hasta las 22:00 hrs. (aprox.), lo cual produce una mayor actividad en la ciudad hasta este horario.

- Se pudo observar que el rápido desarrollo y crecimiento de la ciudad de Puerto Montt. Sin considerar el ruido ambiental en la planificación urbana, es un elemento relevante en la ubicación de establecimientos educacionales, lugares habitacionales y de trabajo que están expuestos a altos niveles de ruido, principalmente por su cercanía a vías con alto flujo vehicular.
- Los resultados más relevantes, obtenidos de la encuesta implementada a la ciudadanía de Puerto Montt, se describen a continuación:
 - El 95% de la población cree que ruido ambiental es un problema importante para la calidad de vida.
 - El 42.6% de la población de Puerto Montt se declara medianamente sensible al ruido.
 - El 64.6% percibe el ruido ambiental en la ciudad como igual durante todo el año y el 25.3% percibe que el verano es mas ruidoso que el percibido en temporada turística baja.
 - Las fuentes de ruido identificadas como más molestas, frente al lugar donde viven son: el tráfico vehicular con un 47.6% seguido de 22.6% correspondiente a los ladridos de los perros.
 - De las fuentes de ruidos, identificadas por la población, según grado de molestias, en el hogar, las principales son:
 - Tráfico Vehicular, con un 28.4% opina que molesta ligeramente, un 25.3% molesta medianamente, un 20.3% molesta mucho y un 4.7% molesta extremadamente.
 - Vecinos, con un 20.6% opina que molesta ligeramente, un 19.8% molesta medianamente, un 20.3% molesta mucho y un 7.0% molesta extremadamente.

- Obras y construcciones: con un 14.8% opina que molesta ligeramente, un 11.1% molesta medianamente, un 15.9% molesta mucho y un 3.6% molesta extremadamente.
- De las fuentes de ruidos, identificadas por la población, según grado de molestias, en el trabajo, las principales son:
 - Trafico Vehicular, con un 14.5% opina que molesta ligeramente, un 19.8% molesta medianamente, un 24.5% molesta mucho y un 8.4% molesta extremadamente.
 - Vecinos, con un 17.5% opina que molesta ligeramente, un 11.1% molesta medianamente, un 12.0% molesta mucho y un 2.5% molesta extremadamente.
 - Obras y construcciones: con un 15.6% opina que molesta ligeramente, un 12.8% molesta medianamente, un 15.0% molesta mucho y un 6.4% molesta extremadamente.
- Las actividades que comúnmente se ven interrumpidas por el ruido son: dormir 22%, trabajo con 21% y descansar con un 17%.
- De los efectos que puede provocar el ruido, los más nombrados fueron: Disminución de la concentración con un 31.5%, trastorno de sueño con un 29.8% y nerviosismo con un 14.2%.
- El 60.2% de la población cree que es necesario colocar aislamiento acústico en su vivienda.
- El 67.7% de la población prefiere trabajar y estudiar en un lugar lejos de casa pero poco ruidoso a uno cerca de casa pero ruidoso.
- El 16.4% de la población ha presentado alguna denuncia sobre ruidos molestos, estas denuncias en su mayoría se dirigen hacia carabineros.
- El 74%, de la población no conoce alguna norma de ruido ambiental
- Un 49.3% de la población cree que debería existir una diferencia de \$4.000.000, entre casa idénticas pero diferentes en los niveles de ruido ambiental del entorno.

- Del análisis de contingencia, realizado a los resultados obtenidos de la encuesta, podemos decir que en la población de Puerto Montt: No se aprecia una tendencia que relacione la edad con la sensibilidad al ruido, lo cual, representa lo subjetivo que es la percepción del ruido; El 58% cree que es necesario instalar aislamiento acústico, a partir de la percepción del ruido exterior al interior del hogar, como, ligeramente sensible.
- Al comparar los resultados gráficos, obtenidos en los mapas de ruido de la ciudad de Puerto Montt, con estudios similares, como el realizado en Castro, se puede ver bastante similitud en el ambiente sonoro de estas ciudades. Al compararlo con la caracterización acústica realizada en Valdivia, Puerto Montt presenta un ambiente sonoro con niveles un poco más bajos.

10. Recomendaciones.

10.1. Recomendaciones de gestión ambiental.

Es posible exponer algunos lineamientos generales de gestión ambiental que permitan mejorar el ambiente acústico de la ciudad de Puerto Montt. Entre ellos:

- Realizar un estudio y reestructuración de la red vial de la ciudad. La planificación vial es una excelente medida tanto de mitigación como de prevención en ruido ambiental.
- Elaborar, dictar y aplicar una ordenanza de ruido ambiental para Puerto Montt, donde se contemple un horario y zonas sensibles (hospitales, parques, escuelas, etc.)
- Estudiar modificaciones de los criterios sobre uso de suelo, con el fin de incluir la variable acústica en el desarrollo de las actividades en cada zona de la ciudad. Esta es una medida preventiva ya que apunta a ordenar el emplazamiento de los locales y viviendas de acuerdo a la compatibilidad o incompatibilidad de sus características.
- Contemplar y gestionar la actualización del mapa de ruido. Estas actualizaciones se deben realizar cada dos años para actualizar la evolución de la acústica ambiental de la ciudad y para volver a evaluar el nivel de contaminación acústica.
- Mejorar la fiscalización de vehículos que circulan con escape modificado y en mal estado, lo que provoca un gran impacto en el medio ambiente. Por ejemplo, mayor control en las plantas de revisión técnica y el control en la vía pública
- Implementar un programa Municipal de control canino de la ciudad que permita disminuir la gran cantidad de perros callejeros que provocan gran molestia en la población, en este caso, el ruido generado por sus ladridos. Este impacto es más fuerte en poblaciones donde el flujo vehicular es moderado, por lo tanto, los

ladridos son una molestia reconocida, por la población, para el descanso de los habitantes de Puerto Montt.

- Realizar una campaña educativa sobre ruido ambiental para la ciudadanía de Puerto Montt.
- Las medidas recomendadas por la ciudadanía, a través del estudio subjetivo para combatir el ruido ambiental en la ciudad son :
 - Desviar la circulación de los vehículos pesados a zonas menos sensibles al ruido.
 - Planificar acústicamente la ciudad.
 - Multar a los vehículos que generen demasiado ruido.

10.2. Recomendación para investigaciones futuras.

- Relacionar los niveles medidos con los resultados subjetivos obtenidos en este estudio.
- Realizar el mapa de la zona de la ciudad, excluida, para este trabajo.
- Realizar un estudio de corrección de mediciones por horario, según ISO 1996-2.

11. Agradecimientos.

- Ilustre Municipalidad de Puerto Montt, Maritza Pérez.
- Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile, por préstamo de instrumentos.
- CONAMA, Enrique Suárez, Pablo Cortés, Sibel Villalobos, Ivonne Mansilla, Mónica Garrido, Mónica Pardo.
- Claudio González, Juan Pablo Álvarez y Oscar Pilichi, UACH.
- Autoridad Sanitaria, Pedro Millar.

12. Referencias Bibliográficas.

- [Antillanca 2005] Influencia de la actividad turística en el ruido ambiental de una ciudad pequeña. Caracterización Acústica de Castro. UACH (2005).
- [Barrigón et al. 1999] Barrigón J., Gómez V., Gutiérrez, P., Alejandro L., Casillas M. y Ahmed J. (1999). Estudio Preliminar del Ruido Ambiental en la Ciudad de Cáceres. Tecnicústica 1999, Ávila, España. Disponible en Internet en el sitio de la Sociedad Española de Acústica: <http://www.ia.csic.es/sea/index.html>
- [CCE 1996] Comisión de las Comunidades Europeas (1996) Libro Verde. Política Futura de Lucha Contra el Ruido. Com(96) 540 Final. Bruselas. Disponible en Internet en: <http://europa.eu.int/en/record/green/gp9611/noise.htm>
- [CONAMA 2000a] Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA (2000). Medición de Índices de Contaminación Acústica en Tres Zonas Urbanas del País, Comunas de: Iquique, Valparaíso y Temuco. Chile.
- [EPA 1974] Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, NTIS 550/9-74-004 (1974).
- [García 2002] García A. (2002). Realización de Mapas Acústicos. Memorias Jornadas Internacionales sobre Contaminación Acústica en las Ciudades. Mesa Redonda MR.05-1. Madrid.
- [González 2006] González S. Elaboración de una encuesta sobre percepción de ruido ambiental para ser aplicadas en familias del Programa Puente de la comuna de Chimbarongo: Universidad Austral de Chile (2006).
- [Griefahn 1990] Griefahn B. Präventivmedizinische Vorschläge für den Nächtlichen Schallschutz. Zeitschrift für Lärmbekämpfung. 37: 7 - 14 (1990).
- [Google Earth 2007] <http://earth.google.com/> , 2007.
- [Harris 1998] Harris C.M. (ed.), Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., 3ra edición, 1998.

- [INE 2002] Chile en Cifras. Instituto Nacional de Estadística INE, <http://www.ine.cl>. (2007).
- [ISO 1997a] International Organization for Standardization ISO. ISO 1996 1 Acoustics – Description and Measurement of Environmental Noise.
- [ISO 1997b] International Organization for Standardization ISO. ISO 1996 2 Acoustics – Description and Measurement of Environmental Noise.
- [ISO 1997c] International Organization for Standardization ISO. ISO 1996 3 Acoustics – Description and Measurement of Environmental Noise.
- [ISO 2003] International Organization for Standardization ISO. (2003). ISO/TS 15666 Acoustics – Assessment Of Noise Annoyance By Means Of Social. An Socio-Acoustic Surveys.
- [Lambert et al. 1994] Lambert J., Vallet M., Study Related to the Preparation of a Communication on a Future EC Noise Policy. Bron Cedex, France: INRETS, LEN report no. 9420 (1994).
- [Ling 1997] Ling M. (1997). An Introduction to Noise Mapping. Institute of Acoustics Bulletin, Building Research Establishment Ltd.UK.
- [OECD 1991] Organization for Economic Cooperation and Development OECD. Fighting Noise in the 1990s. París, Francia. (1991).
- [Pearsons et al. 1995] Pearsons K.S., Barber D.S., Tabachnick B.G., Fidell S., Predicting noise-induced sleep disturbance. Journal of the Acoustic Society of America 97:331-338 (1995).
- [Recuero 1995] Recuero M. Ingeniería Acústica. Madrid: Editorial Paraninfo. (1995).
- [Santos et al. 1999]: Santos J., Muñoz A., Juez P., Guzmán L. Diseño y tratamiento estadístico de encuestas para estudios de mercado. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Araces, S.A. 1999.
- [Schroder 2001] Schroder C. Propuesta para la implementación de un plan de manejo de ruido para la ciudad de Temuco, Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile 2001.
- [Schultz 1982] Theodore J. S. (1982). Community Noise Rating. Editorial Applied Science Publishers Ltd. England.
- [Siegel 1988] Siegel A. Statistics and Data Analysis. NewYork: John Wiley & Sons. (1988).

- [Sommerhoff 2000] Sommerhoff G. Nuevas Técnicas para la Elaboración de Mapas de Ruido, el Análisis de la Respuesta Ciudadana, así como la Valoración Económica del Ruido. Valdivia, Chile: Universidad Politécnica de Madrid (2001).
- [Suárez 2002] Suárez E. Metodologías Simplificadas para estudios en Acústica Ambiental: Aplicación en la Isla de Menorca. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (2002).
- [UE 2002] DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L189/12-25, 18.7.2002
- [WHO 1995] Community Noise. Geneva, Switzerland: World Health Organization (WHO) (1995).
- [WHO 1999] Guidelines for Community Noise. Geneva, Switzerland: World Health Organization (WHO) (1999).

Anexo 1

Punto de medición														
PERIODO I		Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):			
Tipo de vehículo												Cantidad		
N° de Autos														
N° de Buses														
N° de Camiones														
N° de Motos														
TOTAL														
Calibración		Leq dB(A)		Lmax		Lmin		L10		L50		L90		
Comentarios:														
PERIODO II		Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):			
Tipo de vehículo												Cantidad		
N° de Autos														
N° de Buses														
N° de Camiones														
N° de Motos														
TOTAL														
Calibración		Leq dB(A)		Lmax		Lmin		L10		L50		L90		
Comentarios:														
PERIODO III		Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):			
Tipo de vehículo												Cantidad		
N° de Autos														
N° de Buses														
N° de Camiones														
N° de Motos														
TOTAL														
Calibración		Leq dB(A)		Lmax		Lmin		L10		L50		L90		
Comentarios:														
PERIODO IV		Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):			
Tipo de vehículo												Cantidad		
N° de Autos														
N° de Buses														
N° de Camiones														
N° de Motos														
TOTAL														
Calibración		Leq dB(A)		Lmax		Lmin		L10		L50		L90		
Comentarios:														

Punto de medición												
PERIODO V	Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):		
Tipo de vehículo												Cantidad
N° de Autos												
N° de Buses												
N° de Camiones												
N° de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												
PERIODO VI	Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):		
Tipo de vehículo												Cantidad
N° de Autos												
N° de Buses												
N° de Camiones												
N° de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												
Punto de medición												
PERIODO V	Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):		
Tipo de vehículo												Cantidad
N° de Autos												
N° de Buses												
N° de Camiones												
N° de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												
PERIODO VI	Fecha:			Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):		
Tipo de vehículo												Cantidad
N° de Autos												
N° de Buses												
N° de Camiones												
N° de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												

Punto de medición												
PERIODO I	Fecha:	Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):				
Tipo de vehículo												Cantidad
Nº de Autos												
Nº de Buses												
Nº de Buses chicos												
Nº de Camiones												
Nº de Camiones chicos												
Micros												
Nº de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												
PERIODO II	Fecha:	Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):				
Tipo de vehículo												Cantidad
Nº de Autos												
Nº de Buses												
Nº de Buses chicos												
Nº de Camiones												
Nº de Camiones chicos												
Micros												
Nº de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												
PERIODO III	Fecha:	Hora:			Temperatura (c°):			Humedad (%):				
Tipo de vehículo												Cantidad
Nº de Autos												
Nº de Buses												
Nº de Buses chicos												
Nº de Camiones												
Nº de Camiones chicos												
Micros												
Nº de Motos												
											TOTAL	
Calibración		Leq dB(A)	Lmax	Lmin	L10	L50	L90					
Comentarios:												

Anexo 2

Código	LeqdB(A) semanal, diurno.				LeqdB(A) semanal, nocturno	
	LeqdB(A)I	LeqdB(A)II	LeqdB(A)III	LeqdB(A)IV	LeqdB(A)V	LeqdB(A)VI
A6	57,2	55,9	57,6	55,7	47,9	48,6
A4	59,4	58,3	59,4	54,4	49,6	49,6
B8	70,1	69,5	70,1	69,1	64,7	63,3
B6	69,6	68,4	67,6	66,4	60,6	59,9
B4	52,6	55,5	58,1	48,1	48,9	46,7
C15	65,4	66,4	64,4	62,4	60,1	55,1
C13	56,9	59,3	60,3	59,9	50,1	50,1
C11	63,9	64,4	62,9	65,9	56,4	51,4
C9	54,9	54,8	57,8	57,4	49,3	49,3
C7	63,1	63,1	63,5	63,6	55,7	62,1
C5	47,9	54,6	54,1	51,9	41,1	41,1
C3	51,0	53,1	53,5	52,9	45,0	43,0
C2	47,4	49,3	56,8	53,4	45,0	43,6
C1	49,4	66,3	55,8	53,4	55,7	53,1
D15	61,9	63,8	62,8	63,4	58,0	56,3
D14	62,9	63,2	62,9	61,5	56,4	56,4
D13	53,8	57,1	57,9	52,8	49,3	47,3
D12	58,4	56,8	57,3	53,9	49,6	49,6
D11	53,7	55,5	56,4	54,2	48,0	46,0
D10	71,6	70,8	70,6	69,4	65,7	58,6
D9	55,4	56,8	58,8	56,9	53,3	50,3
D8	48,1	52,4	51,9	50,1	45,3	45,3
D7	53,4	54,3	58,8	57,4	51,3	49,0
D6	48,6	54,6	56,3	55,9	51,3	49,0
D5	47,4	54,3	49,3	52,9	48,0	46,0
D4	48,3	48,3	52,2	47,4	46,0	44,0
D3	50,5	52,5	53,4	51,1	43,0	41,0
D1	60,4	71,3	62,3	65,4	65,0	52,3
E15	64,9	65,3	64,8	62,4	60,0	60,0
E14	67,4	68,3	66,8	67,4	62,3	60,3
E13	57,4	61,3	52,3	58,9	47,4	47,4
E12	55,4	59,6	58,9	63,4	49,4	49,4
E11	62,4	63,8	61,8	63,4	54,4	48,7
E10	56,4	59,8	58,3	61,4	53,0	51,0
E9	50,9	59,6	59,8	58,9	52,0	52,0
E8	60,4	61,8	59,8	57,9	54,0	52,0
E7	58,4	56,8	57,3	57,4	49,9	51,3
E6	49,6	56,9	56,3	54,1	48,0	45,0
E5	53,4	52,8	55,3	51,4	48,0	48,0
E4	70,6	69,1	71,7	71,4	65,0	60,9
E3	75,1	74,1	74,8	74,9	62,6	66,1
E2	66,4	69,3	66,8	69,4	62,4	57,0
F16	50,4	50,8	51,8	53,9	48,0	45,0
F14	68,2	68,7	66,9	68,6	63,0	61,6
F13	69,9	68,3	68,1	69,1	62,6	60,3
F12	65,6	64,1	64,2	64,6	60,7	54,3
F11	70,9	70,9	71,1	69,4	63,6	59,3
F9	67,9	65,8	65,3	65,4	54,4	54,4
F8	63,0	61,0	62,0	66,0	53,4	53,4
F7	72,4	71,8	70,8	70,9	65,3	60,9
F5	61,4	63,8	64,3	59,4	57,6	46,1
F4	67,4	66,8	63,8	65,4	53,3	56,9
F3	67,6	67,1	67,1	66,1	55,1	51,4

Código	LeqdB(A) semanal, diurno.				LeqdB(A) semanal, nocturno	
	LeqdB(A)I	LeqdB(A)II	LeqdB(A)III	LeqdB(A)IV	LeqdB(A)V	LeqdB(A)VI
G15	62,4	64,8	64,3	61,4	56,1	53,3
G14	67,0	67,0	67,6	65,4	61,6	59,0
G13	56,9	54,7	56,6	55,0	47,3	46,6
G11	47,0	47,0	50,8	43,0	45,0	42,0
G9	68,4	67,3	69,3	64,9	63,3	55,3
G8	55,9	56,3	55,3	54,9	47,0	43,0
G7	72,0	71,0	72,7	70,8	62,0	62,0
G6	65,4	64,8	64,3	64,9	57,0	53,6
G5	62,4	59,3	58,8	58,4	52,4	51,7
G4	57,4	59,3	59,8	56,9	54,3	50,6
H16	71,5	69,0	69,8	69,7	61,6	61,0
H14	70,4	68,3	67,3	67,9	60,9	58,7
H13	70,4	70,4	71,1	72,1	65,6	62,0
H11	53,4	53,3	53,3	53,4	47,0	45,0
H10	57,4	56,4	56,1	55,7	49,0	47,0
H9	69,1	69,1	70,4	66,4	62,3	54,9
H8	60,4	60,9	58,9	56,9	49,7	46,3
H6	67,7	67,7	68,1	68,4	60,0	57,7
H5	54,9	54,8	58,3	56,4	50,0	47,0
I15	57,4	58,8	57,8	64,4	51,1	52,0
I14	50,1	54,8	56,5	53,1	51,3	47,3
I13	45,4	44,8	46,8	45,9	44,0	42,0
I12	42,8	43,7	44,4	44,8	42,0	42,0
I11	47,4	45,8	49,3	52,4	44,3	44,0
I10	54,9	56,7	58,6	51,9	50,0	47,9
I9	60,4	59,8	60,3	57,4	50,4	46,9
I8	68,6	68,1	66,8	65,0	54,7	52,6
I7	59,1	59,1	61,5	56,8	54,4	53,0
I6	63,4	63,3	63,8	61,9	55,6	54,1
J16	50,9	56,9	53,9	58,9	46,3	44,3
J14	58,4	61,4	60,2	60,3	50,4	50,4
J13	54,7	56,4	58,0	54,7	51,0	53,1
J11	58,0	63,2	62,8	63,5	52,6	50,3
J10	64,4	65,3	64,3	64,4	55,7	58,6
J9	54,8	58,3	54,0	51,1	52,0	49,3
J8	75,0	74,0	75,4	75,6	69,3	69,4
J7	61,4	63,4	63,1	61,1	61,6	61,0
K15	52,4	52,3	52,8	54,4	43,0	42,0
K14	59,6	53,0	57,1	56,6	51,0	48,0
K12	61,5	61,1	61,4	60,5	52,9	51,6
K11	52,1	54,5	53,6	52,1	44,4	44,4
K10	54,1	57,9	57,4	52,1	52,9	50,9
K9	59,9	58,5	59,0	57,8	56,4	47,9
K8	68,5	69,0	68,6	67,9	57,6	53,9
K7	64,4	65,8	65,3	61,9	56,4	56,4
L15	53,0	53,0	55,8	56,2	45,0	43,0
L14	65,6	61,6	62,7	61,4	54,9	50,1
L13	70,6	70,4	70,4	68,6	65,3	65,0
L12	51,4	52,3	50,3	52,4	44,6	43,9
L11	41,4	42,3	43,8	42,4	43,0	42,0
L10	60,1	62,2	61,4	57,6	50,3	51,0
L9	49,9	51,4	53,2	51,1	50,6	48,3
L8	62,4	61,9	63,1	61,7	58,0	58,0

Código	LeqdB(A) semanal, diurno.				LeqdB(A) semanal, nocturno	
	LeqdB(A)I	LeqdB(A)II	LeqdB(A)III	LeqdB(A)IV	LeqdB(A)V	LeqdB(A)VI
M15	50,4	49,8	52,8	52,9	47,0	47,0
M14	64,6	64,6	64,5	62,6	58,0	52,3
M13	67,6	68,1	67,4	68,4	63,3	62,0
M11	62,6	63,6	62,4	61,4	55,6	49,9
M10	62,6	63,6	65,1	64,6	52,3	50,0
M9	54,4	51,3	54,3	47,9	46,0	45,0
M8	70,6	67,6	67,8	65,0	56,3	54,3
M7	68,3	68,3	69,3	67,3	62,0	61,3
N14	56,4	56,9	56,1	52,7	44,0	45,0
N13	67,8	67,3	67,4	66,7	61,6	60,3
N12	65,0	63,0	64,0	63,0	53,6	51,3
N11	51,4	49,8	51,3	48,9	45,3	42,6
N10	45,9	50,1	50,2	50,3	40,0	41,0
N9	54,4	53,3	53,3	48,9	45,0	45,0
N8	69,4	70,7	70,4	67,2	61,0	58,4
N7	57,4	53,8	55,3	57,8	51,6	50,3
Ñ15	58,4	58,3	55,8	58,4	48,0	48,0
Ñ14	56,4	56,3	55,3	53,9	46,0	44,0
Ñ13	62,3	60,8	59,8	58,4	57,3	57,0
Ñ12	48,3	51,3	50,6	43,0	42,0	40,0
Ñ11	64,2	66,1	65,1	64,4	56,1	54,0
Ñ10	66,0	66,3	66,4	63,6	56,6	52,6
Ñ9	58,2	51,8	53,1	50,2	42,0	43,4
Ñ8	69,5	69,4	68,4	67,8	62,9	62,3
Ñ7	58,3	53,3	55,7	54,5	51,6	50,1
O15	59,6	56,6	60,6	56,6	49,0	45,0
O14	62,3	64,5	64,8	61,4	58,0	47,9
O13	62,4	60,4	58,4	56,8	55,0	53,6
O12	54,4	52,3	54,8	51,4	36,0	39,0
O11	52,4	53,3	53,3	53,4	45,0	44,0
O10	66,0	66,7	66,6	63,2	54,7	55,4
O9	46,9	47,8	45,3	46,4	46,0	45,0
O8	56,5	55,4	56,1	54,1	49,3	45,1
O7	49,4	54,3	49,3	47,4	45,0	43,0
O6	66,3	66,8	66,3	65,8	64,0	49,1
P15	59,4	49,3	56,3	55,9	42,0	42,0
P14	54,4	55,8	51,8	52,9	45,0	45,0
P13	57,7	56,4	57,3	56,9	50,3	48,0
P12	62,0	63,0	64,0	56,0	57,3	55,0
P11	67,4	69,3	67,3	67,4	63,3	63,0
P10	57,9	57,9	57,8	57,0	52,6	45,6
P9	63,0	60,5	62,5	60,5	56,9	53,4
P7	51,9	51,3	55,8	49,9	48,3	48,3
P6	63,4	64,3	65,3	61,9	62,3	61,1
Q15	62,6	65,6	65,4	65,8	63,3	52,9
Q14	54,9	52,8	54,3	48,9	47,0	44,0
Q13	65,4	64,4	65,6	66,1	61,9	61,6
Q12	60,4	58,3	54,8	53,4	46,0	44,0
Q11	61,5	56,7	58,5	55,8	50,0	48,0
Q10	59,9	60,1	59,1	55,4	54,7	50,3
Q9	48,9	53,3	44,8	43,9	42,0	40,0
Q8	51,6	53,1	53,4	49,0	48,0	38,7
Q7	50,4	50,8	49,3	45,9	44,0	43,0
Q6	67,4	67,4	68,4	65,9	65,3	62,3
R10	58,0	59,6	55,2	54,3	52,4	50,7
R8	54,4	52,6	53,7	53,4	44,6	38,9

Código	LeqdB(A) semanal, diurno.				LeqdB(A) semanal, nocturno	
	LeqdB(A)I	LeqdB(A)II	LeqdB(A)III	LeqdB(A)IV	LeqdB(A)V	LeqdB(A)VI
Q7	50,4	50,8	49,3	45,9	44,0	43,0
Q6	67,4	67,4	68,4	65,9	65,3	62,3
R10	58,0	59,6	55,2	54,3	52,4	50,7
R8	54,4	52,6	53,7	53,4	44,6	38,9

Descriptores Acústicos				
Código	Ld	Ln	Ldn	Lden
A6	56,7	48,2	57,3	58,2
A4	58,2	49,6	58,7	59,3
B8	69,7	64,1	71,7	72,5
B6	68,2	60,2	69,0	69,8
B4	55,0	47,9	56,2	56,4
C15	64,9	58,3	66,4	67,0
C13	59,3	50,1	59,6	61,0
C11	64,4	54,6	64,5	66,2
C9	56,4	49,3	57,6	58,9
C7	63,3	60,0	66,8	67,5
C5	52,8	41,1	52,3	53,5
C3	52,7	44,1	53,2	54,5
C2	53,2	44,3	53,6	54,9
C1	61,0	54,6	62,5	62,7
D15	63,0	57,2	64,9	65,9
D14	62,7	56,4	64,3	65,1
D13	55,9	48,4	56,9	57,5
D12	56,9	49,6	58,0	58,5
D11	55,1	47,1	55,9	56,8
D10	70,6	63,5	71,8	72,6
D9	57,1	52,0	59,4	60,2
D8	50,9	45,3	52,9	53,7
D7	56,5	50,3	58,2	59,3
D6	54,7	50,3	57,4	58,4
D5	51,8	47,1	54,4	55,4
D4	49,5	45,1	52,2	52,7
D3	52,0	42,1	52,1	53,2
D1	67,0	62,2	69,5	70,0
E15	64,5	60,0	67,2	67,7
E14	67,5	61,4	69,2	70,1
E13	58,5	47,4	58,2	59,7
E12	60,3	49,4	60,0	62,5
E11	62,9	52,5	62,8	64,3
E10	59,4	52,1	60,5	62,1
E9	58,4	52,0	60,0	61,0
E8	60,2	53,1	61,4	62,0
E7	57,5	50,6	58,8	59,8
E6	55,0	46,8	55,6	56,6
E5	53,5	48,0	55,5	56,1
E4	70,8	63,4	71,9	73,1
E3	74,7	64,7	74,7	76,1
E2	68,2	60,5	69,1	70,5
F16	51,9	46,8	54,2	55,5
F14	68,1	62,3	70,0	71,0
F13	68,9	61,6	70,0	71,1
F12	64,6	58,6	66,4	67,3
F11	70,6	61,9	71,1	72,0
F9	66,2	54,4	65,7	67,0
F8	63,4	53,4	63,4	65,6
F7	71,5	63,6	72,3	73,3
F5	62,6	54,9	63,5	64,1
F4	66,1	55,4	65,9	67,1
F3	67,0	53,7	66,1	67,5

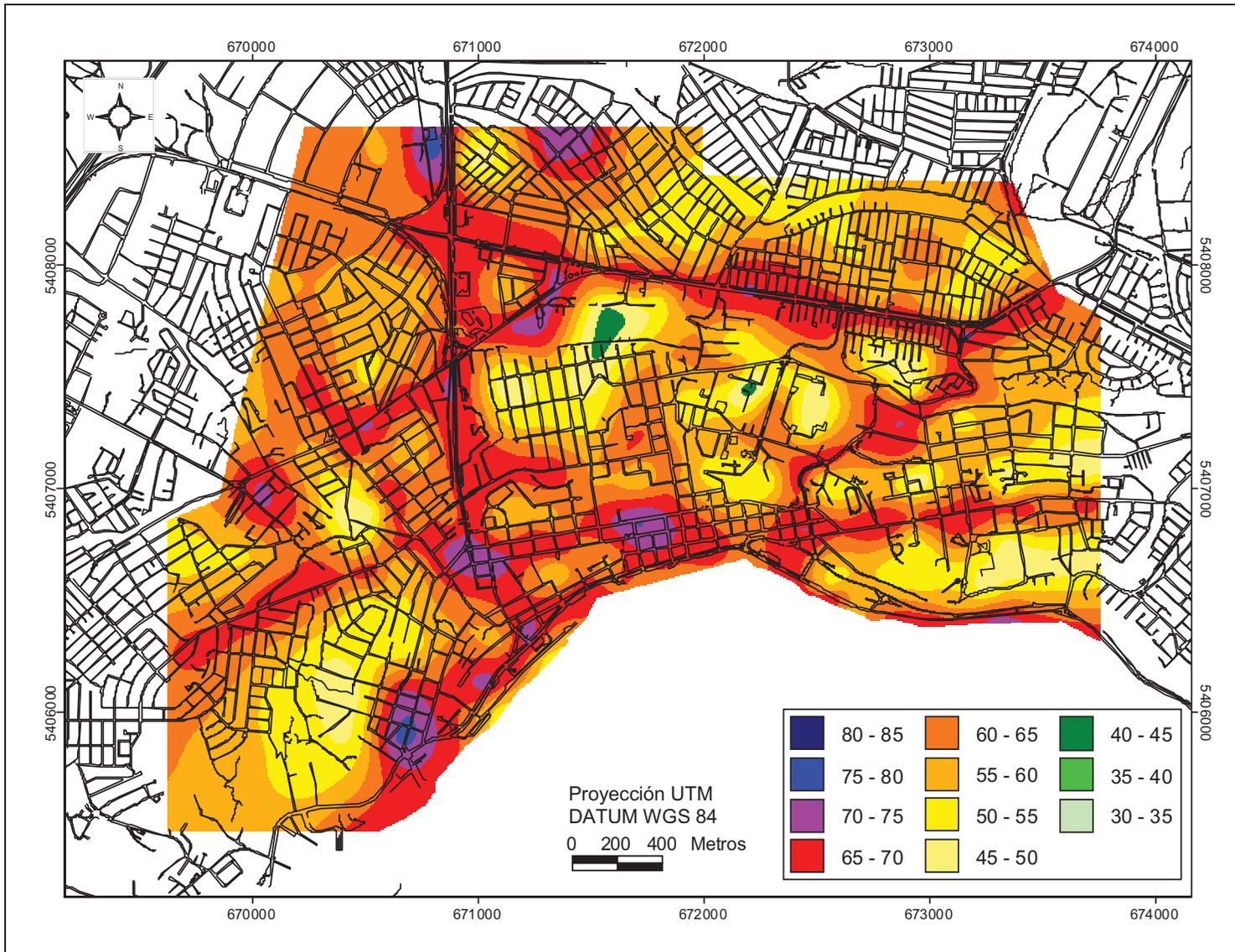
Descriptores Acústicos				
Código	Ld	Ln	Ldn	Lden
G15	63,4	54,9	64,0	64,8
G14	66,8	60,5	68,4	69,1
G13	55,9	46,9	56,3	57,3
G11	47,8	43,8	50,8	51,0
G9	67,8	60,9	69,1	69,6
G8	55,6	45,4	55,6	56,7
G7	71,7	62,0	71,8	72,9
G6	64,9	55,6	65,1	66,4
G5	60,0	52,1	60,8	61,6
G4	58,5	52,8	60,5	61,1
H16	70,1	61,3	70,5	71,7
H14	68,6	59,9	69,1	70,2
H13	71,0	64,1	72,3	73,6
H11	53,4	46,1	54,5	55,6
H10	56,5	48,1	57,1	58,1
H9	69,0	60,0	69,4	70,1
H8	59,6	48,3	59,2	60,0
H6	68,0	59,0	68,3	69,7
H5	56,3	48,8	57,3	58,4
I15	60,7	51,6	61,0	63,5
I14	54,2	49,7	56,9	57,5
I13	45,8	43,1	49,7	50,3
I12	44,0	42,0	48,4	49,0
I11	49,4	44,1	51,6	53,2
I10	56,2	49,1	57,4	57,8
I9	59,6	49,0	59,4	60,3
I8	67,4	53,8	66,5	67,5
I7	59,5	53,8	61,4	61,9
I6	63,2	54,9	63,8	64,7
J16	56,1	45,4	55,9	58,2
J14	60,2	50,4	60,3	61,6
J13	56,2	52,2	59,2	59,7
J11	62,3	51,6	62,1	63,9
J10	64,6	57,4	65,7	66,8
J9	55,3	50,9	58,0	58,3
J8	75,0	69,4	77,0	78,0
J7	62,4	61,3	67,5	67,9
K15	53,1	42,5	52,9	54,7
K14	57,2	49,8	58,2	59,2
K12	61,1	52,3	61,5	62,6
K11	53,2	44,4	53,6	54,6
K10	56,0	52,0	59,0	59,3
K9	58,9	54,0	61,3	61,9
K8	68,5	56,1	67,9	69,2
K7	64,6	56,4	65,3	66,0
L15	54,8	44,1	54,6	56,4
L14	63,2	53,1	63,2	64,1
L13	70,1	65,1	72,5	73,1
L12	51,7	44,2	52,7	54,0
L11	42,6	42,5	48,6	48,9
L10	60,6	50,7	60,7	61,4
L9	51,6	49,6	56,0	56,5
L8	62,3	58,0	65,1	65,8

Descriptores Acústicos				
Código	Ld	Ln	Ldn	Lden
M15	51,7	47,0	54,2	55,3
M14	64,1	56,0	64,9	65,7
M13	67,9	62,7	70,1	71,1
M11	62,6	53,6	63,0	63,9
M10	64,0	51,3	63,3	65,0
M9	52,7	45,5	53,8	54,2
M8	68,2	55,4	67,5	68,3
M7	68,3	61,7	69,7	70,6
N14	55,8	44,5	55,4	56,2
N13	67,3	61,0	68,9	69,8
N12	63,8	52,6	63,5	64,7
N11	50,5	44,1	52,1	52,8
N10	49,4	40,5	49,8	51,3
N9	52,9	45,0	53,7	54,2
N8	69,6	59,9	69,7	70,5
N7	56,4	51,0	58,5	59,6
Ñ15	57,9	48,0	57,9	59,4
Ñ14	55,6	45,1	55,4	56,4
Ñ13	60,6	57,1	64,0	64,4
Ñ12	49,2	41,1	50,0	50,3
Ñ11	65,0	55,2	65,1	66,2
Ñ10	65,7	55,0	65,5	66,4
Ñ9	54,5	42,8	54,0	54,6
Ñ8	68,8	62,6	70,5	71,2
Ñ7	55,9	50,9	58,3	58,9
O15	58,7	47,4	58,3	59,2
O14	63,5	55,4	64,2	65,0
O13	60,0	54,3	62,0	62,4
O12	53,4	37,8	52,2	53,4
O11	53,1	44,5	53,6	54,9
O10	65,8	55,1	65,6	66,4
O9	46,7	45,5	51,8	52,2
O8	55,6	47,7	56,4	57,3
O7	51,0	44,1	52,3	52,8
O6	66,3	61,1	68,6	69,3
P15	56,4	42,0	55,4	56,9
P14	54,0	45,0	54,4	55,4
P13	57,1	49,3	58,0	59,1
P12	62,1	56,3	64,0	64,2
P11	67,9	63,1	70,4	71,1
P10	57,6	50,4	58,7	59,7
P9	61,8	55,5	63,4	64,1
P7	52,8	48,3	55,5	55,9
P6	63,9	61,8	68,2	68,6
Q15	65,0	60,7	67,8	68,7
Q14	53,2	45,8	54,3	54,7
Q13	65,4	61,7	68,6	69,4
Q12	57,6	45,1	56,9	57,6
Q11	58,7	49,1	58,8	59,6
Q10	59,0	53,0	60,8	61,2
Q9	49,4	41,1	50,0	50,4
Q8	52,1	45,5	53,5	54,0
Q7	49,5	43,5	51,3	51,7
Q6	67,4	64,0	70,8	71,3
R10	57,3	51,7	59,3	59,7
R8	53,6	42,6	53,3	54,7

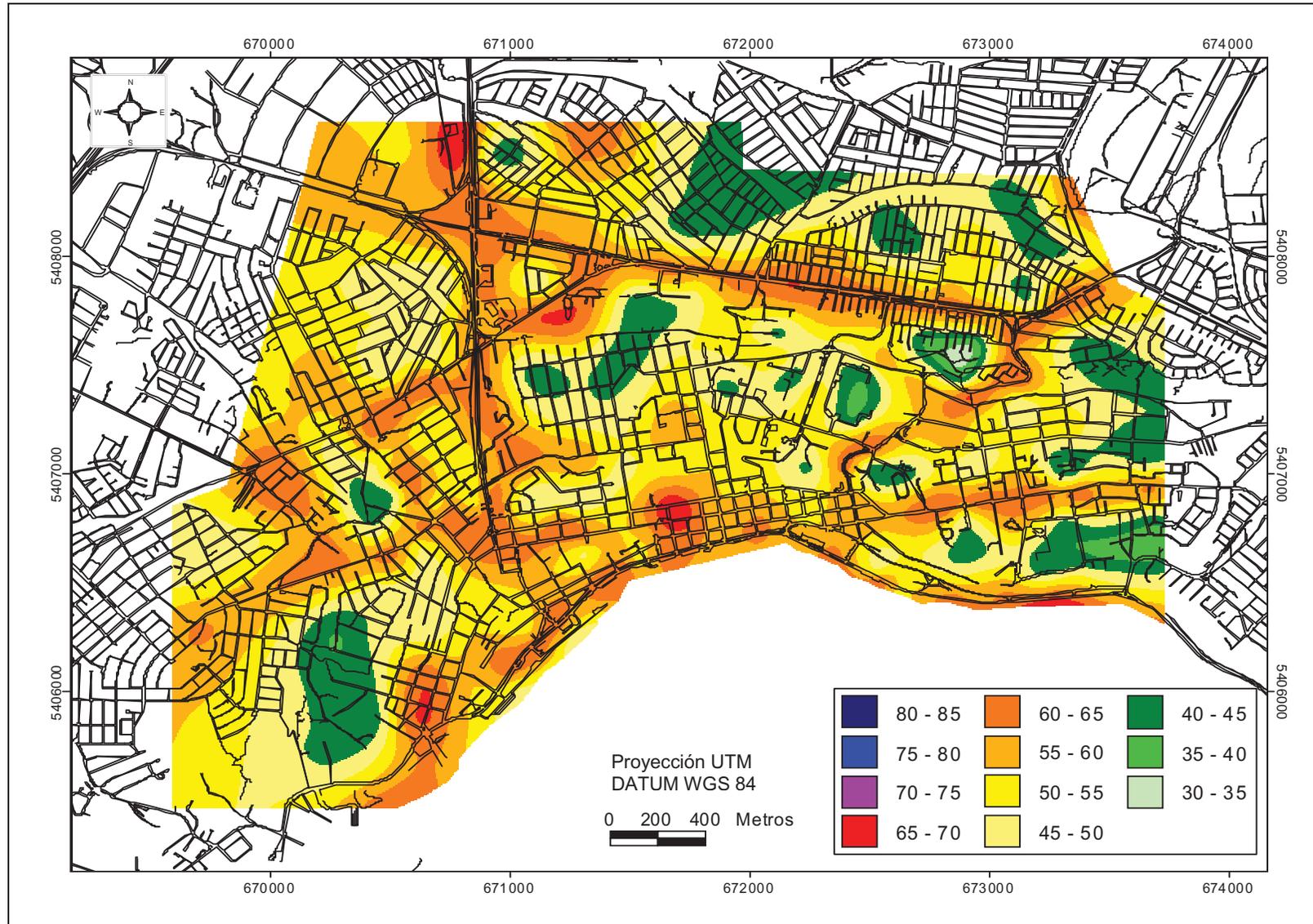
Descriptores Acústicos				
Código	Ld	Ln	Ldn	Lden
Q7	49,5	43,5	51,3	51,7
Q6	67,4	64,0	70,8	71,3
R10	57,3	51,7	59,3	59,7
R8	53,6	42,6	53,3	54,7

Anexo 3

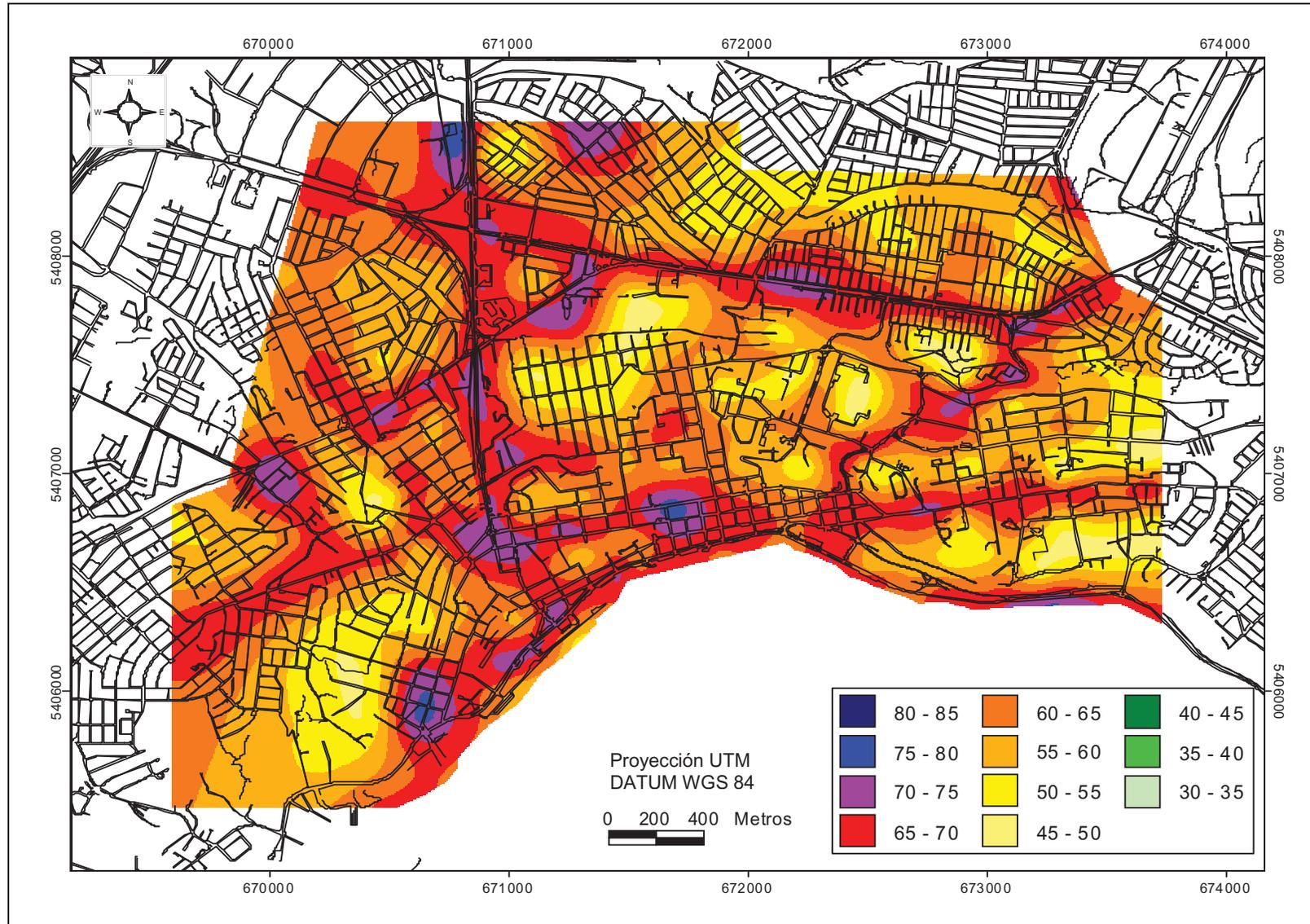
Caracterización Acústica anual de la ciudad de Puerto Montt, Nivel Día L_D.



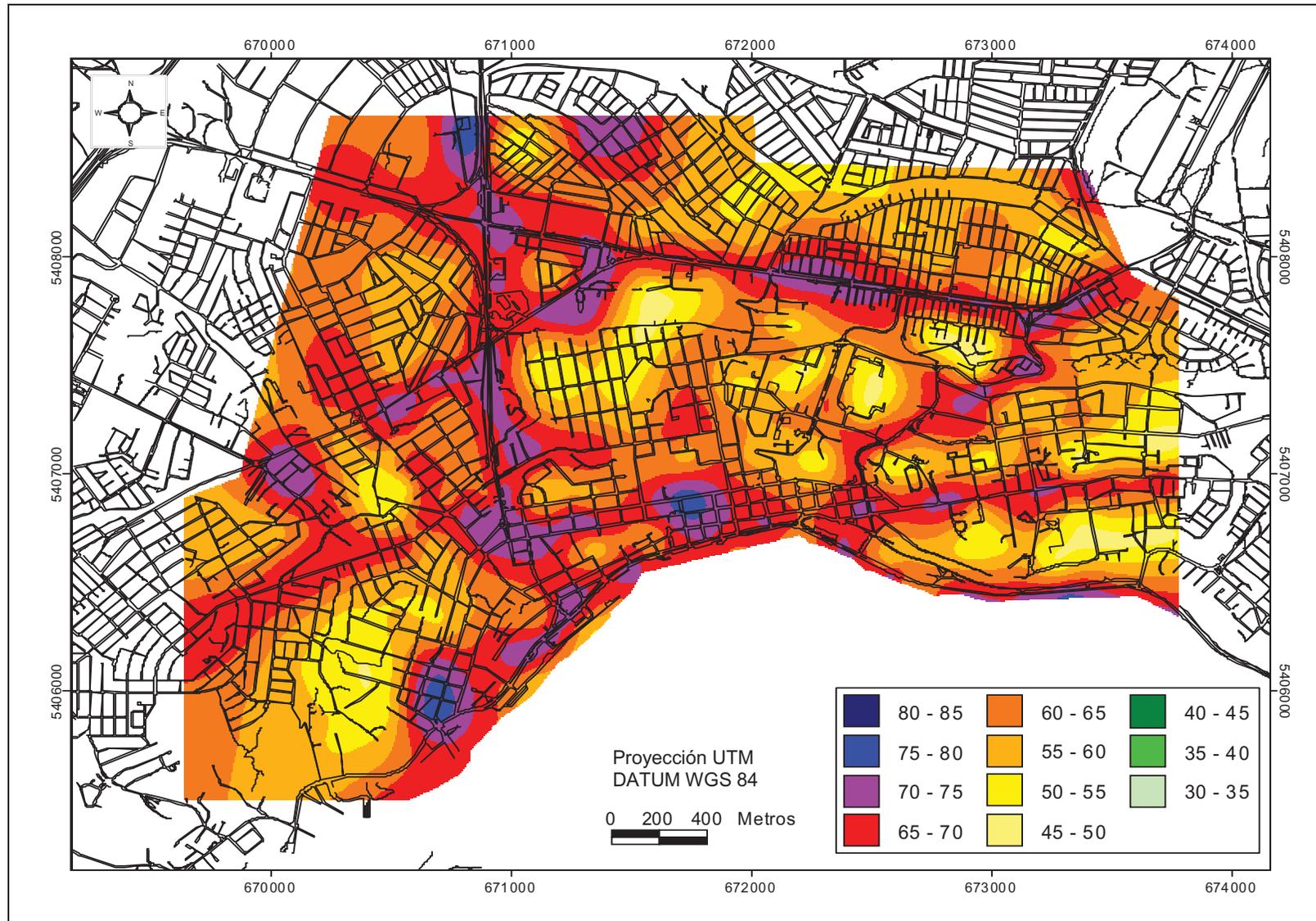
Caracterización Acústica anual de la ciudad de Puerto Montt, Nivel Día L_N.



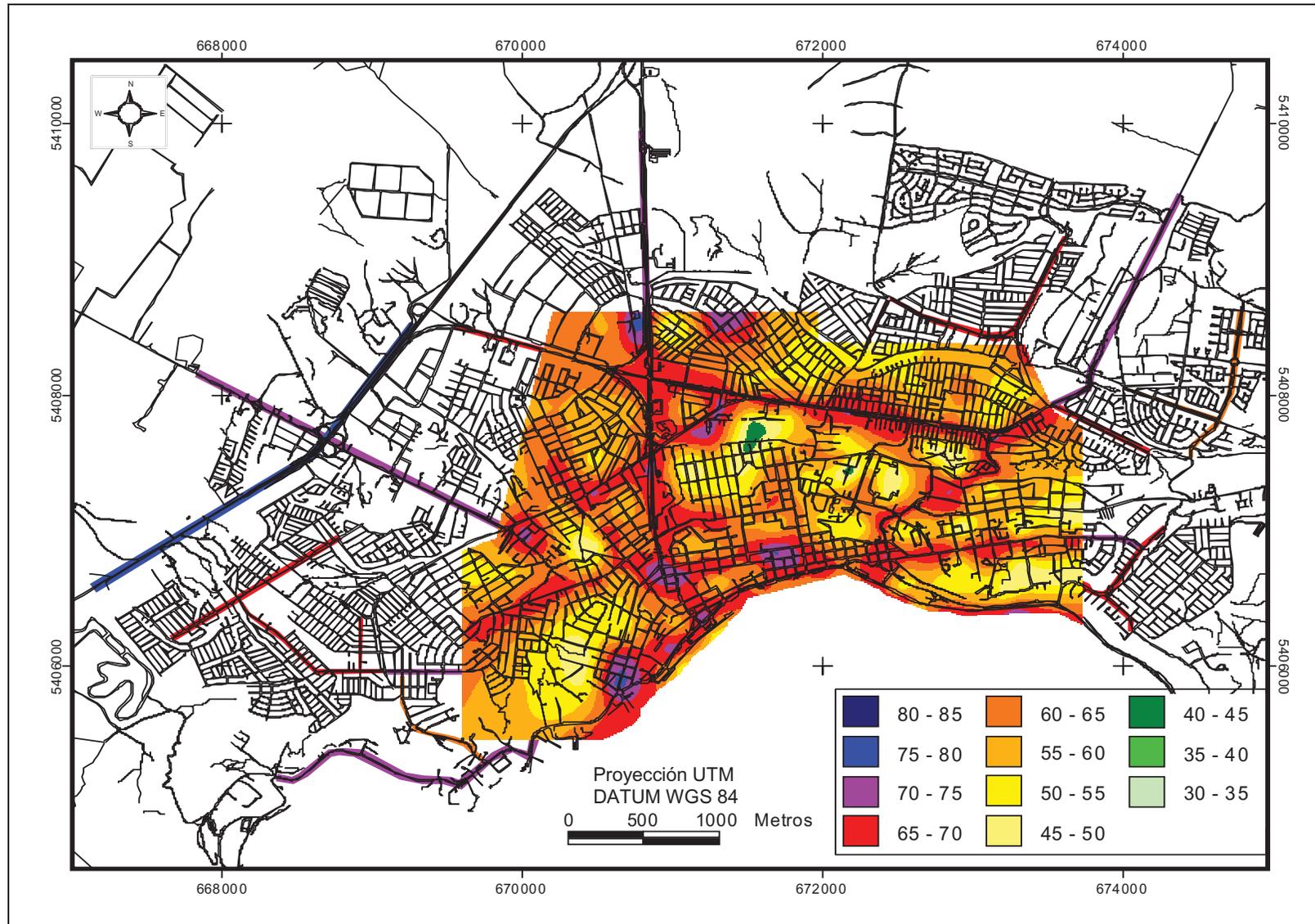
Caracterización Acústica anual de la ciudad de Puerto Montt, Nivel Día Noche L_{DN} .



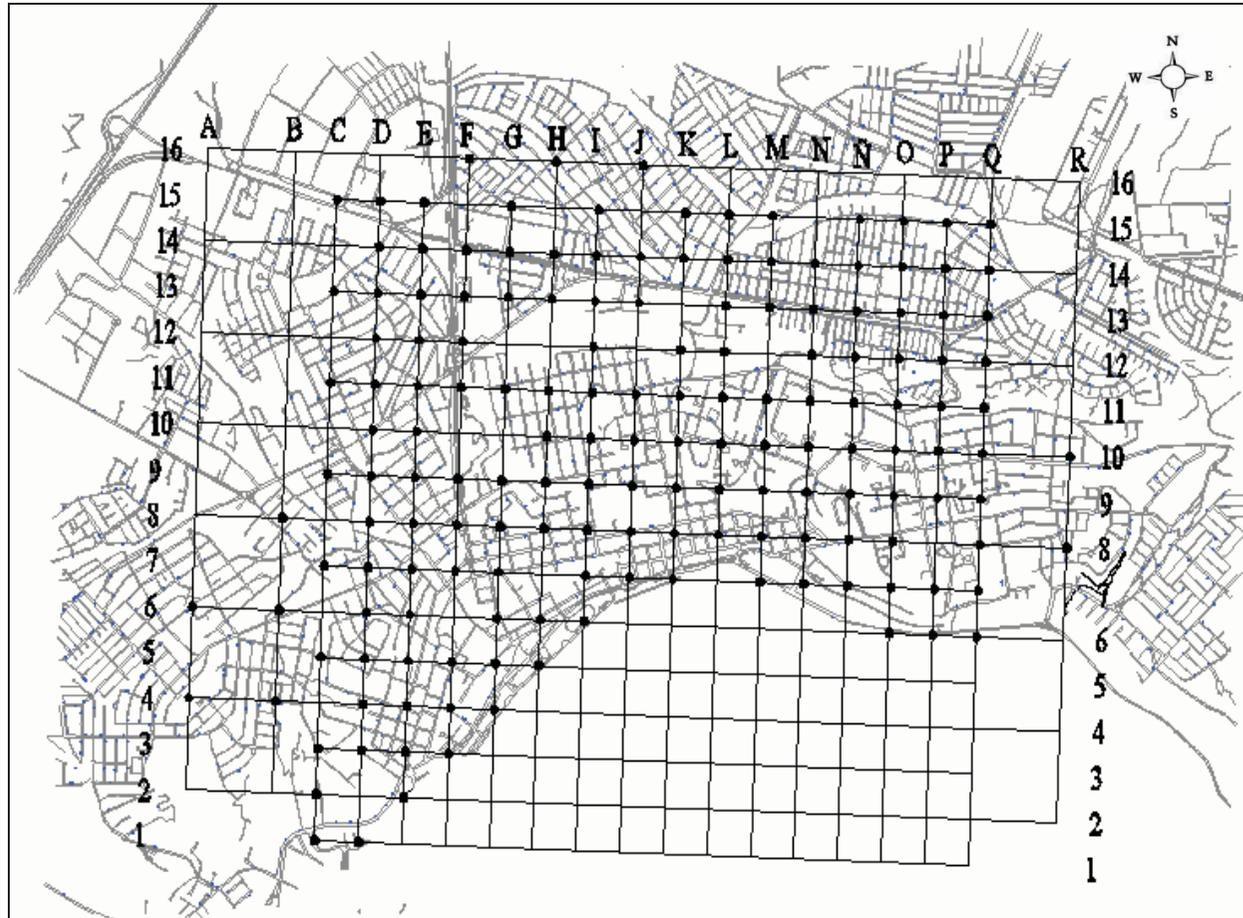
Caracterización Acústica anual de la ciudad de Puerto Montt, Nivel Día Tarde Noche L_{DEN}



Caracterización Acústica anual de la ciudad de Puerto Montt, Nivel Día L_D

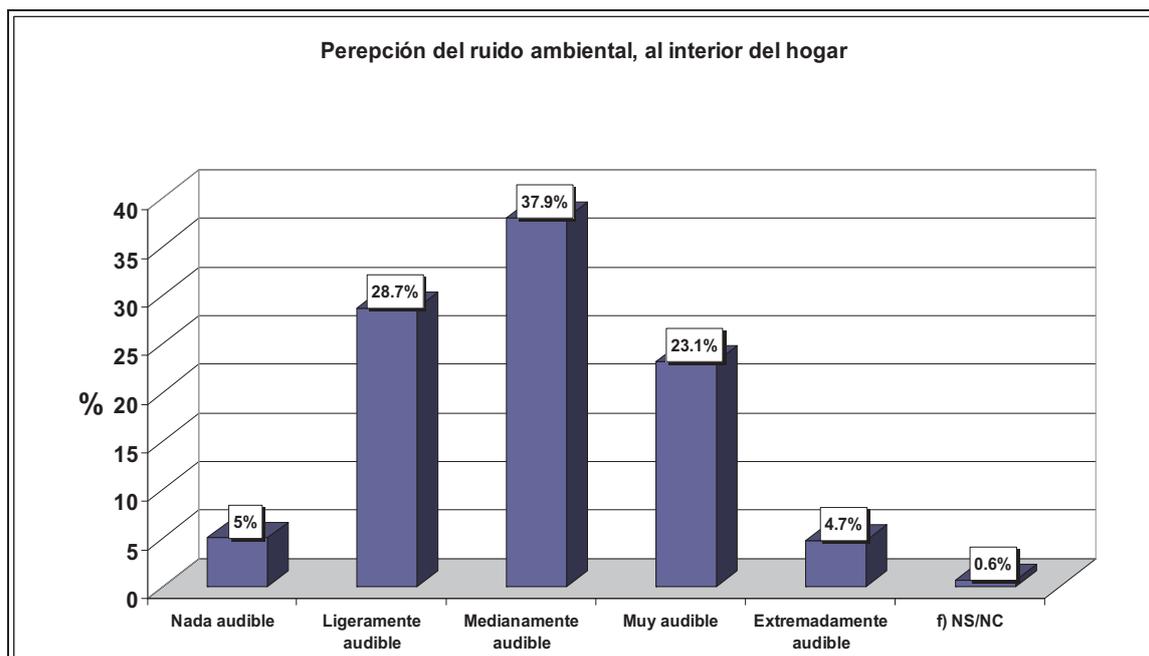
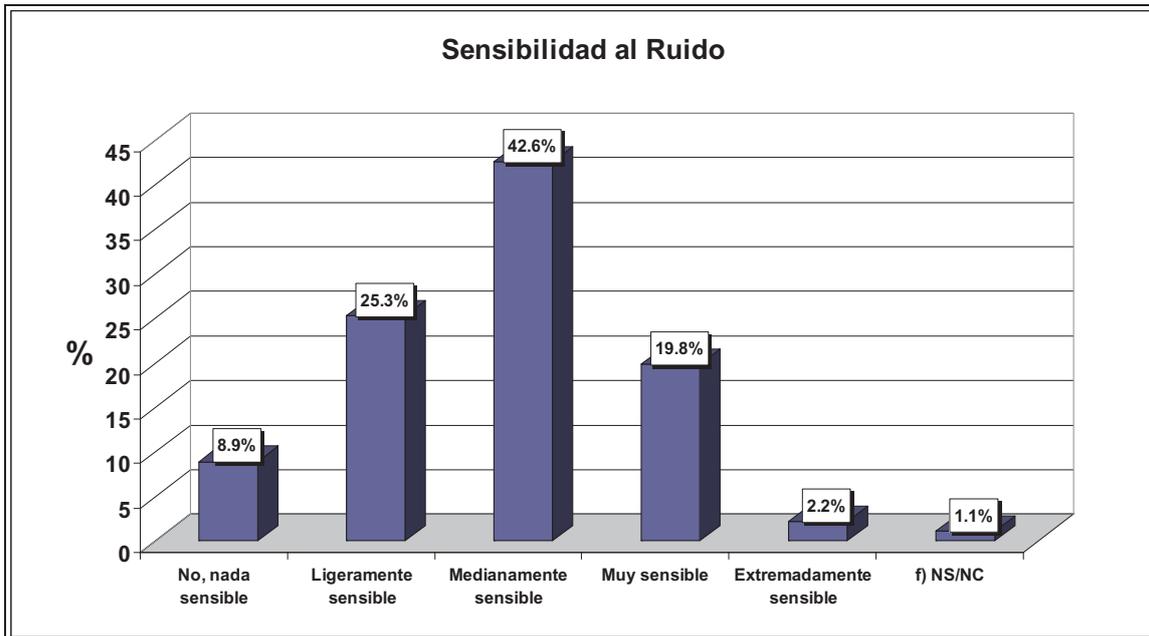


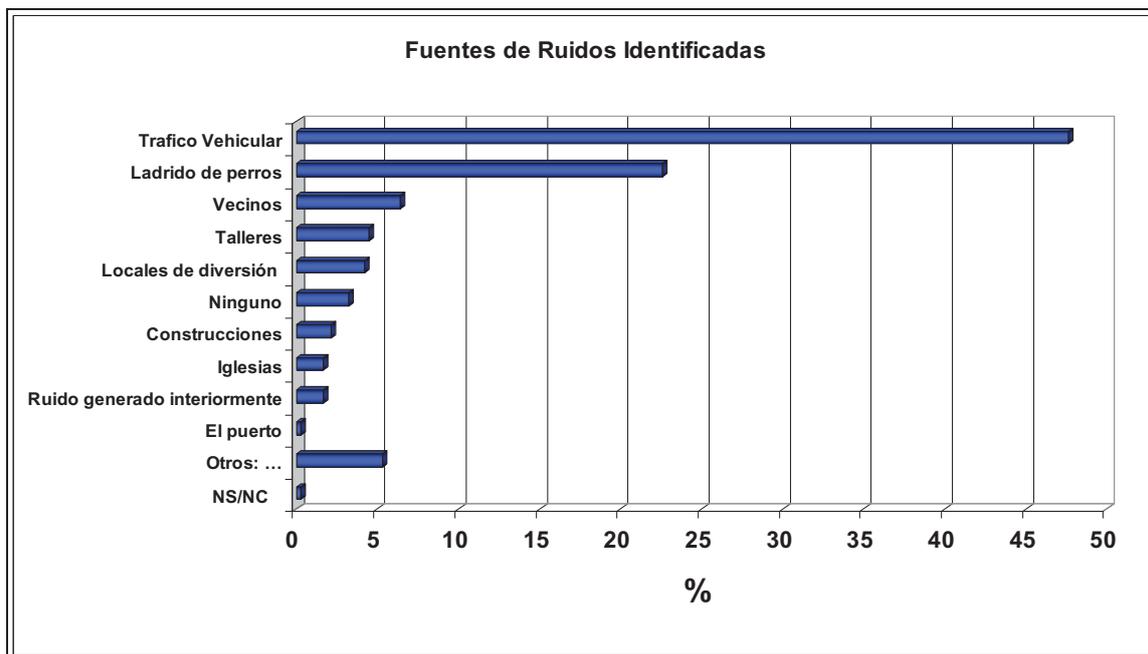
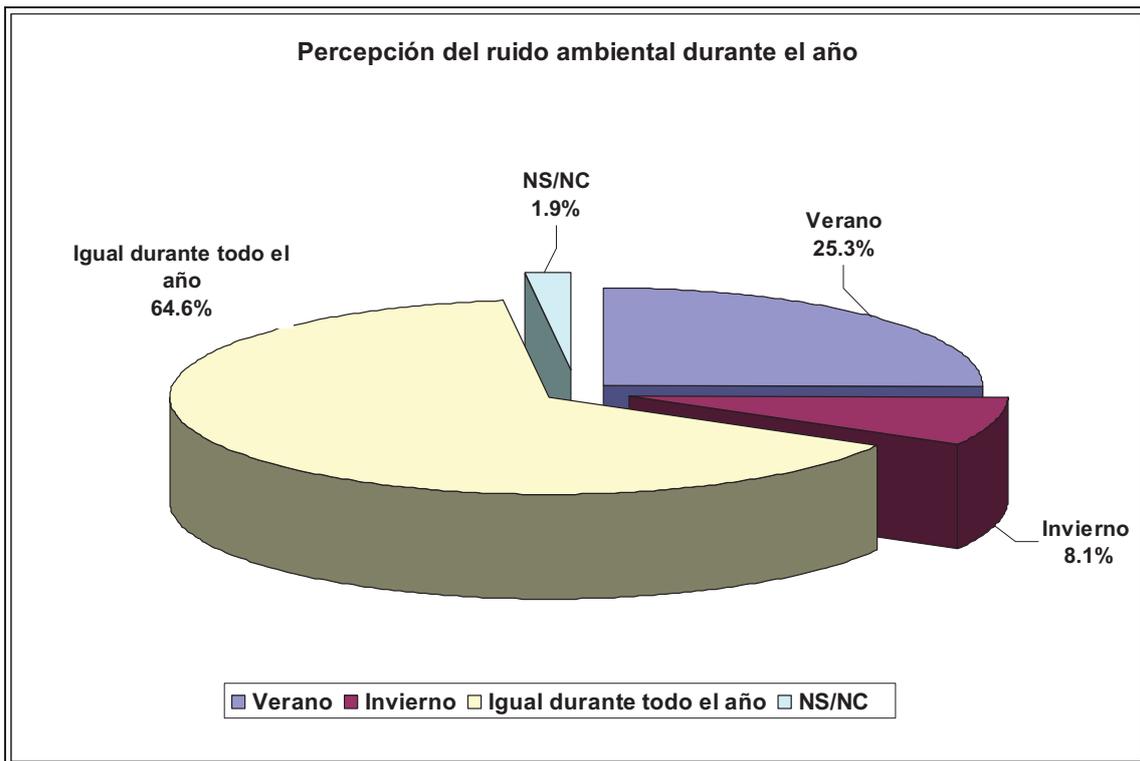
Plano con Cuadrícula.

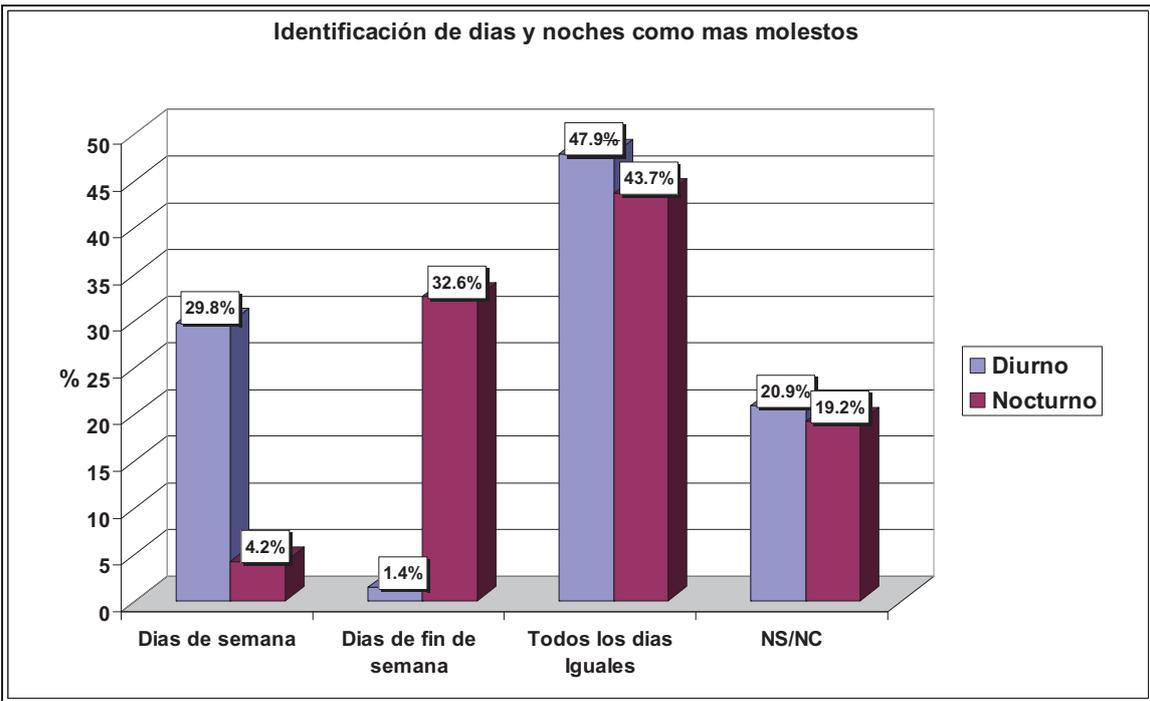
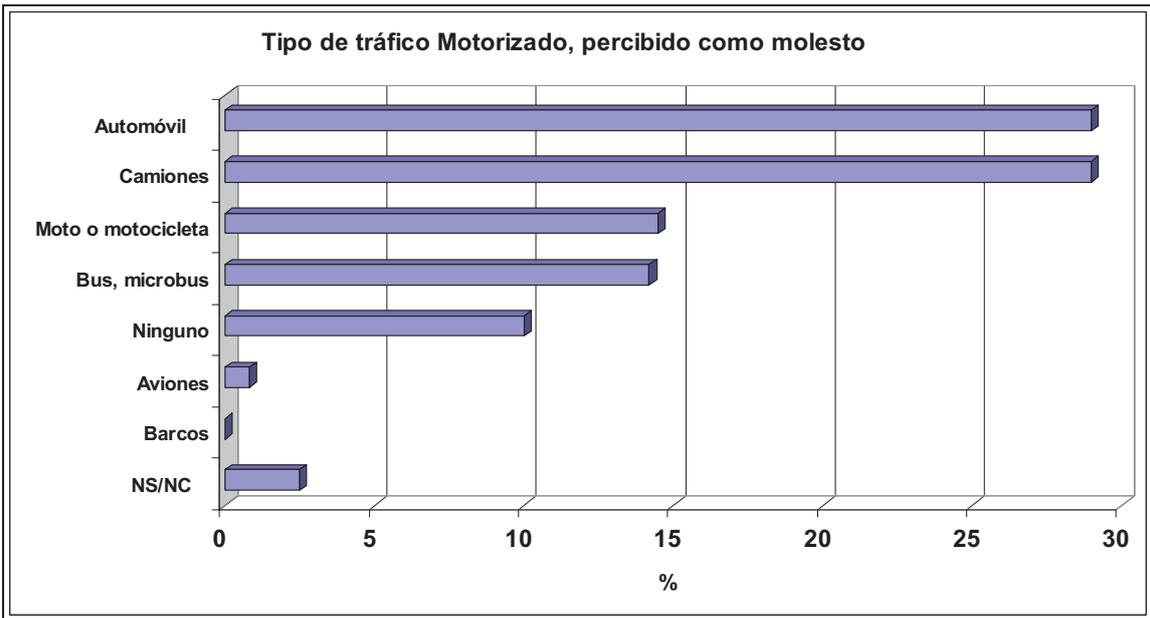


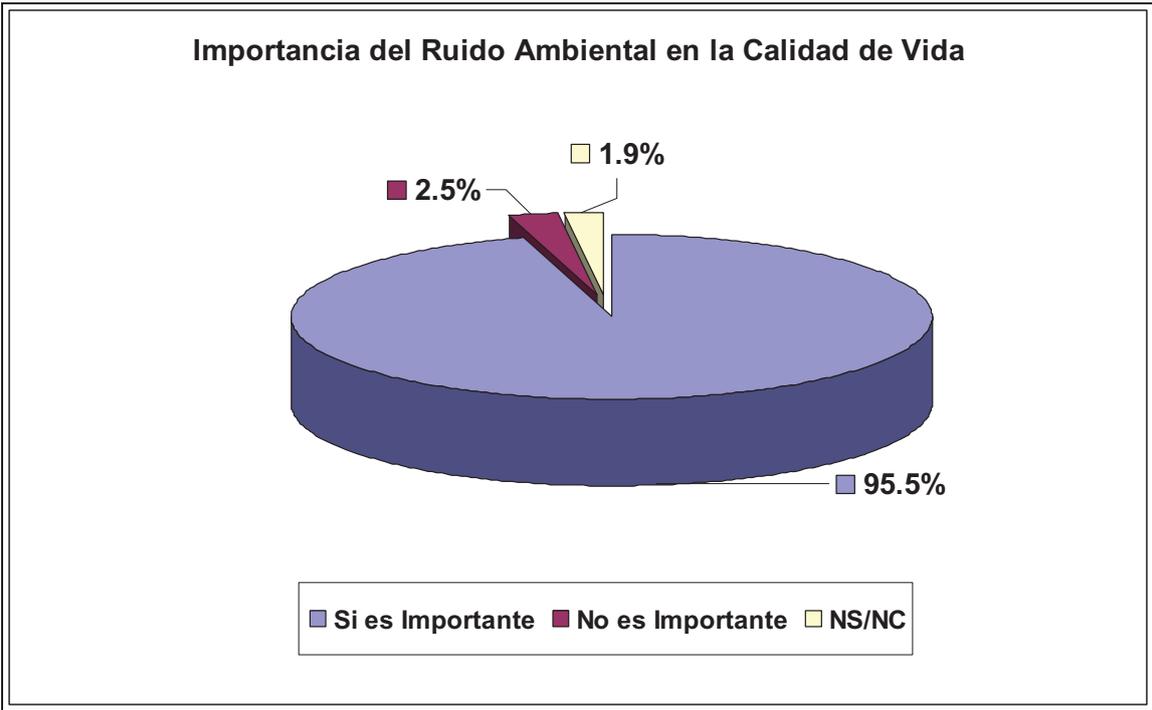
Anexo 4

1. Sensibilidad al Ruido Ambiental.

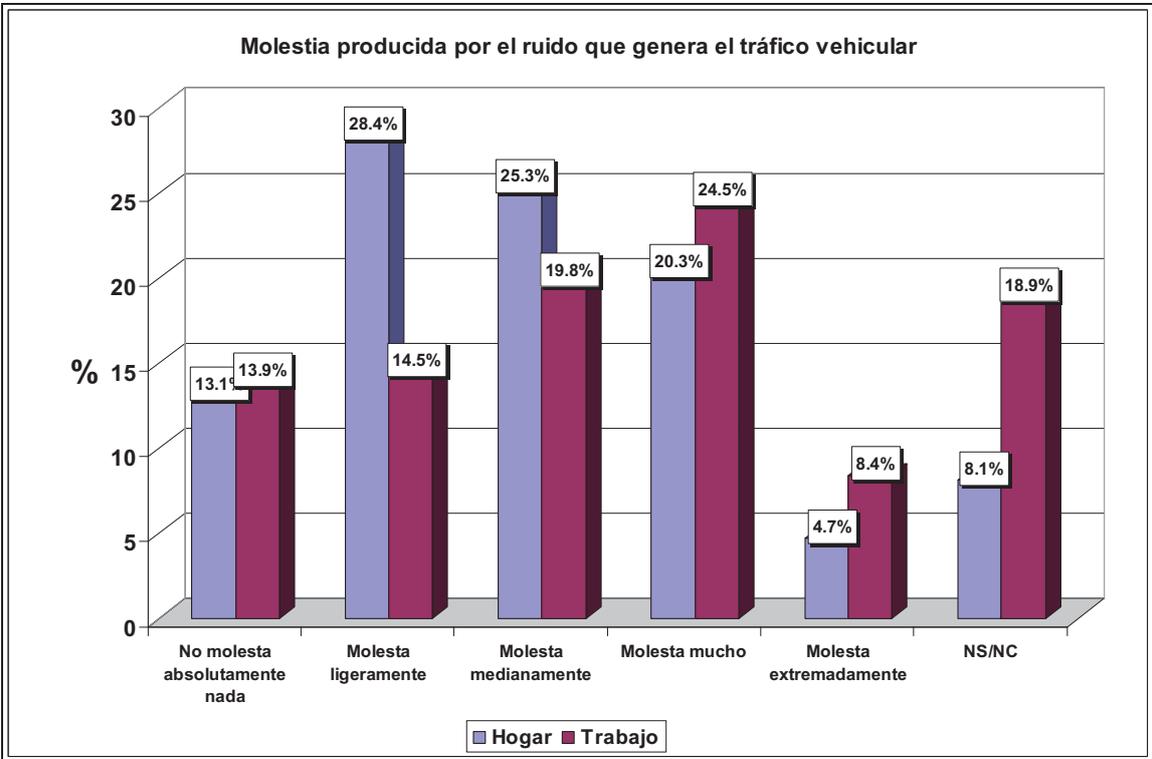


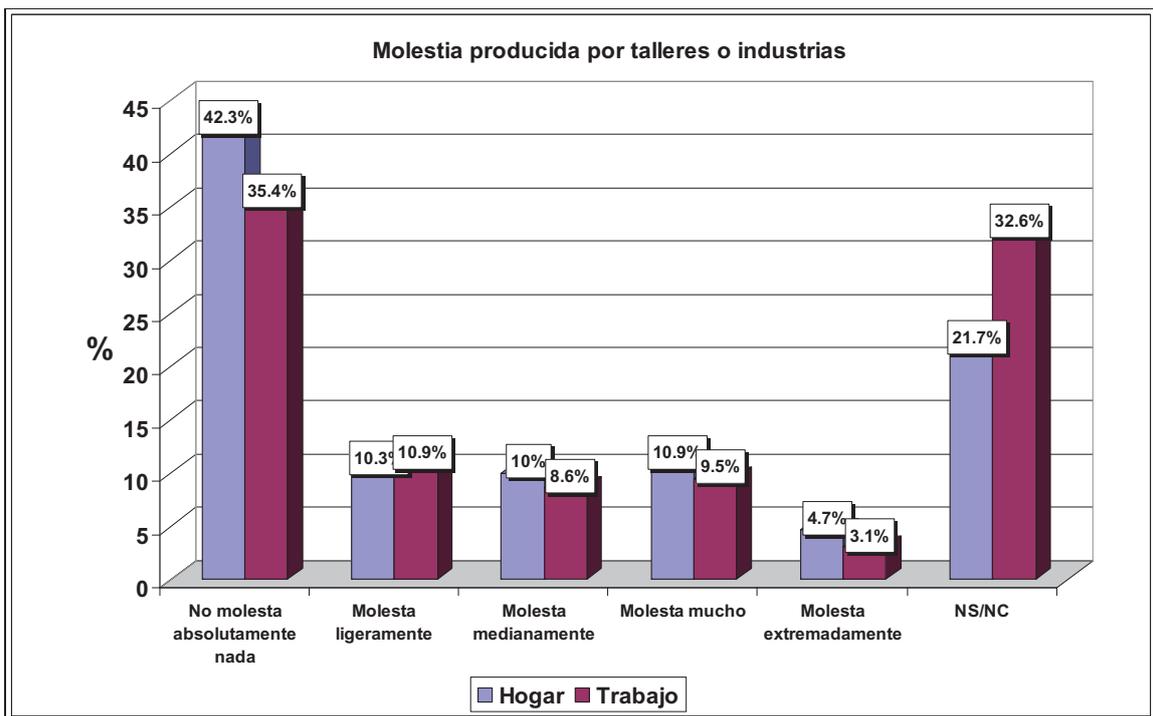
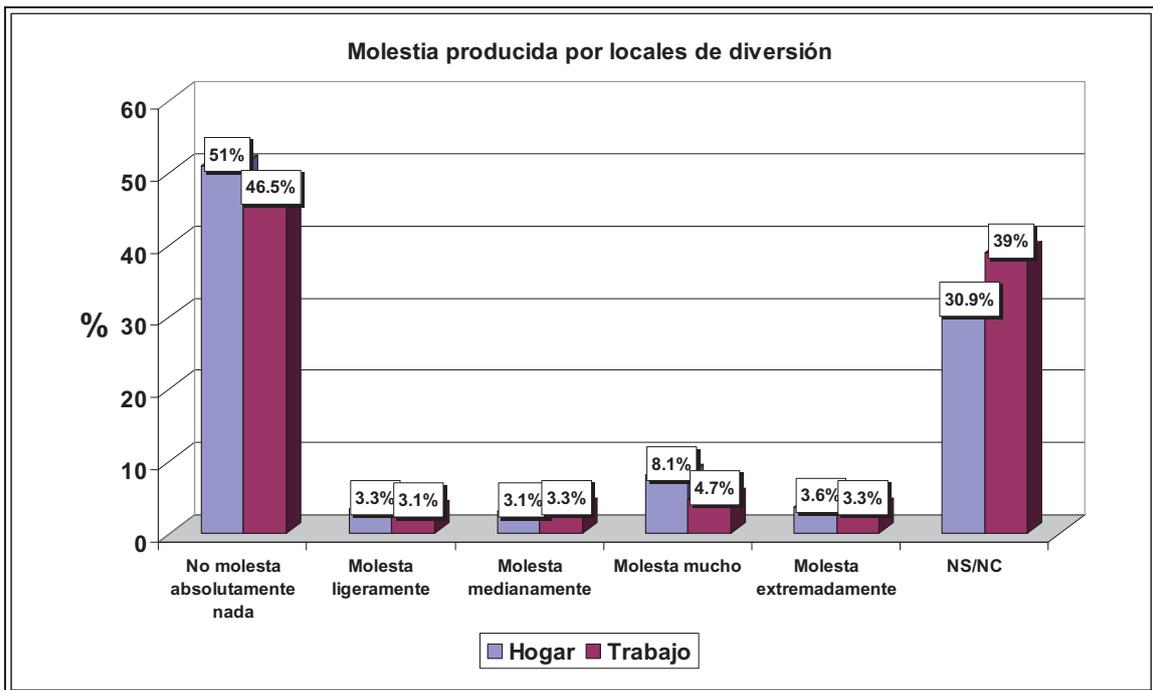


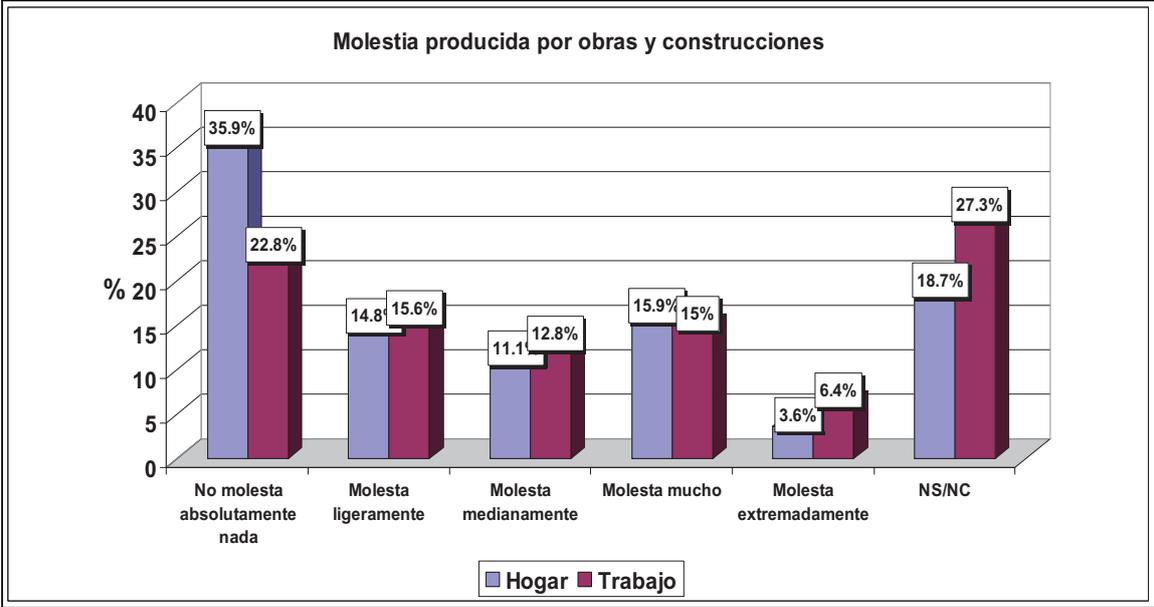
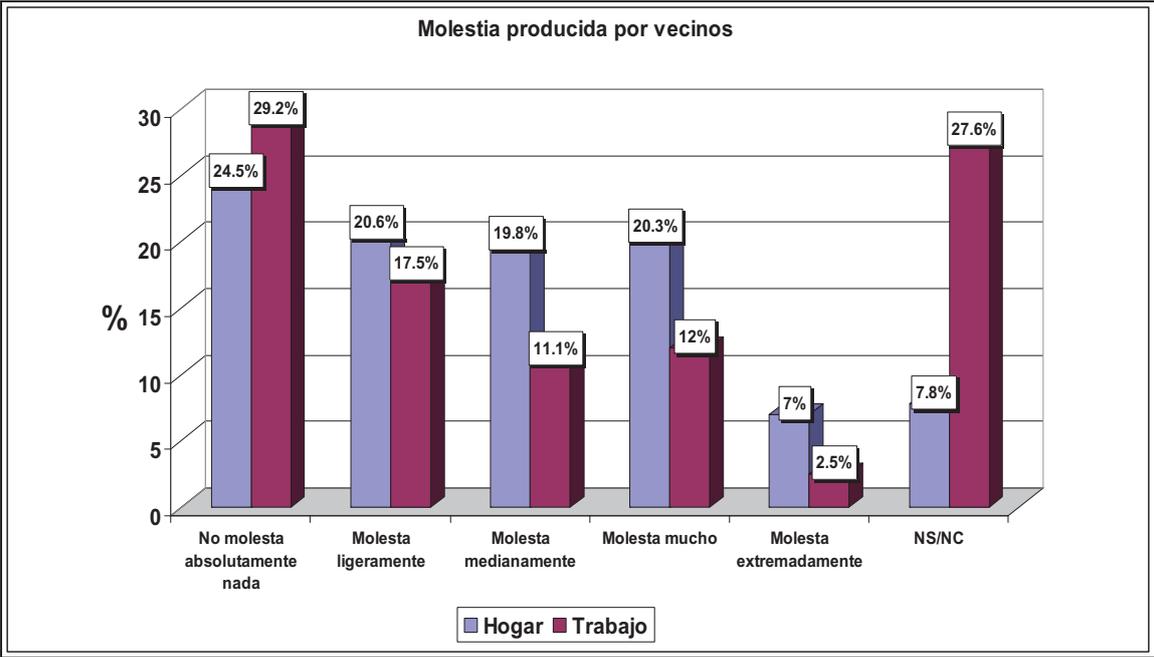


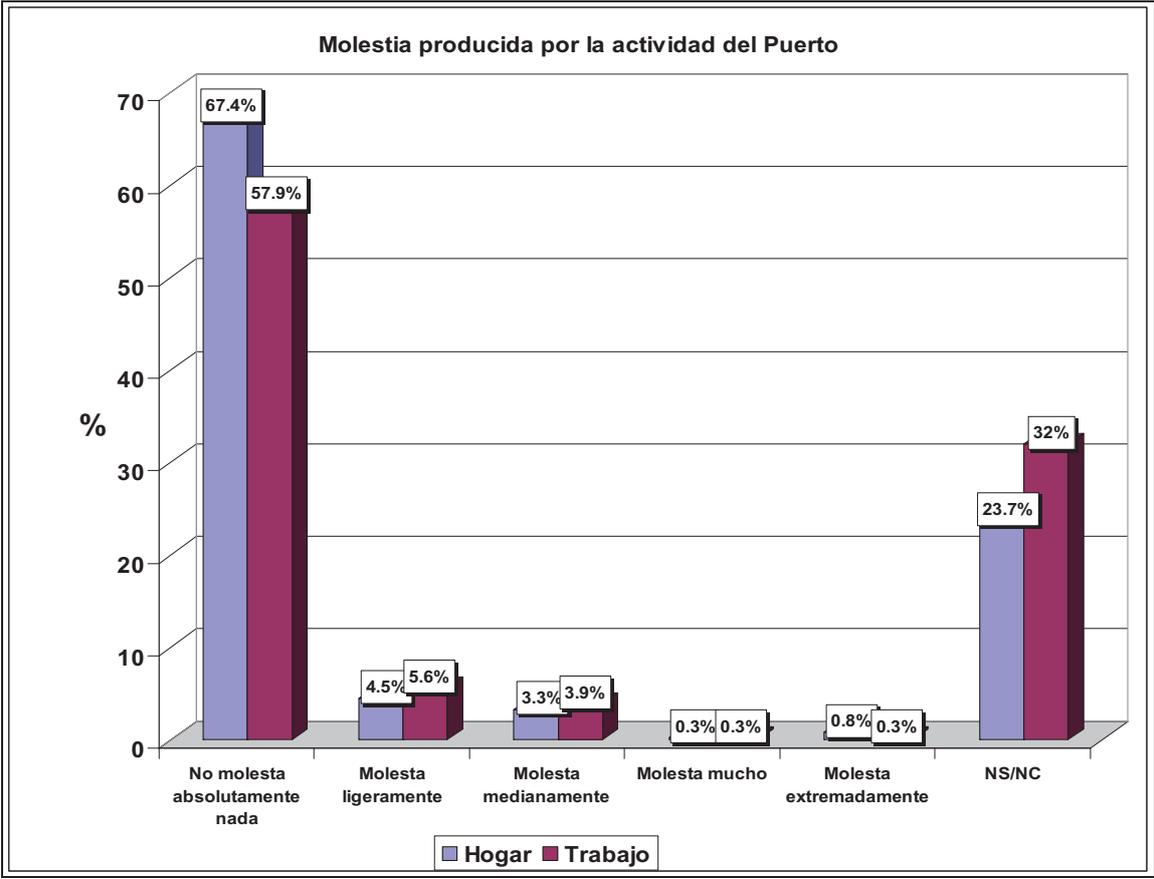


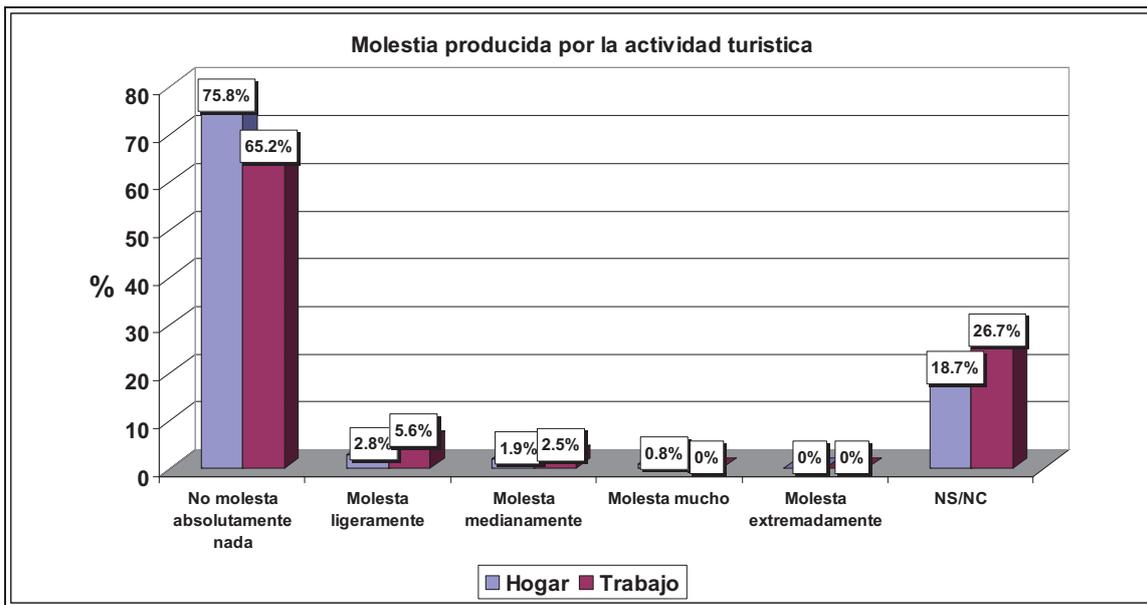
2. Fuentes de Ruido Ambiental en Hogar y Trabajo.



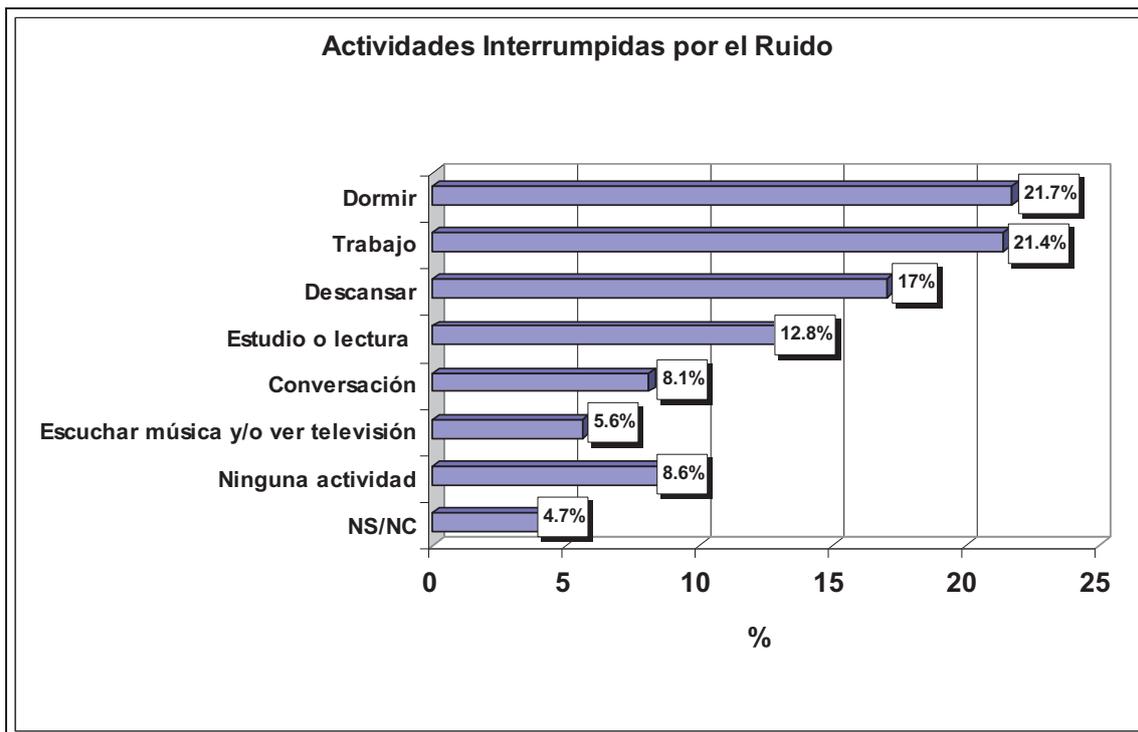


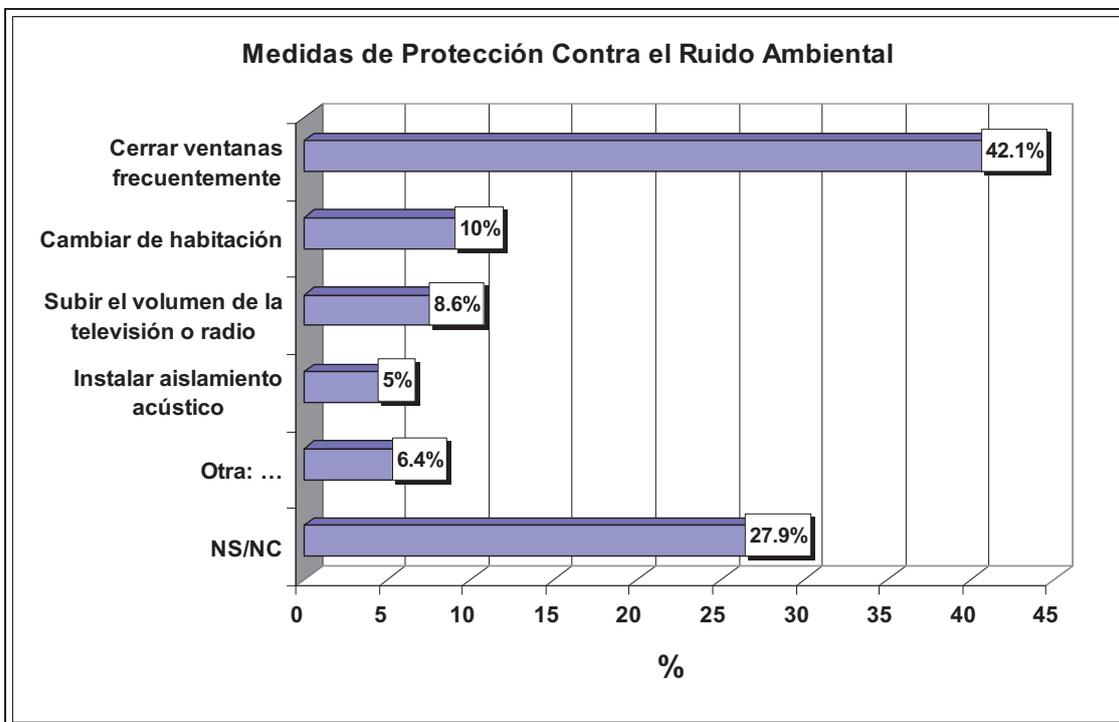
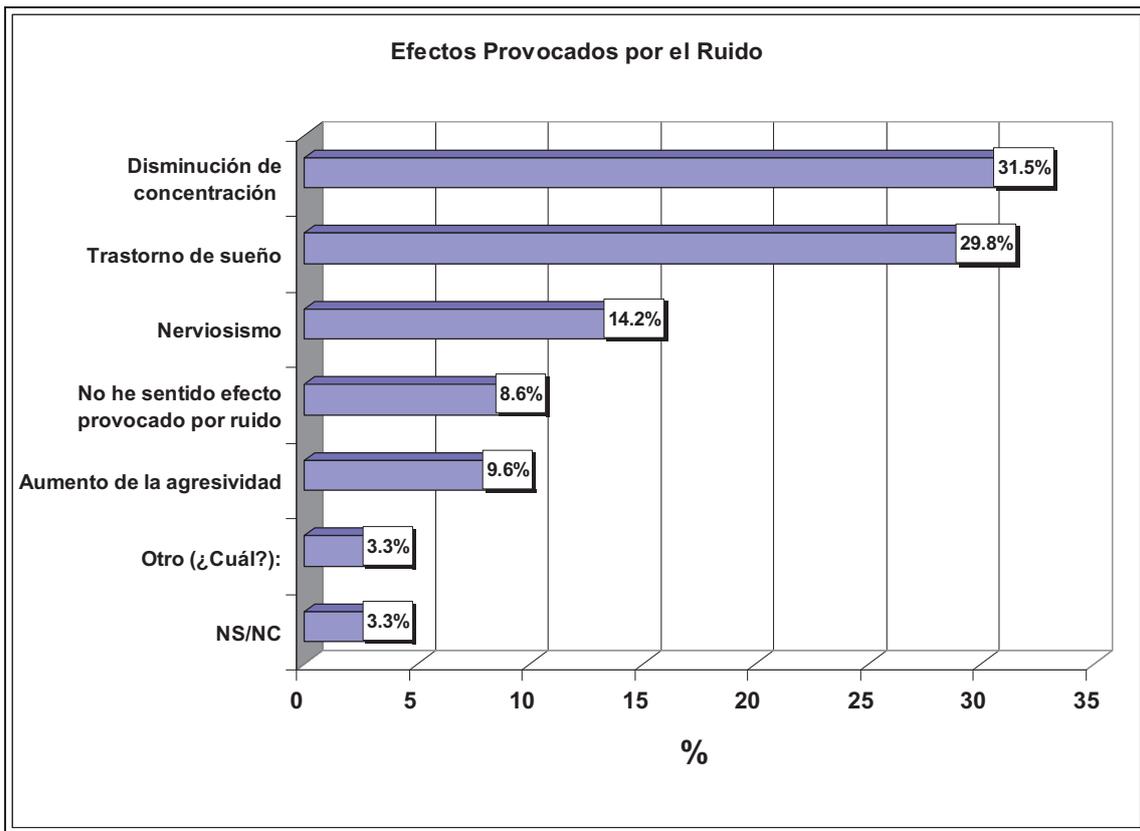


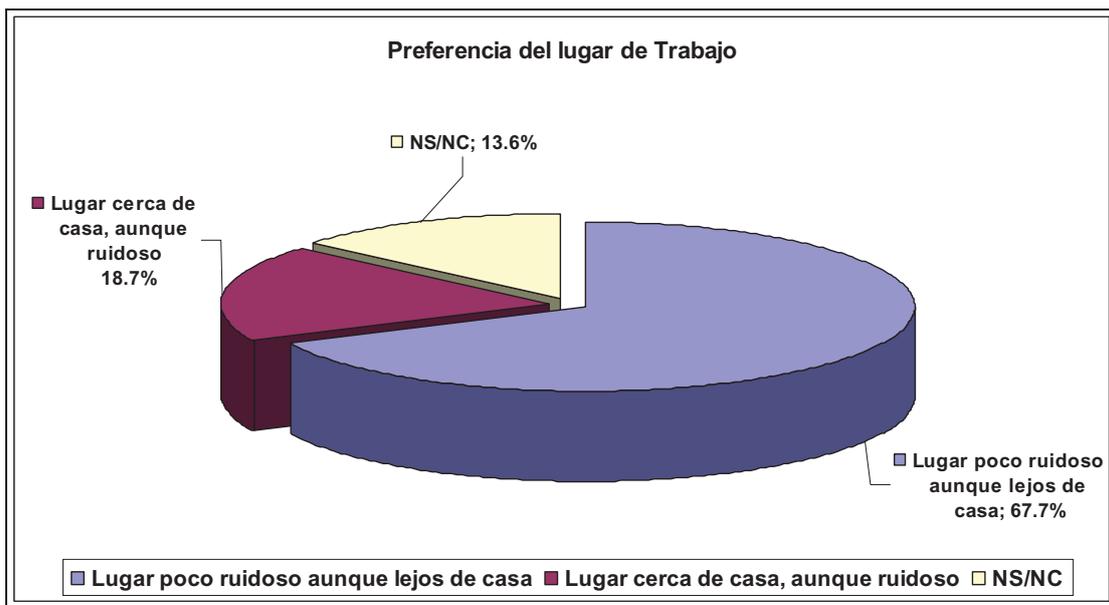
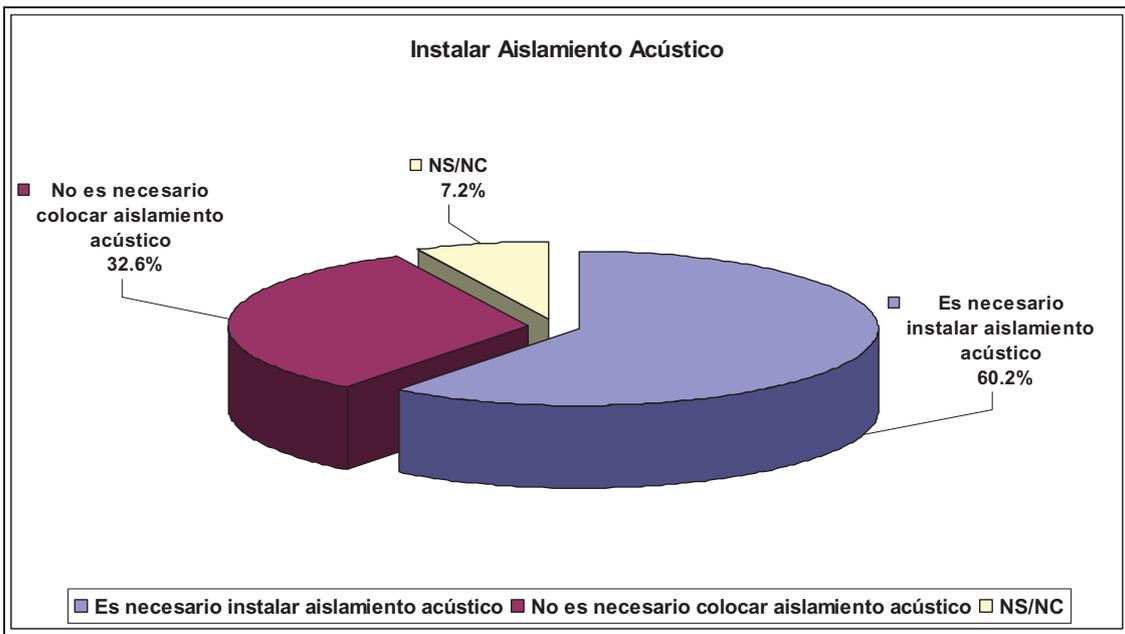


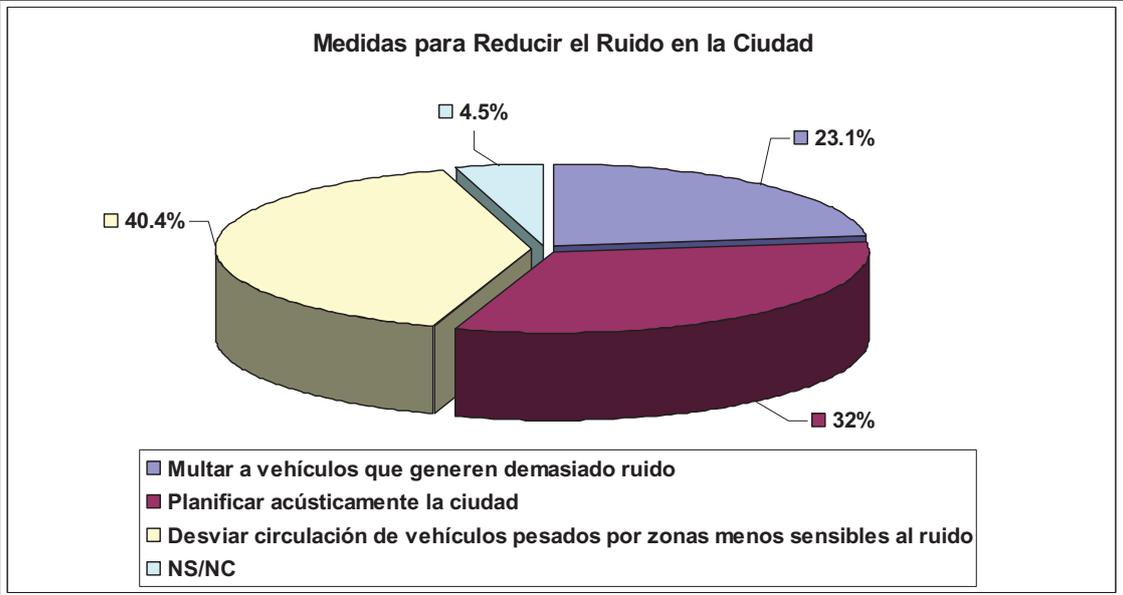
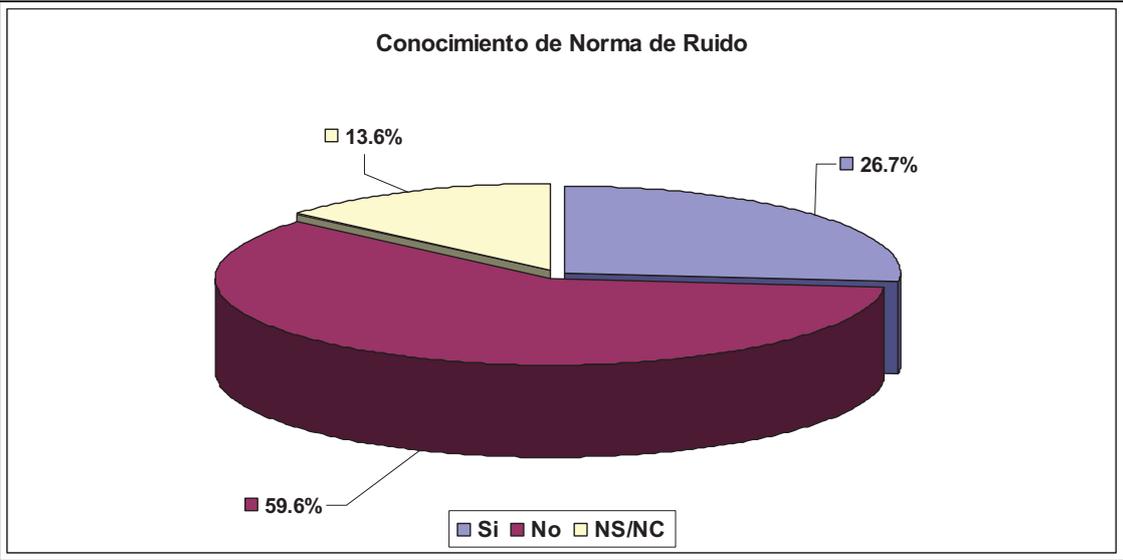


3. Actividades impactadas por el Ruido Ambiental.

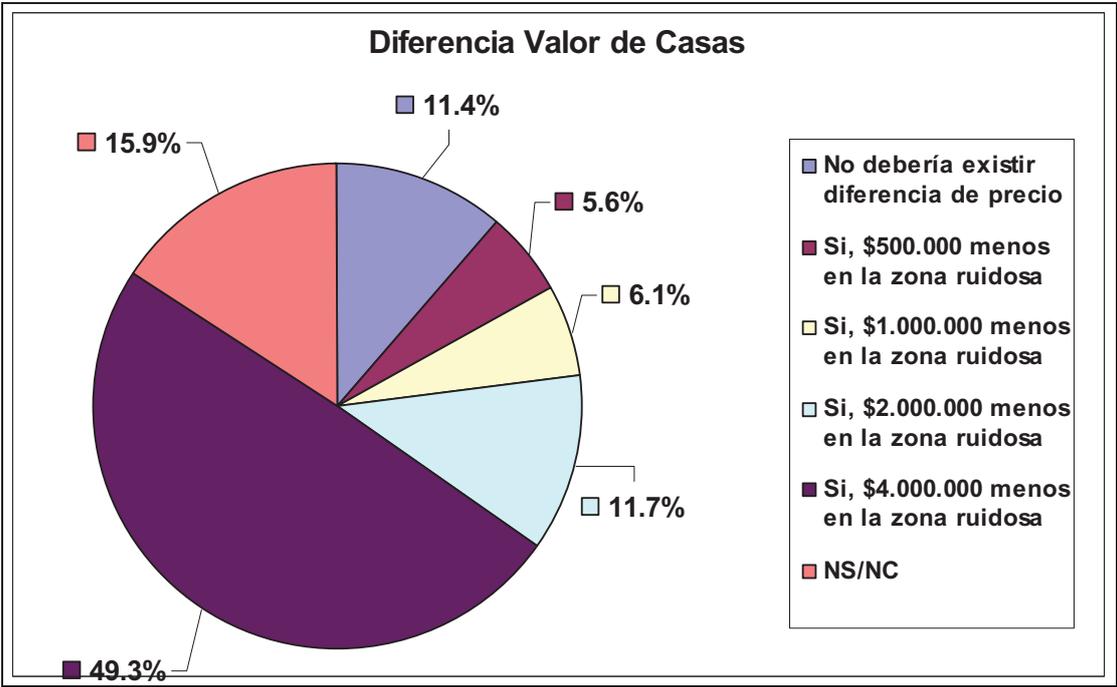








Diferencia de precios entre dos casas iguales pero con distintos niveles de ruido en su entorno.



Anexo 5

ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOBRE RUIDO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE PUERTO MONTT

Código interno

Estimada señora y estimado señor:

La **Ilustre Municipalidad de Puerto Montt** y la **CONAMA Región de Los Lagos** firmaron un convenio para realizar un estudio sobre el ruido ambiental que hay en nuestra ciudad. El proyecto tiene 2 etapas:

1. Realización de campañas de mediciones en la ciudad para elaborar un “mapa de ruido”.
2. **Estudio de opinión sobre ruido ambiental a los habitantes de la ciudad.**

Para esta parte del estudio, le solicitamos su importante participación y cooperación respondiendo la siguiente encuesta. Sus respuestas entregarán información que permitirá tomar medidas y acciones adecuadas **para mejorar la calidad de vida** de los habitantes de nuestra ciudad.

En el proyecto participan profesores y alumnos del Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile, a quienes podrá ver realizando mediciones de ruido en la ciudad.

- **Esta encuesta es completamente confidencial y en ella NO se registra su nombre.**
- **No demorará más de 10 minutos en contestarla.**
- **Le reiteramos que su participación es fundamental.**
- **Los resultados se publicarán en www.conama.cl y <http://www.puertomonttchile.cl>**

Por su apoyo y colaboración, de antemano, muchas gracias.

*Equipo de trabajo del estudio “Mapa de Ruido de Puerto Montt”
Puerto Montt, Febrero de 2007.*

PARA RESPONDER ESTA ENCUESTA

1. La encuesta consta de **27 preguntas**, distribuidas en 3 partes.
2. Debe responder cualquier persona que habite en la vivienda, mayor de 15 años.
3. **En esta encuesta sé entenderá por ruido todo sonido no deseado.**
4. Si en alguna pregunta no sabe que contestar, la pregunta es poco clara o no corresponde a su situación marque la alternativa NS/NC. (**No Sabe ó No Contesta**)
5. Si en el transcurso de la encuesta se siente cansado, por favor, déjela a un lado y finalícela en un momento en que se encuentre relajado y descansado.

Cada persona valora los estímulos en forma diferente. Su valoración de los sonidos puede no coincidir con la de otras personas, eso no significa en absoluto que Ud. esté equivocado. Es muy importante conocer su apreciación, y le agradeceremos que conteste en forma personal.

La encuesta se entrega el día:, y se retira el día:

1ª PARTE: SENSIBILIDAD AL RUIDO AMBIENTAL

Se le solicitará su opinión sobre el ruido ambiental en general, tanto si es **AUDIBLE** como si es **MOLESTO**.

1. ¿Es usted sensible al ruido?

- a) No, nada sensible
- b) Ligeramente sensible
- c) Medianamente sensible
- d) Muy sensible
- e) Extremadamente sensible
- f) NS/NC

2. Cuando usted se encuentra en el interior de su HOGAR (dormitorio, living, etc.), ¿cuán audible es el ruido ambiental exterior?:

- a) Nada audible
- b) Ligeramente audible
- c) Medianamente audible
- d) Muy audible
- e) Extremadamente audible
- f) NS/NC

3. Respecto al ruido ambiental durante el día y la noche, usted opina que en su HOGAR:

- a) Siempre es más ruidoso en el día
- b) Habitualmente es más ruidoso en el día
- c) Son igualmente ruidosos día y noche
- d) Habitualmente es más ruidosa la noche
- e) Siempre es más ruidosa la noche
- f) El ruido no es audible, no hay diferencia,
- g) NS/NC

4. Cuando usted se encuentra en el interior de su TRABAJO (oficina, local comercial, etc.), ¿cuán audible es el ruido ambiental exterior?:

- a) Nada audible
- b) Ligeramente audible
- c) Medianamente audible
- d) Muy audible
- e) Extremadamente audible
- f) NS/NC

5. Piensa Ud. que el ruido existente en la CIUDAD es más molesto en:

- a) Verano
- b) Invierno
- c) Igual durante todo el año
- d) NS/NC

6. ¿Cuál de los siguientes sonidos, es el que más le molesta donde VIVE? (indique sólo uno).

- a) Trafico Vehicular
- b) Locales de diversión
- c) Talleres
- d) Vecinos
- e) Construcciones
- f) Iglesias
- g) El puerto
- h) Ladrido de perros
- i) Otros:
- j) Ruido generado interiormente
- k) Ninguno
- l) NS/NC

7. Señale el tipo de tráfico motorizado que más le molesta por el ruido que genera, frente a su HOGAR (indique una alternativa).

- a) Automóvil
- b) Bus, microbus
- c) Camiones
- d) Aviones
- e) Moto o motocicleta
- f) Barcos
- g) Ninguno
- h) NS/NC

8. Señale en qué día (o días) y en qué momento (día y/o noche) el ruido existente en la CIUDAD es más molesto. Marque alternativas que desee.

En el Día	En la Noche	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a) Lunes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b) Martes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c) Miércoles
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d) Jueves
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e) Viernes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	f) Sábado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	g) Domingo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	h) Todos los días iguales
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	i) NS/NC

9. ¿Cree que el ruido ambiental es un problema ambiental importante en la calidad de vida?

- a) Si
- b) No
- c) NS/NC

2ª PARTE: FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL EN SU HOGAR Y TRABAJO.

En esta parte de la encuesta le consultaremos por las molestias ocasionadas por el ruido cuando usted se encuentra en el **INTERIOR DE SU HOGAR** (por ejemplo en el dormitorio, living, etc.), y en el **INTERIOR DE SU TRABAJO** (oficina, local comercial, etc.). Por favor, responda cada situación en forma independiente.

10. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por el tráfico vehicular?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

11. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por los locales de diversión (discotecas, Púb, bares, etc.)?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

12. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por Talleres o Industrias?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

13. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por sus vecinos (gritos, animales, volumen de radio o televisión, etc.)?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

14. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las obras y construcciones?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

15. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las actividades de las iglesias?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

16. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por la actividad del puerto?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

17. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por la actividad turística?

En Hogar	En Trabajo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a) No molesta absolutamente nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> b) Molesta ligeramente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> c) Molesta medianamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> d) Molesta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> e) Molesta extremadamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> f) NS/NC

3ª PARTE: ACTIVIDADES IMPACTADAS POR EL RUIDO AMBIENTAL

Se le solicita su opinión sobre actividades que puede afectar el ruido ambiental y acciones ante esta situación.

18. Señale una actividad que realiza diariamente y se ve interrumpida por el ruido.

- a) Estudio o lectura
- b) Trabajo
- c) Conversación
- d) Escuchar Música y/o ver televisión
- e) Dormir
- f) Descansar
- g) Ninguna actividad
- h) NS/NC

19. De los siguientes efectos que puede provocar el ruido, indique aquel (uno) que usted puede haber sufrido un mayor número de veces.

- a) Aumento de la agresividad
- b) Nerviosismo
- c) Disminución de concentración
- d) Trastorno de sueño
- e) Otro (¿Cuál?):
- f) No he sentido efecto provocado por ruido
- g) NS/NC

20. ¿Ha tomado alguna medida para protegerse del ruido de su barrio?

- a) Cerrar ventanas frecuentemente
- b) Subir el volumen de la televisión o radio
- c) Cambiar de habitación
- d) Instalar aislamiento acústico
- e) Otra:
- f) NS/NC

21. ¿En qué medida está satisfecho con el aislamiento acústico de su vivienda contra el ruido ambiental exterior?

- a) Absolutamente nada satisfecho
- b) Ligeramente satisfecho
- c) Medianamente satisfecho
- d) Muy satisfecho
- e) Extremadamente satisfecho
- f) NS/NC

22. ¿Considera Ud. necesario instalar aislamiento acústico en su vivienda?

- a) Si
- b) No
- c) NS/NC

23. Si pudiera elegir la ubicación de su lugar de trabajo o estudio, ¿Qué criterio prefiere?

- a) Lugar poco ruidoso aunque lejos de casa
- b) Lugar cerca de casa, aunque ruidoso
- c) NS/NC

24. ¿Ha presentado alguna vez una denuncia por ruidos molestos ante alguna autoridad?

- a) Si (¿Donde?:
- b) No
- c) NS/NC

25. ¿Conoce alguna norma de ruido ambiental?

- a) Si
- b) No
- c) NS/NC

26. Seleccione 3 (tres) de las medidas que propondría Ud. para reducir el ruido en la ciudad (marque 1, 2 y 3 según su preferencia):

- a) Desviar circulación de vehículos pesados por zonas menos sensibles al ruido
- b) Trasladar los talleres, panaderías o comercio a sectores industriales
- c) Multar a vehículos que generen demasiado ruido
- d) Adelantar el horario de cierre de bares, pubs, discotecas
- e) Limitar la circulación de todo tipo de vehículos dentro de la ciudad
- f) Fortalecer la educación y sensibilización ciudadana
- g) Hacer construcciones con mayores exigencias de aislamiento acústico exterior
- h) Planificar acústicamente la ciudad (alejar fuentes de ruido de lugares sensibles)
- i) Ninguna, porque el ruido ambiente no me molesta
- j) NS/NC

27. Suponga hay dos casas iguales: terreno, comuna, construcción, etc, y cada una vale \$40.000.000. La única diferencia entre ambas es que una está en una zona ruidosa (Ej. tráfico camiones) y la otra no. ¿Debería existir diferencia de precio entre ambas casas?

- a) No debería existir diferencia de precio
- b) Si, \$500.000 menos en la zona ruidosa
- c) Si, \$1.000.000 menos en la zona ruidosa
- d) Si, \$2.000.000 menos en la zona ruidosa
- e) Si, \$4.000.000 menos en la zona ruidosa
- f) NS/NC

INFORMACIÓN DE LA PERSONA ENCUESTADA

Para **VALIDAR SU ENCUESTA ESTADÍSTICAMENTE** y su participación en el estudio, es necesario que por favor nos de algunos datos. Le recordamos que la encuesta es **confidencial y en ella no se registra su nombre**, son sólo antecedentes que permitirán utilizar apropiadamente sus respuestas. Muchas Gracias.

Edad

- | | |
|-----|------------------|
| 114 | a) 15 a 19 años |
| 115 | b) 20 a 29 años |
| 116 | c) 30 a 39 años |
| 117 | d) 40 a 49 años |
| 118 | e) 50 a 59 años |
| 119 | f) 60 a 69 años |
| 120 | g) 70 a 79 años |
| 121 | h) 80 años y más |
| 122 | i) NS/NC |

Sexo

- | | |
|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | a) Masculino |
| <input type="checkbox"/> | b) Femenino |
| <input type="checkbox"/> | c) NS/NC |

Estado civil

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) Soltero (a) |
| <input type="checkbox"/> | b) Casado (a) |
| <input type="checkbox"/> | c) Vive en pareja |
| <input type="checkbox"/> | d) Separado (a) |
| <input type="checkbox"/> | e) Divorciado (a) |
| <input type="checkbox"/> | f) Viudo (a) |
| <input type="checkbox"/> | g) NS/NC |

¿Qué medio de transporte utiliza habitualmente para desplazarse dentro de la ciudad?

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) Automóvil propio |
| <input type="checkbox"/> | b) Bus, microbús |
| <input type="checkbox"/> | c) Taxi o colectivo |
| <input type="checkbox"/> | d) Moto o motocicleta |
| <input type="checkbox"/> | e) Bicicleta |
| <input type="checkbox"/> | f) Caminando |
| <input type="checkbox"/> | g) NS/NC |

¿Cuanto tiempo vive en este sector de la ciudad?

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) Menos de 5 años |
| <input type="checkbox"/> | b) 5 a 10 años |
| <input type="checkbox"/> | c) Más de 10 años |
| <input type="checkbox"/> | d) NS/NC |

¿Cuanto tiempo permanece durante la semana en su hogar?

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | a) Solo durante día |
| <input type="checkbox"/> | b) Solo durante la noche (llega tarde) |
| <input type="checkbox"/> | c) Medio día (en la mañana o en la tarde) |
| <input type="checkbox"/> | d) Todo día y toda la noche |
| <input type="checkbox"/> | e) NS/NC |

Estudios que ha cursado completos

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> | a) Sin estudios |
| <input type="checkbox"/> | b) Enseñanza Básica |
| <input type="checkbox"/> | c) Enseñanza Media |
| <input type="checkbox"/> | d) Técnicos |
| <input type="checkbox"/> | e) Universitarios |
| <input type="checkbox"/> | f) NS/NC |

Actividad

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | a) Sin actividad |
| <input type="checkbox"/> | b) Estudiante escolar (básica o media) |
| <input type="checkbox"/> | c) Trabaja en casa / ama de casa |
| <input type="checkbox"/> | d) Trabaja fuera de casa |
| <input type="checkbox"/> | e) Jubilado (a) |
| <input type="checkbox"/> | f) NS/NC |

¿Escucha frecuentemente música con audífonos (radio, discman, reproductor mp3,...)?

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | a) No, nunca escucho música con audífonos |
| <input type="checkbox"/> | b) Si, pocas veces escucho con audífonos |
| <input type="checkbox"/> | c) Si, a menudo escucho con audífonos |
| <input type="checkbox"/> | d) Si, siempre escucho con audífonos |
| <input type="checkbox"/> | e) NS/NC |

SI LO DESEA, AGREGUE UN COMENTARIO AQUÍ:

.....
.....