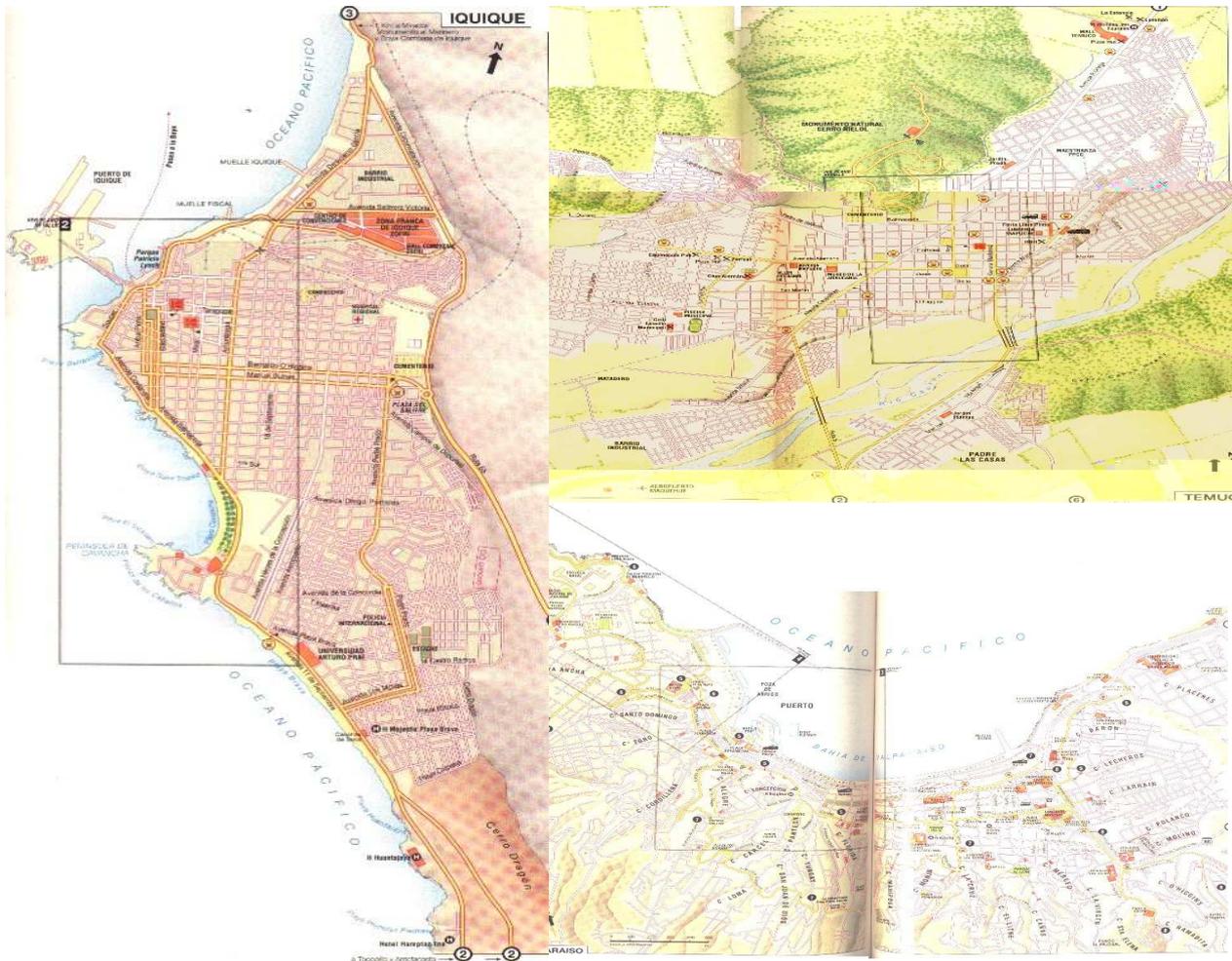


INFORME FINAL

MEDICIÓN DE ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN TRES ZONAS URBANAS DEL PAÍS, COMUNAS DE: IQUIQUE, VALPARAÍSO Y TEMUCO



PREPARADO POR
INGENIERÍA EN CONTROL ACUSTICO LTDA.
ABRIL DEL 2000.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES PRELIMINARES	3
4. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO	5
4.1 ENCUESTA UTILIZADA Y RESULTADOS OBTENIDOS	
4.1.1 Resumen	5
4.1.2 Discusión	6
4.2 MEDICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA	
4.2.1 Resumen	7
4.2.2 Discusión	8
4.3 VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO	9
4.3.1 ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	10
4.3.2 CÁLCULO	11
4.3.3 INTERPRETACIÓN	11

5. METODOLOGÍA PROPUESTA	
5.1 ASPECTOS GENERALES	12
5.2 ENCUESTA	16
5.2.1 Aplicación de la Encuesta Piloto	16
5.2.2 Análisis de la Encuesta Piloto	17
5.3 MEDICIÓN DE INDICES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	17
5.3.1 Distribución de puntos de medición	17
5.3.2 Criterios de Selección – Teóricos	19
5.3.3 Características de las mediciones	20
5.3.4 Campaña de Mediciones	21
5.3.5 Análisis de Resultados	21
6. VISITAS A CIUDADES	
6.1 PRIMERA VISITA: PRESENTAR EL PROYECTO, DISCUTIENDO SU METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO, PARA COMENZAR APLICANDO LA ENCUESTA PILOTO	22
6.1.1 Capacitación	22
6.1.2 Presentación y Discusión de Metodología a Aplicar	22
6.1.3 Recopilación de la información Urbana	22
6.1.4 Presentación de la Metodología	22
6.1.5 Capacitación de la Encuesta Piloto	23
6.1.6 Aplicación de la Encuesta Piloto	23
6.1.7 Aplicación de la Encuesta Definitiva	23
6.2 SEGUNDA VISITA: INICIO DE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES	23
6.2.1 Capacitación para la Campaña de Mediciones	23
6.2.2 Supervisión de la Campaña	23
6.2.3 Verificación de Puntos de Medición	23
6.3 TERCERA VISITA: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y TRASPASOS DE EQUIPOS	23

7. APLICACIÓN ENCUESTA PILOTO	24
7.1 TEMUCO	
7.1.1 División de Estratos	24
7.1.2 Elección de Vivienda a Encuestar	24
7.2 IQUIQUE	
7.2.1 División de Estratos	25
7.2.2 Elección de Vivienda a Encuestar	25
7.3 VALPARAÍSO	
7.3.1 División de Estratos	26
7.3.2 Elección de Vivienda a Encuestar	26
8. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO	27
8.1 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PILOTO	
8.1.1 Temuco	28
8.1.1 Iquique	28
8.1.2 Valparaíso	29
8.2 CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA	
8.2.1 Cálculo	31
8.2.2 Interpretación	31
8.3 DISEÑO MUESTRAL Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	
8.3.1 Temuco	32
8.3.1 Iquique	35
8.3.2 Valparaíso	37
9 RESULTADOS Y ANÁLISIS ENCUESTA DEFINITIVA	
9.1 TEMUCO	39
9.2 IQUIQUE	52
9.3 VALPARAÍSO	65

10	CAMPAÑA DE MEDICIONES	77
10.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN – TERRENO	78
10.1.1	Punto base	78
10.1.2	Puntos Móviles	79
10.2	COORDINACIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES	81
10.3	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS BASES	83
10.3.1	Temuco	83
10.3.2	Iquique	85
10.3.3	Valparaíso	87
10.4	RESULTADOS DE MEDICIONES PARA LOS PUNTOS BASES	88
10.4.1	Temuco	88
10.4.2	Iquique	88
10.4.3	Valparaíso	89
11	ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA	90
11.1	TEMUCO	92
11.2	IQUIQUE	97
11.3	VALPARAÍSO	104
11.4	COMPARACIÓN ENTRE CIUDADES	108
11.5	ANÁLISIS CON LA INCOMPATIBILIDAD CON EL USO DE SUELO RESIDENCIAL	111
11.5.1	Temuco	112
11.5.2	Iquique	113
11.5.3	Valparaíso	115

12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	116
12.1 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE	116
12.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA	128
13 PLAN DE CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL	138
13.1.1 Temuco	139
13.1.2 Iquique	140
13.1.3 Valparaíso	141
14 CONCLUSIONES	142
14.1.1 Temuco	143
14.1.2 Iquique	143
14.1.3 Valparaíso	144
15 BIBLIOGRAFÍA	145

INDICE DE ILUSTRACIONES, GRÁFICOS Y TABLAS

ILUSTRACIÓN 4.3.1.	Diagrama utilizado para la validación de la encuesta aplicada en el estudio de Talcahuano	09
TABLA 8.3.1.1	Distribución del número de encuestas piloto realizadas, prevalencia al Ruido y N° de viviendas por estrato	32
TABLA 8.3.1.2	Errores de estimación y N° de encuestas a realizar, por cada estrato	33
TABLA 8.3.1.3	Distribución del N° de encuestas realizadas, prevalencia al ruido Y número de viviendas, por cada estrato	34
TABLA 8.3.2.1	Distribución del número de encuestas piloto realizadas prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato	35
TABLA 8.3.2.2	Error de estimación y N° de encuestas a realizar, por cada Estrato	35
TABLA 8.3.2.3	Distribución del N° de encuestas realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato	36
TABLA 8.3.3.1	Distribución del N° de encuestas piloto realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato	37
TABLA 8.3.3.2	Errores de estimación y N° de encuestas a realizar, por cada Estrato	37
TABLA 8.3.3.3	Distribución del N° encuestas realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato	38

TABLAS 9.1	CIUDAD de TEMUCO	
TABLA 9.1.1	Distribución del N° de encuestas realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato	39
TABLA 9.1.2	Prevalencia al ruido, por Estrato.	40
GRÁFICO 9.1.1	Prevalencia por Estrato y estimación para Temuco.	40
TABLA 9.1.3	Distribución de parques o áreas abiertas, flujo de tránsito y composición del tránsito, cercanas a viviendas encuestadas, por Estrato, expresado en porcentaje.	41
TABLA 9.1.4	Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato.	42
TABLA 9.1.5	Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por Estrato, en porcentajes	42
TABLA 9.1.6	Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.	43
TABLA 9.1.7	Distribución de encuestados por grupo etario.	43
TABLA 9.1.8	Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.	44
TABLA 9.1.9	Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato	44
TABLA 9.1.10	Distribución de prevalencias por sexo, por Estrato.	44
TABLA 9.1.11	Distribución porcentual de encuestados por ocupación, por Estrato.	45
TABLA 9.1.12	Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.	45
GRÁFICO 9.1.2	Niveles de ruido exterior de lunes a viernes, durante el día.	47
GRÁFICO 9.1.3	Niveles de ruido exterior de lunes a viernes, durante la noche.	48
GRÁFICO 9.1.4	Niveles de ruido exterior los fines de semana, durante el día.	48
GRÁFICO 9.1.5	Niveles de ruido exterior los fines de semana, durante la noche.	49
GRÁFICO 9.1.6	Actividades interrumpidas por el ruido.	49
GRÁFICO 9.1.7	Horarios en que se perciben mayores molestias por ruido.	50
GRÁFICO 9.1.8	Comportamiento del ruido en los últimos años.	50
GRÁFICO 9.1.9	Percepción de encuestados sobre quienes serían los encargados de solucionar el problema de ruido.	51

TABLAS Y GRAFICOS 9.2	CIUDAD de IQUIQUE	
TABLA 9.2.1	Distribución del N° de encuestas realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por cada Estrato.	52
TABLA 9.2.2	Prevalencia al ruido, por Estrato.	53
GRÁFICO 9.2.1	Prevalencias por Estrato y estimación para Iquique.	53
TABLA 9.2.3	Distribución de parques o áreas abiertas, flujos de tránsito y composición del tránsito, cercanas a vivienda encuestada, por Estrato, expresado en porcentajes.	55
TABLA 9.2.4	Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato, expresado en porcentaje.	55
TABLA 9.2.5	Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por estrato, en porcentajes.	56
TABLA 9.2.6	Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.	56
TABLA 9.2.7	Distribución de encuestados por grupo etario.	57
TABLA 9.2.8	Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.	57
TABLA 9.2.9	Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato.	57
TABLA 9.2.10	Distribución de prevalencia por sexo, por Estrato.	58
TABLA 9.2.11	Distribución porcentual de encuestas por ocupación, por Estrato.	58
TABLA 9.2.12	Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.	59
GRÁFICO 9.2.2	Niveles de ruido exterior de lunes a viernes, durante el día, ciudad Iquique.	60
GRÁFICO 9.2.3	Niveles de ruido de lunes a viernes, durante la noche, Iquique	61
GRÁFICO 9.2.4	Niveles de ruido los fines de semana, durante el día, Iquique	61
GRÁFICO 9.2.5	Niveles de ruido los fines de semana, durante la noche, Iquique	62
GRÁFICO 9.2.6	Actividades interrumpidas por el ruido, Iquique	62
GRÁFICO 9.2.7	Horarios en que se perciben mayores molestias por ruido, Iquique	63
GRÁFICO 9.2.8	Comportamiento del ruido en los últimos años, Iquique	63
GRÁFICO 9.2.9	Percepción de los encuestados sobre quienes serían los encargados de buscar una solución al problema de ruido.	64

TABLAS Y GRÁFICOS 9.3	CIUDAD de VALPARAISO	65
TABLA 9.3.1	Distribución del N° de encuestas realizadas, prevalencia al ruido y N° de viviendas, por Estrato.	65
TABLA 9.3.2	Prevalencia al ruido, por Estrato.	65
GRÁFICO 9.3.1	Prevalencias por Estrato y estimación para Valparaíso	66
TABLA 9.3.3	Distribución de parques o áreas abiertas, flujo de tránsito y composición del tránsito, cercanas a la vivienda encuestada, por Estrato, en porcentaje.	67
TABLA 9.3.4	Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato, en porcentaje.	67
TABLA 9.3.5	Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por Estrato, en porcentaje.	68
TABLA 9.3.6	Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.	68
TABLA 9.3.7	Distribución de encuestados por grupo etario.	68
TABLA 9.3.8	Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.	69
TABLA 9.3.9	Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato	69
TABLA 9.3.10	Distribución de prevalencias por sexo, por Estrato.	70
TABLA 9.3.11	Distribución porcentual de encuestados por ocupación, por Estrato.	70
TABLA 9.3.12	Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.	70
GRÁFICO 9.3.2	Niveles de ruido de lunes a viernes, durante el día, Valparaíso.	72
GRÁFICO 9.3.3	Niveles de ruido de lunes a viernes, durante la noche.	73
GRÁFICO 9.3.4	Niveles de ruido los fines de semana, durante el día.	73
GRÁFICO 9.3.5	Niveles de ruido los fines de semana, durante la noche.	74
GRÁFICO 9.3.6	Actividades interrumpidas por el ruido.	74
GRÁFICO 9.3.7	Horarios en que se perciben mayores molestias por ruido	75
GRÁFICO 9.3.8	Comportamiento del ruido en los últimos años	75
GRÁFICO 9.3.9	Percepción de los encuestados sobre quienes serían los encargados de buscar una solución al problema de ruido.	76

ILUSTRACIÓN 10.3.1.1	Ubicación Punto Base - Estrato 1, ciudad de Temuco	83
ILUSTRACIÓN 10.3.1.2	Ubicación Punto Base - Estrato 2, ciudad de Temuco	84
ILUSTRACIÓN 10.3.1.3	Ubicación Punto Base - Estrato 3, ciudad de Temuco.	84
ILUSTRACIÓN 10.3.2.1	Ubicación Punto Base - Estrato 1, ciudad Iquique.	85
ILUSTRACIÓN 10.3.2.2	Ubicación Punto Base - Estrato 2, ciudad Iquique.	86
ILUSTRACIÓN 10.3.2.3	Ubicación Punto Base - Estrato 3, ciudad Iquique.	86
ILUSTRACIÓN 10.3.3.1	Ubicación Punto Base - Estrato 1, ciudad Valparaíso.	87
ILUSTRACIÓN 10.3.3.2	Ubicación Punto Base - Estrato 2, ciudad Valparaíso.	87
GRÁFICO 10.4.1	Ciclo semanal Punto Base Temuco.	88
GRÁFICO 10.4.2	Ciclo semanal Punto Base Iquique.	88
GRÁFICO 10.4.3	Ciclo semanal Punto Base Valparaíso.	89
GRÁFICO 11.1	Muestra promedios horarios para los Leq en dB(A) registrados en los días hábiles en la zona de Estrato 1, Iquique.	91
TABLA 11.1.1	Distribución de Niveles para la ciudad de Temuco.	92
GRÁFICO 11.1.1	Frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora	92
GRÁFICO 11.1.2	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq período Mañana.	93
GRÁFICO 11.1.3	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Tarde	93
GRÁFICO 11.1.4	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Noche	94
GRÁFICO 11.1.5	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq Día-Noche	94
TABLA 11.1.2	Distribución de Niveles para el Estrato 1, ciudad de Temuco.	95
TABLA 11.1.3	Distribución de Niveles para el Estrato 2, ciudad de Temuco	95
TABLA 11.1.4	Distribución de Niveles para el Estrato 3 , ciudad de Temuco.	95
GRÁFICO 11.1.6	Frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora por Estrato.	96
TABLA 11.2.1	Distribución de Niveles para la ciudad de Iquique.	97
GRÁFICO 11.2.1	Frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora.	97

GRÁFICO 11.2.2	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq período Mañana.	98
GRÁFICO 11.2.3	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq período Tarde.	98
GRÁFICO 11.2.4	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Noche	98
GRÁFICO 11.2.5	Distribución porcentual Niveles Presión sonora Leq Día-Noche	99
TABLA 11.2.2	Distribución de niveles para el Estrato 1, ciudad Iquique	99
TABLA 11.2.3	Distribución de Niveles para el Estrato 2, ciudad Iquique	99
TABLA 11.2.4	Distribución de Niveles para el Estrato 3, ciudad Iquique	99
GRÁFICO 11.2.6	Frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora por Estrato.	100
TABLA 11.2.5	Distribución de Niveles para la ciudad de Iquique, durante el fin de semana.	101
GRÁFICO 11.2.7	Frecuencias acumuladas de Niveles Presión Sonora	101
GRÁFICO 11.2.8	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Mañana	102
GRÁFICO 11.2.9	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Tarde	102
GRÁFICO 11.2.10	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Noche	102
GRÁFICO 11.2.11	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq Día-Noche	103
TABLA 11.3.1	Distribución de Niveles para ciudad de Valparaíso	104
GRÁFICO 11.3.1	Frecuencias acumuladas de Niveles Presión Sonora	104
GRÁFICO 11.3.2	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq período Mañana	105
GRÁFICO 11.3.3	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Tarde	105
GRÁFICO 11.3.4	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq periodo Noche	105

GRÁFICO 11.3.5	Distribución porcentual Niveles Presión Sonora Leq Día-Noche	106
TABLA 11.3.2	Distribución de Niveles para el Estrato 1, Ciudad de Valparaíso.	106
TABLA 11.3.3	Distribución de Niveles para el Estrato 3, ciudad de Valparaíso	106
GRÁFICO 11.3.6	Frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora por Estrato	107
TABLA 11.4.1	Distribución de Niveles Día-Noche para las ciudades de Temuco, Iquique y Valparaíso	108
GRÁFICO 11.4.1	Frecuencias acumuladas de Niveles Presión Sonora Leq Día-Noche	108
TABLA 11.4.2	Distribución de Niveles para la mañana, en las tres ciudades.	109
GRÁFICO 11.4.2	Frecs. Acumuladas de Niveles Presión Sonora Leq Mañana	109
TABLA 11.4.3	Distribución de Niveles para la Tarde, en las tres ciudades.	109
GRÁFICO 11.4.3	Frecs. Acumuladas de Niveles Presión Sonora Leq Tarde	110
TABLA 11.4.4	Distribución de Niveles para la noche, en las tres ciudades.	110
GRÁFICO 11.4.4	Frecs. Acumuladas de Niveles Presión Sonora Leq Noche	110
GRÁFICO 11.5.1.1	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, Temuco	112
GRÁFICO 11.5.1.2	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, durante el fin de semana, Temuco.	112
GRÁFICO 11.5.2.1	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, Iquique	113
GRÁFICO 11.5.2.2	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, el fin de semana, Iquique	113
GRÁFICO 11.5.2.3	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, Alto Hospicio	114
GRÁFICO 11.5.3.1	Distribución de Leq Horario Diurno y Nocturno, Valparaíso	115
TABLA 12.1.1	Variables y categorías de las variables involucradas en ACM	118
FIGURA 12.1.1	Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Temuco	119
FIGURA 12.1.2	Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Iquique.	121
FIGURA 12.1.3	Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Valparaíso.	122

TABLA 12.1.2	Variables y categorías de las variables involucradas en ACM.	123
FIGURA 12.1.4	Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuestas y mediciones aplicadas en Temuco	124
FIGURA 12.1.5	Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuestas y mediciones aplicadas en Iquique.	125
FIGURA 12.1.6	Dispersión de las categorías de las variables en los primeros ejes, encuesta y mediciones aplicadas en Valparaíso.	126
TABLA 12.2.1	Resultados del modelo aplicado en Temuco	130
TABLA 12.2.2	Resultados del modelo aplicado en Iquique.	132
TABLA 12.2.3	Resultados del modelo aplicado en Valparaíso	133
TABLA 12.2.4	Resultados del modelo aplicado.	135

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Informe Final que comprende las actividades realizadas durante los seis meses de ejecutado el proyecto, a contar de la fecha de firma del contrato entre la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) e INGENIERÍA EN CONTROL ACÚSTICO LTDA. En este se incluyen:

INFORME INICIAL, AVANCE N°1 Y 2:

- ✓ Recopilación de Antecedentes Preliminares, donde se revisaron estudios relacionados con medición de Índices de Contaminación Acústica
- ✓ Análisis de metodología de evaluación aplicada en la ciudad de Talcahuano, principal referencia para este estudio.
- ✓ Validación de la encuesta utilizada en el estudio realizado en Talcahuano.
- ✓ Metodología elaborada a ser aplicada.
- ✓ Aplicación de la Encuesta Piloto.
- ✓ Análisis y Resultados de la Encuesta Piloto.
- ✓ Diseño de la Encuesta Definitiva.
- ✓ Resultados y Análisis de la Encuesta Definitiva.
- ✓ Campaña de Mediciones.
- ✓ Resultados de las mediciones para los Ciclos Semanales (Puntos Bases).

INFORME FINAL

- ✓ Correcciones por observaciones al informe anterior (Pre Informe Final).
- ✓ Resultados de las mediciones para los puntos encuestados (Puntos Móviles).
- ✓ Análisis de Resultados.
- ✓ Plan de Control de Ruido Ambiental.

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

OBTENER ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN TRES ZONAS URBANAS DEL PAÍS, COMUNAS DE: TEMUCO, IQUIQUE Y VALPARAÍSO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Perfeccionar la metodología desarrollada para determinar Índices de Contaminación Acústica en una Zona Urbana, aplicada a la ciudad de Talcahuano, estudio desarrollado y ejecutado por Conama en 1997.
- 2.2.2 Aplicación de la metodología desarrollada para las tres comunas.
- 2.2.3 Aplicar una encuesta que permita evaluar la reacción de la comunidad frente al ruido presente en lugares habitados.
- 2.2.4 Aplicar un programa de mediciones acorde a la realidad de la zona a estudiar, caracterizando tipos y fuentes de ruido, variabilidad temporal, etc.
- 2.2.5 Obtener índices de Contaminación Acústica para las zonas urbanas definidas en las comunas de Iquique, Valparaíso y Temuco, en lugares donde existe ruido de acuerdo a la percepción de la población encuestada, y no en donde actualmente no se percibe.
- 2.2.6 Identificar zonas y problemas críticos de Contaminación Acústica.
- 2.2.7 Obtener información Acústica que permita proyectar futuras situaciones de interés.
- 2.2.8 Establecer una relación de los NPS Medidos y los resultados de la encuesta aplicada
- 2.2.9 Elaborar una Propuesta de Plan de Control de Ruido Ambiental.
- 2.2.10 Apoyo a la infraestructura instrumental acústica de las instituciones participantes (dos Sonómetros por ciudad).

3. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES PRELIMINARES.

Para tener una visión general de lo que implica una Evaluación de Ruido Urbano, tanto en lo que se refiere a niveles de ruido, como al grado de molestia de la población que se ve afectada por estos niveles, y con el fin de desarrollar una metodología adecuada, que cumpla con los objetivos plantados en este estudio, se recopilaron diversos estudios realizados en el país y en el extranjero:

ESTUDIOS REALIZADOS EN CHILE:

- ✓ Estudio Base de Generación de Niveles de Ruido, realizado en la ciudad de Santiago en 1989 por la Universidad de Santiago de Chileⁱ.
- ✓ Epidemiología del Ruido Comunitario en la Comuna de Providencia, realizado en 1994ⁱⁱ.
- ✓ Desarrollo y Aplicación de una Metodología Simple para la Determinación de Índices de Contaminación Acústica en una Zona Urbana, caso Comuna de Talcahuano. Ejecutado por CONAMA, 1997y M. Alejandra Pérez, alumna Tesista UACHⁱⁱⁱ.

ESTUDIOS REALIZADOS EN OTROS PAÍSES:

- ✓ Community noise survey of Cincinnati, Ohio. 1975^{iv}.
- ✓ Synthesis of social surveys on noise annoyance. 1978^v.
- ✓ Community noise Levels in Patras, Greece. 1980^{vi}
- ✓ El ruido de tráfico en Valladolid. 1991^{vii}.
- ✓ Levantamento de ruído urbano orientado para receptor, com base e ruido de trafego. 1994^{viii}.
- ✓ Denver Noise Survey, 1995^{ix}.
- ✓ Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. 1997^x.
- ✓ Aplicación de Técnicas Estadísticas al tratamiento de datos de ruido urbano.1998^{xi}.
- ✓ Ruído em ambiente urbano do tráfego veicular: Resultados iniciais da aplicacao de uma metodologia de mapeamento sonoro para áreas urbanas e industriais. 1998^{xii}.

RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES PRELIMINARES

Además se revisó la siguiente bibliografía Internacional:

- ✓ J. G. Migneron, “Acoustique Urbaine”, 1980.
- ✓ Schultz, Theodore. Community noise rating. 1982
- ✓ ISO 1996 Partes 1,2 y 3, “Descripción y Medición de Ruido Ambiental”
- ✓ The U.S. Environmental Protection Agency Office of Noise Abatement and Control. 1974. “Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety”.
- ✓ Sociedad Española de Acústica, “El Ruido en la Ciudad Gestión y Control”. 1991.
- ✓ Azorín, Francisco, “Métodos y Aplicaciones del Muestreo”. 1996.
- ✓ Magnusson, David, “Teoría de los Test”. 1979.

Con el fin de cuantificar la extensión geográfica de cada comuna, se adquirieron planos urbanos de cada ciudad proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), donde se detallan, la cantidad de manzanas que conforman las zonas censales, y estas a su vez, los Distritos Censales de cada comuna. También se solicitó la colaboración de las instituciones regionales para recopilar antecedentes como, planos reguladores, planos actualizados de la ciudad, antecedentes de flujos vehiculares de las principales arterias, denuncias por ruidos molestos, catastro de fuentes fijas emisoras de ruido, información a nivel de unidades vecinales que incluye número de viviendas y densidad de población actualizada a la fecha.

4 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO.

Para analizar la Metodología Aplicada en Talcahuano, se distinguieron dos aspectos fundamentales; encuesta y medición de niveles de presión sonora.

4.1 ENCUESTA UTILIZADA Y RESULTADOS OBTENIDOS.

4.1.1. Resumen

Para la comuna de Talcahuano, cuya población es de aproximadamente de 250.000 habitantes, se aplicaron 243 encuestas, utilizando un método aleatorio de selección. El diseño de la encuesta se basó en el estudio realizado en la Municipalidad de Providencia - Santiagoⁱⁱ, y un estudio presentado en la Primera Reunión sobre Ruido Urbano en Argentina^{xiii}. El objetivo de la encuesta fue evaluar las molestias de la comunidad ante los ruidos del vecindario y no de la comuna. Además se pretendía cuantificar el nivel de molestia y establecer la relación entre la edad y sexo de la persona encuestada y su molestia por el ruido. La selección de viviendas se realizó al azar. Para detectar posibles errores, se efectuó una encuesta piloto en 25 viviendas, obteniéndose un grado de molestia de un 20%. Con este valor se obtuvo el número total de encuestas a aplicar: 243. La distribución de las encuestas se realizó en forma porcentual tomando la información de población de cada distrito censal. Para elegir las viviendas a encuestar, primero se sortearon las manzanas y luego el lado en el que se realizaría la encuesta y finalmente la vivienda, eligiendo solo una por manzana seleccionada. Para los casos en los que no fuese posible aplicar la encuesta, se seleccionaron manzanas de reemplazo. Los principales resultados de las encuestas arrojaron que un 40% de los encuestados consideró al ruido como un problema ambiental importante. De este porcentaje, el 22% afirmó que el ruido existente en su barrio le molestaba en su vida diaria. El 65% consideró que el ruido en su sector ha aumentado en los últimos 5 años y un 80% declaró no haber denunciado el problema a las autoridades.

4.1.2. Discusión

En este estudio se utilizó el Distrito Censal como unidad de evaluación, el cual no tiene relación con algún tipo de estratificación donde sea posible relacionar Niveles de Ruido y la actividad que ahí se desarrolla, siendo este (Distrito Censal) una unidad definida por el Instituto Nacional de Estadística, INE, sólo para la realización del Censo pudiendo, por su condición, sufrir modificaciones para estudios futuros.

Para la distribución de la encuesta se utilizó método aleatorio de selección de la vivienda a encuestar, con lo cual se otorga la misma probabilidad de selección a todas las viviendas de la comuna, sin diferenciar, por ejemplo, si la vivienda corresponde a un sector residencial o a uno comercial. Esto limita los resultados de la encuesta, ya que no es posible inferir acerca de la ubicación de la vivienda y las respuestas de las personas encuestadas. Además, el número de encuestas piloto no es suficiente para evaluar la encuesta como instrumento estadístico, determinar posibles problemas en ella y demostrar su replicabilidad, ya que se basa en una encuesta confeccionada para otro estudio. Por otra parte, la encuesta utilizada en este estudio se aplicó en forma paralela a la realización de las mediciones de NPS, con lo que se deja de lado la apreciación de las personas para la selección de puntos de medición.

Al revisar la encuesta utilizada en este estudio se reconoció un formato poco claro, lo que puede inducir a errores en su aplicación y una baja calidad de los datos obtenidos. Finalmente, no se realizó un análisis detallado relacionando los resultados de la encuesta y los obtenidos en la campaña de mediciones de NPS.

4.2 MEDICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA.

4.2.1 Resumen

En la metodología utilizada se recopilaron antecedentes preliminares que permitieron, posteriormente, definir los puntos de medición. Se consideraron: sectores habitados con mayor cantidad de denuncias por ruidos molestos, sectores habitados más expuestos a vías de flujo vehicular, sectores cuyo uso de suelo, permite vivienda y equipamiento vecinal, comunal o regional, en los que se encontraran establecidas fuentes fijas clasificadas como industria molesta, y, de existir tráfico aéreo o ferroviario se seleccionaron los sectores más impactados. Una vez establecidos los sectores de cada distrito censal, se realizó una inspección en terreno. Los criterios de selección de puntos fueron los siguientes: debido a que las mediciones deben representar la molestia percibida en el receptor, los puntos se ubicaron en la acera y cerca de las fachadas de las viviendas, se establecieron los niveles de ruido que se perciben en cada área de acuerdo con las actividades que ahí se realizan, se evitó medir cerca de esquinas, cruces de semáforos, etc., evitando grandes variaciones en los niveles registrados, se estableció la influencia de las fuentes de ruido presentes en la comuna y el punto de medición se ubicó en el lugar de mayor impacto. La cantidad de puntos de medición se determinó por las características de cada lugar, se consideraron todos los puntos necesarios para evaluar las principales fuentes de ruido en cada distrito. Para evaluar las fuentes fijas de ruido, estas se seleccionaron del catastro recopilado, bajo los siguiente criterios: las clasificadas por el Servicio de Salud como industria molesta y que se encontraran ubicadas en sectores con uso de suelo no apto para el industrial, empresas que por su proceso de producción fuesen una fuente de ruido importante, fuentes fijas mencionadas en las denuncias de la comunidad, y fuentes fijas que estuviesen relacionadas con medios de transporte. Para los sitios sensibles, se seleccionó un número representativo según los siguientes criterios: sitios más expuestos a altos niveles de ruido, que estuviesen ubicados en sectores habitados y que pudiesen convertirse en fuentes de ruido.

ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO

El equipamiento utilizado fue un Sonómetro tipo 2, que cumple con las normas de precisión IEC 651 y 804. Los resultados se expresaron en dB(A), se registraron L_{eq} , $L_{mín}$, $L_{máx}$ y opcionalmente los percentiles L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{95} , L_{99} . Para evaluar las fuentes móviles, las mediciones se realizaron durante días laborales, en 3 horarios para cada día (horas peak y silenciosas del día). El tiempo de medición varió entre 5 y 15 minutos, dependiendo de las condiciones de estabilidad.

4.2.2 Discusión

Como se mencionó anteriormente (punto 4.1.2), la utilización del Distrito Censal como unidad de evaluación limita las conclusiones que se pueden obtener del estudio, ya que no es una unidad que tenga relación con índices de contaminación acústica.

En cuanto al ciclo diario semanal, se determinó sólo con un punto base ubicado en el centro, el cual no representa necesariamente a toda la comuna pudiendo inducir a errores.

4.3 VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO.

Para aplicar la encuesta, utilizada en el estudio de Talcahuano (Anexo 1), como parte de la metodología a desarrollar en este estudio, es necesario validar, en forma estadística, el instrumento utilizado (Análisis de Confiabilidad de la Encuesta). Como se muestra en la ilustración 1, los resultados de este análisis indican si el instrumento es replicable, o bien, si es necesario diseñar uno nuevo. En el caso que se deba diseñar una nueva encuesta, esta debe ser validada a priori mediante una encuesta piloto. Si esta validación nos entrega buenos resultados, la encuesta es aplicable como instrumento estadístico. Con los resultados de la encuesta piloto se obtiene la prevalencia o cantidad gente molesta por el ruido (P_h). Según el valor de la prevalencia podremos estimar el tamaño del muestreo (número de encuestas a utilizar, n_h) y diseñarlo de manera de que al aplicar la encuesta se obtengan los resultados esperados.

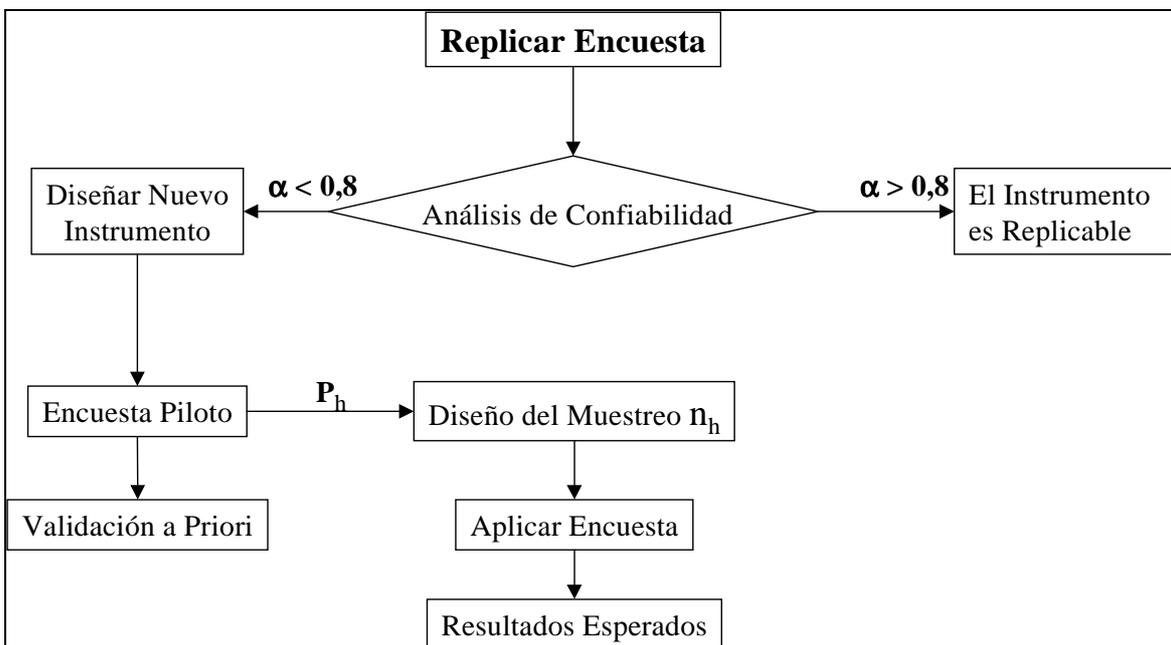


Ilustración 4.3.1. Diagrama utilizado para la validación de la Encuesta aplicada en el estudio de Talcahuano.

ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN LA CIUDAD DE TALCAHUANO

Los aspectos fundamentales de la validación se detallan a continuación:

4.3.1 Análisis de Confiabilidad.

Para que los datos obtenidos con diferentes tipos de instrumentos de medición (estadísticos) se puedan usar y replicar en situaciones prácticas deben satisfacer ciertas condiciones. Entre ellas, el instrumento debe dar medidas confiables, de manera que se obtengan los mismos resultados al volver a medir el rasgo, bajo condiciones similares del objeto o individuo en cuestión.

La confiabilidad es la exactitud de la medición, independientemente de lo que uno esté realmente midiendo, o lo que ha querido medir. Así, la prueba de confiabilidad que se aplique a este instrumento (Encuesta de Percepción de Ruido) será una medida de la capacidad del test para dar los mismos resultados en repetidas pruebas, sin importar si este resultado tiene que ver con el grado de percepción de ruido por parte del encuestado.

Existen distintos métodos para estimar la confiabilidad^{xiv}. En esta ocasión, debido a la estructura del instrumento, utilizaremos el **ALFA DE CROMBACH (α)** para variables estandarizadas ya que, de las siete preguntas destinadas a la percepción de ruido¹, algunas respuestas presentan escalas de 4 niveles o bien dicotómicas.

$$\alpha = \frac{K \times \rho}{(1 + \rho(K - 1))}$$

K= número de Items.(Preguntas)

ρ = Promedio de las correlaciones interitem.

El valor de α varía entre 0 y 1, donde un valor cercano a 1 indica una alta confiabilidad y un valor cercano a 0 indica lo contrario (instrumento poco confiable).

¹ Preguntas número: 11-12-13-14-17-18-19. Encuesta Estudio Talcahuano, Anexo 1.

4.3.2 Cálculo.

Para determinar el coeficiente de confiabilidad se procedió a calcular la correlación existente entre cada par de Items. Como son 7 los Items se obtuvieron 21 correlaciones^{xv} que al ser sumadas y promediadas entregan un $\rho = 0.0858$. De esta manera:

$$\alpha = \frac{7 \times 0,0858}{1 + (0,0858 \times 6)} = 0,3966$$

La correlación se utiliza para medir fuerza de asociación entre dos variables, toma valores entre -1 y 1 , donde valores cercanos a 1 indican una fuerte asociación positiva o directa, valores cercanos a -1 indican una fuerte asociación negativa o inversa y valores en la vecindad del cero indican que no existe asociación o el par de variables son independientes linealmente entre sí. La correlación entre dos variables X e Y se calcula por el cociente entre la covarianza entre X e Y, y el producto entre las desviaciones estándar de X e Y. Para aclarar aún más este punto, se incluye en el Anexo 11, una matriz de correlaciones.

4.3.3 Interpretación.

Es difícil especificar cual es el nivel de confiabilidad aplicable en todos los casos. Como regla general, se considera que la confiabilidad no debe ser menor a $0,8$ para instrumentos ampliamente utilizados.

Dada esta afirmación y otorgando un cierto grado de tolerancia, ya que este instrumento es nuevo, se puede señalar que el instrumento es poco confiable para nuestros fines (replicar su uso en Iquique, Valparaíso y Temuco). Además, se pudo observar que la encuesta original variaba de la que se aplicó, careciendo de un orden correlativo en las preguntas, teniendo demasiadas preguntas abiertas y la posibilidad de responder en más de una opción por cada pregunta, lo que obstaculiza el desempeño del encuestador, la digitación de la encuesta y un análisis estadístico consistente.

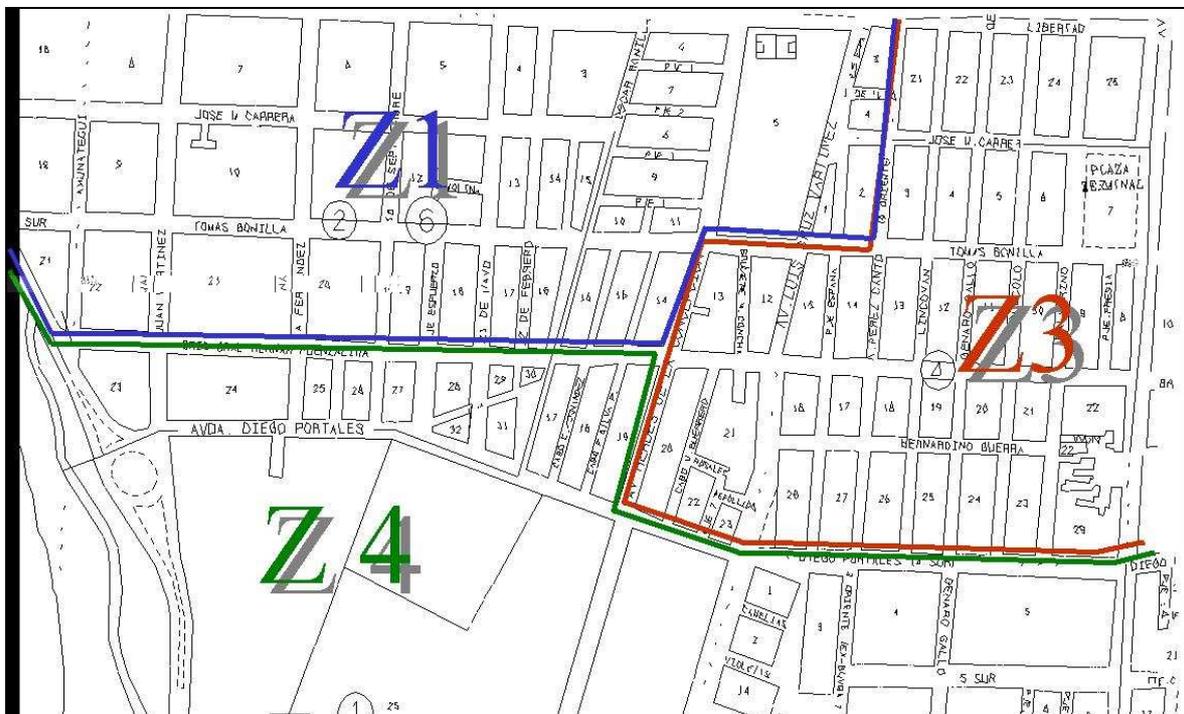
Dados estos resultados, se propone construir un nuevo instrumento sobre la base del ya utilizado en Talcahuano, y posteriormente, mediante la encuesta piloto, estimaremos a priori su confiabilidad. Este consiste en la aplicación del diagrama descrito en la ilustración 4.3.1. Con los resultados de esta encuesta piloto se determinará el tamaño del muestreo a aplicar. La encuesta piloto se incluye en el Anexo 2.

5. METODOLOGÍA PROPUESTA.

5.1 ASPECTOS GENERALES

En la metodología que se propone a continuación, se establecen mejoras en algunos aspectos del estudio efectuado en la ciudad de Talcahuano, que según el análisis realizado, son necesarios de corregir y de esta forma depurar la información obtenida. Se establece, de este modo, un método de evaluación de niveles de ruido urbano que permita identificar y evaluar las distintas situaciones de molestia al agente Ruido.

El análisis del estudio se hará en función de un muestreo estratificado y aleatorio, esto quiere decir que, ha diferencia del estudio realizado en Talcahuano, la ciudad se analizará por Estratos y no como un todo. Una vez definidos los Estratos, se deben trabajar con los datos del censo de 1992, que contengan cada uno de estos. Como las divisiones de Estratos no necesariamente coinciden con los límites de los definidos para Distritos Censales, se decidió trabajar con la unidad más pequeña: La Manzana, de esta forma se hace más precisa la división de Viviendas y Población que encierre un determinado Estrato.



METODOLOGÍA PROPUESTA

En la figura se muestra una supuesta división de Estratos: Z1, Z3 y Z4, se observa que el Distrito Censal, cuyo límite está destacado con línea continua delgada, se traspasa de un Estrato a otro, provocando que la información Censal contenida en este sea inexacta, por esta razón se hace evidente que para poder contar con datos más precisos, la unidad de trabajo sea la manzana, de esta forma, al agruparlas se puede formar el Estrato y obtener los antecedentes necesarios.

Se propone utilizar en forma preliminar, como área o zona de evaluación, la distribución de usos de suelo de cada ciudad, definidos en el Instrumento de Planificación. Debido a la diversidad de definiciones y sub-clasificaciones, que generalmente se producen en la regulación de cada ciudad, se procedió a aplicar la zonificación contenida en el ya derogado Decreto Supremo 286/84 del MINSAL que fija los niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas: *Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial Inofensiva y Zona Industrial Molesta*. Para realizar esta clasificación se juntan las zonas que poseen una definición similar y sólo varían en atributos como por ejemplo la superficie de construcción u ocupación. La Zona residencial corresponde a terrenos que están destinados a una escala vecinal, en cambio para la Zona Comercial, estos terrenos corresponden a una escala comunal y regional. En el caso de las Zonas Industriales su separación es más evidente y está dada por si es Inofensiva o Molesta. Estas definiciones se encuentran en el D.S. N°31/85, del MINVU.

Luego de haber agrupado las distintas zonas definidas en el instrumento de planificación, es necesario realizar una inspección en terreno, verificando el *uso de suelo efectivo*, el que entregará una mejor visión de la clasificación realizada, pudiendo eventualmente redefinir, por condiciones propias de crecimiento, ciertas zonas que hayan modificado su uso de suelo original, esto significa que pueden existir terrenos que fueron destinados a ciertas actividades, y éstas ya no se desarrollan, o viceversa.

Por lo tanto, y con el fin de establecer los límites de cada Estrato, se considerará en forma previa las categorías que agrupan las zonas del plan regulador y mediante una visita a terreno, se verificará el *uso de suelo efectivo* en cada una de estas agrupaciones. Considerando las observaciones realizadas en terreno, se determinará si es necesario modificar o no las categorías preestablecidas. De esta manera una agrupación de zonas del plan regulador, pasará a ser un Estrato dentro de la ciudad, pudiendo existir uno o más del mismo tipo, en distintos sectores de la ciudad.

METODOLOGÍA PROPUESTA

Los criterios utilizados para definir el *uso de suelo efectivo* y consecuentemente clasificar y agrupar las distintas zonas en los cuatro Estratos establecidos fueron:

- ✓ **Estrato I (Residencial):** Uso habitacional y equipamiento a escala vecinal. Zona donde se observan viviendas y equipamientos de uso diario. No existen instalaciones de Industria Molesta ni una concentración de Industrias Inofensivas. Podrían encontrarse eventualmente uno o dos locales comerciales pequeños, tales como: almacenes, bares, fuentes de soda, establecimientos comerciales destinados a atender necesidades locales del sector, lavanderías, peluquerías, juntas de vecinos, jardines infantiles, capillas, plazas, canchas, etc.
- ✓ **Estrato II (Comercial):** Uso habitacional y equipamiento a escala vecinal, comunal y/o regional. Zona donde se observan algunas viviendas y en su mayoría locales destinados al comercio de importancia comunal, como es generalmente el centro cívico de la ciudad donde se encuentran tiendas, centros comerciales, oficinas en general, bancos, restaurantes, clubes sociales, discotecas, cines, teatros, colegios, universidades, bibliotecas, museos, clínicas, hospitales, cuarteles, Templos religiosos, estadios, centros deportivos, parques, mercado, supermercados, estaciones de servicio, correos, hoteles, moteles, vulcanizaciones, manufacturas, garajes, talleres mecánicos y artesanales, etc., y las mencionadas en el Estrato I
- ✓ **Estrato III (Industrial Inofensiva):** Uso habitacional y equipamiento a escala vecinal, comunal y/o regional, permitiendo industria inofensiva. Zona donde se observan en menor cantidad viviendas mezcladas con fábricas o industrias inofensivas, y las mencionadas en el Estrato I y II
- ✓ **Estrato IV (Industrial Molesta):** Uso habitacional y equipamiento a escala vecinal, comunal y/o regional, permitiendo industria inofensiva y/o molesta. Zona donde se observan escasas viviendas con fábricas o industrias molestas, y las mencionadas en el Estrato I, II y III. Por lo general, como se describe más adelante, se encuentran agrupadas facilitando su identificación.

METODOLOGÍA PROPUESTA

Luego la información urbana a recopilar abarca los siguientes tópicos, indicando la posible fuente de información:

- ✓ Población y Número de Viviendas, a nivel de Unidades Vecinales, según proyecciones de la *Secretaría de Planificación Comunal* y a nivel de manzanas distribuidas por *INE* para el Censo de 1992, con lo cual es posible distribuir esta información y caracterizar un Estrato.
- ✓ Usos de suelo actuales definidos por el Plan Regulador de la Ciudad. Localizados en la *Dirección de Obras de cada Municipalidad*.
- ✓ Las principales fuentes fijas que tengan importantes emisiones sonoras. Localizados en los registros por el pago de *patentes municipales comerciales e industriales* y algún catastro que contenga el *servicio de salud* respectivo.
- ✓ Denuncias por Ruidos Molestos por parte de la comunidad. Registros que poseen las *municipalidades, servicios de salud, CONAMA regional y carabineros*.
- ✓ Estudio de tránsitos y distribución de flujos vehiculares en las principales arterias, realizados por la *municipalidad o dirección de vialidad respectiva*.
- ✓ Sitios sensibles (escuelas, lugares de culto, plazas, etc.) censados por la *Municipalidad, encargados de turismo SERNATUR* o similar.

Una vez definidas esta estratificación en cada ciudad, se aplicará una encuesta la cual pretende evaluar el grado de molestia que tiene la población con relación al ruido presente en su vecindario, para posteriormente medir los niveles de ruido presentes en este.

Como se planteó en los objetivos específicos, esta metodología se enfoca a medir índices de contaminación acústica en lugares en los cuales la aplicación de la encuesta demuestre que existen personas afectadas por los niveles de ruido, es decir, en lugares donde actualmente se perciba el ruido como molesto.

5.2 ENCUESTA.

Los resultados de validación de la encuesta aplicada en Talcahuano, indican que el instrumento es poco confiable para replicar su uso en Iquique, Valparaíso y Temuco, por lo tanto se construyó un nuevo instrumento sobre la base del ya utilizado. Con la aplicación de una encuesta piloto se pretende validar el instrumento propuesto y, de acuerdo a los resultados que se obtengan, se definirá el tamaño del muestreo. Una vez terminada y analizada la encuesta piloto se aplicará la encuesta definitiva, en la cual no será considerada la encuesta piloto.

5.2.1 Aplicación de la Encuesta Piloto.

Para llevar a cabo la encuesta piloto, se detectarán a priori sectores que correspondan y que representen claramente a cada uno de los Estratos establecidos en las comunas de Iquique, Valparaíso y Temuco. Se seleccionaron un mínimo de 25 viviendas por cada Estrato, ya que por la experiencia de otras encuestas pilotos y avalado en que con este número mínimo de encuestas se estima con mayor precisión en términos de convergencia el parámetro desconocido, es decir la prevalencia en el Estrato h , $h=1,2,3$.

Para seleccionar la(s) vivienda(s) de la manzana seleccionada, el encuestador se ubicará en la esquina nor-poniente y contará a partir de la primera cuatro viviendas en dirección oriente y en la quinta procederá a la entrevista. En el caso en que el encuestador se encuentre en presencia de un edificio con departamentos, se considerará hasta las viviendas ubicadas en el segundo piso. Esto ocurrirá cuando la vivienda seleccionada sea representativa del Estrato y el entrevistado sea mayor de 15 años. En caso de no cumplir estas restricciones se contarán cuatro viviendas más a partir de la rechazada y en la quinta se procederá a la entrevista y así sucesivamente.

Dado que se trata de una encuesta piloto, esta tiene el mismo grado de importancia que la encuesta que se aplicará posteriormente en un mayor número, ya que dará la pauta de la prevalencia a priori al ruido (cociente entre el número de personas que perciben molestia al ruido y el total de entrevistados) que a su vez determinará el número de encuestas totales a realizar por cada Estrato, y posibles rectificaciones al instrumento. Para la aplicación de la encuesta se ha diseñado un manual de instrucción donde se aclaran las preguntas incluidas en ella, el que se incluye en el Anexo 4.

5.2.2 Análisis de la Encuesta Piloto.

El análisis de los resultados obtenidos con la encuesta piloto, se realizará siguiendo el procedimiento de validación de la encuesta aplicada en Talcahuano, el cual mediante un análisis de confiabilidad nos permite determinar la validez del instrumento. Con los resultados de esta encuesta piloto se determinará el tamaño del muestreo de la Encuesta Definitiva, a aplicar en las zonas anteriormente definidas.

5.3 MEDICIÓN DE INDICES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La medición de niveles de ruido se realizará dentro cada Estrato, instalando un punto de medición permanente por cada Estrato (Punto Base) durante una semana, con el que se obtendrá el ciclo horario diario semanal, el que nos permitirá definir las horas del día donde se producen los niveles más altos y los más bajos. En forma paralela se distribuirán los puntos de medición por todo el Estrato. La cantidad y ubicación de estos puntos dependerá de la información recopilada y de los resultados de la encuesta.

5.3.1 Distribución de puntos de medición.

Para este estudio se ha considerado separar en Estratos la superficie de la ciudad. Dentro de esta estratificación, la distribución de puntos de medición se basó en la recopilación de los resultados de la Encuesta Definitiva, orientada principalmente a ponderar el grado de molestia percibido por la comunidad, siendo considerados los lugares encuestados donde se manifestó esta molestia.

La ubicación y distribución de los puntos de medición está dividida por los Estratos definidos para cada ciudad, y de acuerdo a las encuestas realizadas, se obtuvieron las personas que presentaron molestia por ruido proveniente desde el exterior de su vivienda, asignándoles un punto de medición: Punto Móvil (PM), con la idea de determinar los niveles a que está expuesta dicha vivienda.

METODOLOGÍA PROPUESTA

Además, para cada Estrato se ubicó un Punto Base (PB) que representara el movimiento urbano de la zona durante una semana completa (ciclo horario semanal), evidentemente este punto no es capaz de caracterizar todo un Estrato, más aún cuando se encuentran en distintos sectores de la ciudad. El PB entregará una curva que identifique claramente las distintas etapas o ciclos a que determinado Estrato de la ciudad está expuesta: despertar, traslados al colegio o lugares de trabajo, almuerzo, siesta, retorno a viviendas, dormir. Si bien se cree que estas curvas sean similares en cuanto a su trayectoria, se esperan desplazamientos tanto de niveles como de horarios, para los distintos Estratos evaluados. Por motivos de tiempo y disponibilidad de más instrumental, hubo que suponer que cada PB representaría a todo un Estrato, y concluir sobre la base de estas mediciones, evidentemente que lo ideal hubiese sido instalar uno por cada lugar en donde se encuentre un centro urbano importante (Plazas, comercios, talleres, industrias, etc.), o mejor aún, que cada Punto Móvil midiera durante a lo menos 24 horas continuas, lo que en suma entregaría una serie de ciclos para cada uno de estos sectores, de los cuales se obtendría una determinada curva. Con estos ciclos semanales, se podrán realizar correcciones de niveles para distintos horarios de los Puntos Móviles, que se encuentran en el mismo Estrato.

Considerando lo anterior, la elección de estos puntos fue de acuerdo a los siguientes criterios:

5.3.2 Criterios de Selección – Teóricos.

◆ Punto Base.

- ✓ Una vez definidos los Estratos, se identificaron las vías principales que tienen los mayores flujos.
- ✓ La prioridad la tienen los puntos donde converjan dos o más vías de este tipo.
- ✓ Se eligió la que tuviera mayor representatividad para el Estrato, vale decir, que tuviera una mayor área de influencia, evitando ser ubicado en extremos del Estrato.
- ✓ Los registros adquiridos en este punto deberán contener principalmente ruido producto del movimiento urbano, evitando la influencia de fuentes de ruido permanentes o esporádicas.

◆ Puntos Móviles.

- ✓ Mediante los resultados de la encuesta que presentaron molestias por el ruido, se confecciona un Mapa para cada ciudad, ubicando estas direcciones.
- ✓ Evitar fuentes de ruido eventuales y esporádicas.
- ✓ Cuando se encuentren dos o más puntos muy cerca unos con otros (separados a menos de 100 metros y sobre la misma calle o avenida), se deberá optar por medir uno de ellos, para esto se elegirá el que cumpla con la mejor condición de representar el lugar y que en el momento de la medición no presente fuentes de ruido esporádicas que no caracterizan el lugar (ladridos de perro, máquinas de construcción, camión de basura, etc.)

5.3.3 Características de las mediciones.

Punto Base: se considera realizar mediciones de NPS continuo equivalente de 10 minutos durante las 24 horas del día y por una semana corrida, de esta manera se obtendrá el ciclo diario para cada zonificación. La ubicación de estos puntos dependerá de la disponibilidad de cada lugar. La medición de Niveles de Presión Sonora se realizará bajo condiciones meteorológicas favorables, esto significa que no se podrá medir en momentos en que la velocidad del viento sea superior a 3(m/s) y que influya en el registro, además tanto la Temperatura y Humedad deberán estar dentro de los rangos recomendados por el fabricante del instrumento. En caso de interrupción, por efectos adversos, se deberá completar el ciclo con los días faltantes, en la semana siguiente, siempre y cuando sea una semana de similares características a la anterior, esto significa, que no presente actividades o eventos atípicos, que no caractericen a una semana normal, como pueden ser: desfile, concentraciones, ferias comerciales, fiesta religiosa, etc.”. Se deberá visitar periódicamente la estación de monitoreo con el fin de respaldar la información registrada y verificar la calibración del instrumento.

Punto Móvil: se aplicarán los criterios establecidos en la norma ISO 1996^{xvi}. El tiempo de medición se extenderá considerando una variación de no más de 2dB(A) entre lecturas de L_{EQ} hechas cada 5 minutos, que en ningún caso deberán exceder los 20 minutos. En los puntos móviles los descriptores de ruido a registrar, serán: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{EQ}), NPS máximo (L_{max}), NPS Mínimo (L_{min}) y Niveles Percentiles (L_N), todos ellos ponderados con la curva A.. Con este tipo de puntos de medición se pretenden evaluar:

- Fuentes Fijas (Industrial, talleres, etc.)
- Fuentes Móviles (Vehículos, aviones, etc.)
- Lugares Sensibles (Hospitales, lugares de culto, etc.)

5.3.4 Campaña de Mediciones.

Se contempla realizar la campaña de mediciones durante días hábiles de lunes a jueves, repitiendo la mayor cantidad de puntos posible ($\pm 40\%$), durante los fines de semana. De esta manera se espera poder caracterizar los niveles en estos días típicos como atípicos dentro de la semana. Para esto, se han adquirido dos instrumentos por cada ciudad

Durante la primera semana se medirá con un sonómetro un punto base, mientras que el otro sonómetro realiza mediciones en Puntos Móviles correspondientes al mismo Estrato que define el Punto Base. El horario de medición de los PM, que se tomen en forma paralela al PB, estará preestablecido por los utilizados en la evaluación realizada en Talcahuano, esto es en 3 jornadas, de 7:00 a 11:00 hrs., 18:00 a 21:00 hrs. y 1:00 a 4:00 hrs. Una vez caracterizado el ciclo horario semanal del Estrato que se está evaluando, y de ser necesario, se corregirá con estos resultados, su horario de medición. Cada punto será evaluado una sola vez durante la semana, para cada uno de los tres horarios, existiendo la posibilidad de repetirlo durante el fin de semana o por haber encontrado alguna situación anormal en el registro.

5.3.5 Análisis de Resultados.

Una vez finalizada la campaña de mediciones en cada ciudad, se analizarán los resultados de dos formas distintas:

- ✓ Con los niveles de ruido obtenidos en la campaña de medición se obtendrá una evaluación cuantitativa de cada Estrato muestreado, utilizando todos los descriptores registrados. Los resultados se mostraran en planos de la ciudad indicando horarios de medición, NPS equivalentes, máximos, mínimos. Se realizará una comparación entre los NPS medidos y criterios internacionales de evaluación para ruido urbano, como los criterios definidos por la EPA^{xvii} (Environment Protection Agency) y por la OCDE (Organization for Economic Cooperation and Development).
- ✓ Una vez realizada la evaluación de los niveles registrados en los distintos puntos de medición y con los resultados de la encuesta aplicada, se realizará un análisis de correspondencia entre ambos resultados. De esta manera se busca establecer una relación entre el grado de molestia y variables sociales, de las personas encuestadas, con los niveles registrados en estos puntos de medición.

6. VISITAS A CADA CIUDAD.

Se programaron tres visitas a cada ciudad, cuyos objetivos fueron:

6.1 PRIMERA VISITA: PRESENTAR EL PROYECTO, DISCUTIENDO SU METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO, PARA COMENZAR APLICANDO LA ENCUESTA PILOTO.

6.1.1 Capacitación. Orientada a profesionales de Servicios de Salud, Municipios CONAMA y otras instituciones interesadas. Incluyó los siguientes tópicos relacionadas con el estudio:

- ✓ Conceptos de Acústica.
- ✓ Fuentes de Ruido Urbanas.
- ✓ Técnicas de Medición.
- ✓ Instrumentación.
- ✓ Valorización del Ruido.
- ✓ Normativas Involucradas.

6.1.2 Presentación y Discusión de Metodología a Aplicar. Se explicó la Metodología ya definida, para que sea evaluada y discutida por la Contraparte Técnica Regional, con el fin de ajustarla a la realidad de cada comuna y coordinar su aplicación.

6.1.3 Recopilación de la información Urbana: Por requerimientos propios de la Metodología planteada fue necesario contar con información propia de cada ciudad, tales como:

- ✓ Distribución de población.
- ✓ Plan Regulador.
- ✓ Catastro de fuentes fijas.
- ✓ Denuncias por ruidos molestos por parte de la comunidad.
- ✓ Estudio de tránsitos y distribución de flujos vehiculares.
- ✓ Sitios sensibles.
- ✓ Crecimiento habitacional e industrial de la comuna en los últimos años.

6.1.4 Presentación de la Metodología. Orientada a los alumnos que aplicarán la encuesta y realizarán las mediciones de NPS.

VISITAS A CADA CIUDAD

- 6.1.5 Capacitación de la Encuesta Piloto.** Para esto fue diseñado un manual de instrucción para cada encuestador (ver Anexo 4). Se aclaran y resuelven posibles dudas para la aplicación de la encuesta piloto.
- 6.1.6 Aplicación de la Encuesta Piloto.** Después de capacitar a los encuestadores, se aplicó la encuesta piloto. La aplicación de esta, se llevó a cabo tal como se describió en la presentación de la metodología, punto 6.2.1. Básicamente, se tomaran 25 encuestas por cada Estrato, seleccionando en forma aleatoria las manzanas en las se aplica. Dentro de cada manzana se escogieron viviendas al azar.
- 6.1.7 Aplicación de la Encuesta Definitiva.** La encuesta piloto nos permitió establecer la encuesta definitiva y especificar las características del muestreo. Se consideró realizar en un muestreo aleatorio estratificado considerando grupos homogéneos dentro de la ciudad, ya sea zonas residenciales, comerciales, industriales inofensivas e industriales molestas. Dentro de los Estratos se tomó una muestra de conglomerados formados por grupos de manzanas elegidas al azar, el cual ayudó a detectar los posibles focos de molestia. El número de encuestas quedó establecido por las características propias de cada ciudad.

6.2 SEGUNDA VISITA: INICIO DE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES.

- 6.2.1 Capacitación para la Campaña de Mediciones.** Consistió en un curso para conocer el manejo del instrumental asignado para realizar las mediciones (sonómetro, calibrador, higrómetro), además se explicó el uso de la ficha de mediciones. Principalmente orientada a los alumnos encargados de las mediciones e invitados interesados.
- 6.2.2 Supervisión de la Campaña.** La capacitación fue reforzada con salidas a terreno durante los dos primeros días de la campaña.
- 6.2.3 Verificación de Puntos de Medición.** Durante la supervisión se realizó la verificación de gran parte de los puntos donde se efectuarían las mediciones. Además de comprometer las viviendas donde serían instalados los respectivos Puntos Bases.

6.3 TERCERA VISITA: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y TRASPASOS DE INSTRUMENTAL.

7 APLICACIÓN ENCUESTA PILOTO

7.1 TEMUCO

7.1.1 División de Estratos

Se basa principalmente en el actual Plan Regulador Comunal publicada en Diario Oficial el 5 de agosto de 1983, cuya división esta hecha en 11 zonas urbanas: A, A1, B, C, C1, C2, D, E, F, G y G2. Realizando una verificación en terreno (uso de suelo efectivo), se agruparon zonas de similares características obteniendo:

- Estrato I: Zonas C, D y F.
- Estrato II: Zonas A, A1, B, C1 y C2.
- Estrato III: Zona E.
- Estrato IV: Zonas G y G2.

7.1.2 Elección de Vivienda a Encuestar

Como ya se explicó en el capítulo 6 se contemplaron 25 encuestas por cada Estrato, para el caso de Temuco, al no detectar viviendas en la zona industrial (Estrato IV) estas 25 encuestas se traspasaron al Estrato I, por su alta concentración de viviendas, con el fin de tener una mayor representatividad.

7.2 IQUIQUE

7.2.1 División de Estratos

Basado en el actual Plan Regulador Comunal publicada el 29 de agosto de 1984, cuya división esta hecha en 8 zonas urbanas: A, B, C, D, E, F, G y H. Realizando una verificación en terreno (uso de suelo efectivo), se agruparon zonas de similares características obteniendo:

- Estrato I: Zonas E y H.
- Estrato II: Zonas D y F.
- Estrato III: Zonas B, C y E.
- Estrato IV: Zona A.

Es importante mencionar que para este caso se detectó un importante cambio de uso de suelo efectivo con el entregado por el plan regulador, detectando dentro de la misma zona E un sector industrial inofensivo compuesto básicamente por talleres, vulcanizaciones, terminal agropecuario, etc., en contraste con un barrio consolidado como lo es el de Playa Brava. Luego por este motivo se decidió a dividir, por medio de una línea imaginaria dada por la Avenida Tadeo Haenke, la zona urbana E en dos: Estratos 3 por el Norte y Estrato 1 por el Sur de la división.

Por otro lado, debido al creciente aumento de población en el sector de Alto Hospicio, confirmado en información reciente proporcionada por la municipalidad se decidió, en conjunto con la contraparte regional, acoger dentro del estudio a este importante sector, en el cual se encuentra una zona de industria exclusiva (Estrato 4) y una residencial (Estrato 1), lo que hace aún más atractivo e interesante su incorporación por su delicada distribución. Esta decisión se realizó durante la primera visita efectuada a la ciudad, donde entre otras cosas se daba comienzo a la encuesta piloto, imposibilitando incluir Alto Hospicio durante esta etapa. Se acordó que en la encuesta definitiva se incluirá la zona residencial inserta en este sector, como parte del Estrato 1.

7.2.2 Elección de Vivienda a Encuestar

Se contemplaron 25 encuestas por cada Estrato, para el caso de Iquique, al no detectar viviendas en la zona industrial (Estrato 4) estas 25 encuestas se traspasaron equitativamente para cada Estrato 1, 2 y 3, con el fin de tener una mayor representatividad.

7.3 VALPARAÍSO

7.3.1 División de Estratos

Basado en el actual Plan Regulador Comunal publicada en el Diario Oficial el 3 de febrero 1989, cuya división esta hecha en 18 zonas urbanas: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, E1, E2, F1, F2, G, H e I . Realizando una verificación en terreno (uso de suelo efectivo), se agruparon zonas de similares características obteniendo:

- Estrato I: Zonas D1, D2, E1, E2, F1, F2, G, H e I.
- Estrato II: No se clasificaron.
- Estrato III: Zona A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3.
- Estrato IV: No se clasificaron.

El Estrato 2 fue incluido como 3, debido a que Valparaíso, por sus características geomorfológicas, no cuenta con terrenos suficientemente planos para ubicar a las industrias y talleres inofensivos, por lo tanto la escasa superficie plana que posee, es aprovechada por ambos Estratos (2 y 3), encontrando por ejemplo, sectores netamente comerciales combinados con talleres mecánicos, no existiendo un límite claro e identificable entre ellas, por lo tanto se optó por dejarlo como un Estrato 3.

Para el Estrato 4 (Zona Industrial molesta), la que se encuentra en el sector de Placilla, a las afueras de la ciudad, se determinó **no** incluirlo dentro del estudio debido a que es un sector industrial de reciente conformación y por lo tanto no posee la información necesaria para aplicar la encuesta, además en la visita a terreno realizada no se advirtió un ordenamiento adecuado, lo que haría más difícil aún la aplicación de la encuesta.

En consecuencia para Valparaíso sólo fue posible identificar claramente los Estratos 1 y 3.

7.3.2 Elección de Vivienda a Encuestar

Se contemplaron 25 encuestas por cada Estrato, para el caso de Valparaíso, al ser dividida la ciudad solamente en dos Estratos 1 y 3, las 50 encuestas sobrantes se traspasaron dichos Estratos, aplicando un total de 50 por cada uno.

8 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

Se procede en este ítem a desarrollar el trabajo estadístico en la aplicación de la encuesta de percepción de ruido en las tres ciudades Temuco, Iquique y Valparaíso, que proporcionará información sobre el medio, las características, la percepción y la reacción de la persona o sujeto, al ruido, y al mismo tiempo, de identificar posibles fuentes potenciales de ruido que afecten a la comunidad encuestada.

La encuesta está dirigida a la población mayor o igual a quince años de edad, y que reside en una vivienda de la respectiva ciudad a lo menos cuatro meses.

El análisis de cada ciudad será seccionado en tres partes, las cuales corresponden a la aplicación de la encuesta piloto, observaciones recopiladas de la encuesta piloto, diseño muestral y selección de la muestra de la encuesta definitiva. Para luego, realizar el respectivo análisis de los resultados de la encuesta aplicada en cada ciudad.

8.1 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PILOTO

La aplicación de la encuesta piloto se realiza ya que en ella se pone a prueba el cuestionario y constituye un ensayo general de las instrucciones, percepciones, reacciones de los sujetos encuestados, etc. Proporcionó además información relativa a la variabilidad de la población en estudio, sobre la cual se basó la evaluación del tamaño de la muestra, de modo que se obtengan estimaciones cuya precisión sea confiable.

8.1.1 Temuco

Previo a la aplicación de la encuesta piloto se capacitó a los encuestadores por medio del Manual del Encuestador, y a su vez se dividió a priori la comuna de Temuco en tres Estratos, Estrato 1 Residencial, Estrato 2 Comercial y Estrato 3 Industrial. Luego, aleatoriamente se seleccionaron un mínimo de 25 viviendas por cada Estrato, ya que por la experiencia de otras encuestas pilotos y avalado en que con este número mínimo de encuestas se estima con mayor precisión en términos de convergencia el parámetro desconocido, es decir la prevalencia en el Estrato h , $h=1,2,3$. Así, se aplicaron un total de 104 encuestas, divididas en 47, 25 y 32 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente.

De los 104 encuestados:

- ✓ Un 63,5% era de sexo femenino y un 36,5% masculino, con una edad media de 39,8 años.
- ✓ El 46,2% percibe el ruido como el principal problema ambiental de su barrio, y el 26,9% siente que el ruido afecta alguna actividad que realiza diariamente.
- ✓ Respecto a los sujetos que consideran molesto el ruido que perciben desde el exterior de su casa, el 73,8% creen que el ruido ambiental de su barrio en los últimos años ha aumentado, y el 67,2% no ha presentado quejas por ruidos molestos.

8.1.2 Iquique

Previo a la aplicación de la encuesta piloto se capacitó a los encuestadores por medio del Manual del Encuestador, y a su vez se dividió a priori la comuna de Iquique en tres Estratos, Estrato 1 Residencial, Estrato 2 Comercial y Estrato 3 Industrial. Luego, aleatoriamente se seleccionaron un mínimo de 25 viviendas por cada Estrato, ya que como se explicó anteriormente para el caso de Temuco, la experiencia de otras encuestas pilotos y avalado en que con este número mínimo de encuestas se estima con mayor precisión en términos de convergencia el parámetro desconocido, es decir la prevalencia en el Estrato h , $h=1,2,3$. Así, se aplicaron un total de 98 encuestas, divididas en 34, 31 y 33 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

De los 98 encuestados:

- ✓ Estaban constituidos por un 59,6% de mujeres y un 40,4% de hombres, con una edad media de 41,2 años.
- ✓ El 45,4% percibe el ruido como el principal problema ambiental de su barrio, y el 23,7% siente que el ruido afecta alguna actividad que realiza diariamente.
- ✓ Respecto a los sujetos que consideran molesto el ruido que perciben desde el exterior de su casa, el 65,4% creen que el ruido ambiental de su barrio en los últimos años ha aumentado, y el 63,5% no ha presentado quejas por ruidos molestos.

8.1.3 Valparaíso

Previo a la aplicación de la encuesta piloto se capacitó a los encuestadores por medio del Manual del Encuestador, y a su vez se dividió a priori Valparaíso en dos Estratos, Estrato 1 Residencial y Estrato 3 Industrial. Luego, aleatoriamente se seleccionaron un mínimo de 25 viviendas por cada Estrato, ya que como se explicó anteriormente para el caso de Temuco e Iquique, la experiencia de otras encuestas pilotos y avalado en que con este número mínimo de encuestas se estima con mayor precisión en términos de convergencia el parámetro desconocido, es decir la prevalencia en el Estrato h , $h=1,3$. Así, se aplicaron un total de 60 encuestas, divididas en 26 y 34 para los Estratos 1 y 3, respectivamente.

De los 60 encuestados:

- ✓ Estaban constituidos por un 51,6% de mujeres y un 48,3% de hombres, con una edad media de 40,6 años.
- ✓ El 43,3% percibe el ruido como el principal problema ambiental de su barrio, y el 31,7% siente que el ruido afecta alguna actividad que realiza diariamente.
- ✓ Respecto a los sujetos que consideran molesto el ruido que perciben desde el exterior de su casa, el 62,1% creen que el ruido ambiental de su barrio en los últimos años ha aumentado, y el 75,9% no ha presentado quejas por ruidos molestos.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

Tanto para la encuesta piloto como para la encuesta definitiva se realizó una labor de supervisión a los encuestadores, verificando de la siguiente forma:

- ✓ Comprobación en terreno de la manzana sorteada con la dirección de la vivienda encuestada.
- ✓ Mediante llamados telefónicos al 50% de las personas encuestadas que entregaron este dato.

Esta verificación fue procesada dentro de los análisis estadísticos respectivos, descartando las encuestas que presentaron incongruencias, lo que lleva a aumentar el error de estimación de la encuesta calculado en el punto 8.4.

8.2 CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA.

8.2.1 Cálculo

Para realizar el cálculo de confiabilidad del instrumento es necesario depurar la base de datos; el cálculo de confiabilidad se efectuará sobre los individuos que respondieron afirmativamente a la pregunta 10 del instrumento (¿CONSIDERA QUE EL RUIDO QUE PERCIBE DESDE EL EXTERIOR DE SU CASA ES MOLESTO?) y que además respondieron **todas** las preguntas realizadas en adelante.

Así, se procedió a eliminar los individuos que no respondían a las preguntas precedentes. De esta manera, la cantidad de individuos sobre los cuales se calcula la confiabilidad asciende a 224 personas.

Para determinar el coeficiente de confiabilidad se procedió a calcular la correlación existente entre cada par de Items. Como son 23 los Items se obtuvieron 253 correlaciones² que al ser sumadas y promediadas entregan un $\rho = 0.1143$ (Ver Anexo 12).

De esta manera:

$$\alpha = \frac{23 * 0,1143}{1 + (0,1143 * 22)} = 0,748 = 0,75$$

8.2.2 Interpretación

Dadas las observaciones que fueron consideradas al momento de efectuar la encuesta definitiva, que se concentraban en el estudio y manejo de la encuesta, produjo que la confiabilidad de la encuesta en comparación a la encuesta piloto aumentara de 0,6 a 0,75 con lo cual, se afirma con cierto grado de tolerancia, ya que se considera como regla general que la confiabilidad no debe ser menor a 0,8 para instrumentos ampliamente utilizados, que el instrumento está en condiciones de dar los mismos resultados en repetidas pruebas, es decir, se puede señalar que el instrumento es confiable para nuestros fines, replicar su uso en Iquique, Valparaíso y Temuco.

² Las correlaciones fueron calculadas de acuerdo al tipo de escala de cada ítem. (Spearman y Punto Biserial).

8.3 DISEÑO MUESTRAL Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

8.3.1 Temuco

Con los datos obtenidos de la encuesta piloto, principalmente la prevalencia encontrada (proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda) y el total de viviendas que existen en la comuna de Temuco, se estima el total de encuestas a realizar, en cada Estrato. A continuación se muestran los datos con los cuales se diseña el muestreo.

Estrato	N ° encuestas piloto	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	47	46,8	34.379
2	25	72,0	3.787
3	32	65,6	3.152
Total	104	58,7	41.318

Tabla 8.3.1.1 Distribución del número de encuestas piloto realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Dado que se realiza un muestreo estratificado y aleatorio, la determinación del tamaño de la muestra con afijación proporcional al número total de viviendas es calculado con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sum_{h=1}^3 W_h * \frac{N_h}{N_h - 1} * P_h * Q_h}{\left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{1}{N^2} * \sum_{h=1}^3 \frac{N_h^2}{N_h - 1} * P_h * Q_h \right)} \quad (\text{Ec 8.3.1.1})^3$$

donde:

N_h : Número de viviendas en Estrato h, h=1, 2, 3.

W_h : $\frac{N_h}{N}$ Peso del Estrato h, h=1,2,3.

$\sum_{h=1}^3 N_h = N$ Número total de viviendas

P_h : Prevalencia Estrato h, h=1,2,3.

Q_h : $1 - P_h$

e : Error máximo admisible de estimación

k : Grado de confianza en términos estadísticos

³ Métodos y aplicaciones del muestreo. Francisco Azorín. Cap. 4.
Informe Final - Proyecto CONAMA.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

A continuación se muestra en la Tabla 8.3.1.2 a partir de la ecuación anterior, la estimación del número de encuestas a realizar, por cada Estrato, con un error de estimación de un 5,0%. La estimación es realizada con un nivel de confianza del 95% por lo tanto el factor **k** corresponde a 1,96. En términos estadísticos se estima con una confianza de $1 - \alpha$ que la probabilidad de la diferencia entre la prevalencia poblacional y la estimada por la encuesta piloto es $e \leq 0.05$, es decir, $\text{Prob}\{ |P-p| \leq 0.05 \} = 1 - \alpha$, con $\alpha = 0.05$ (5%).

Error de Estimación	Estrato 1 n1	Estrato 2 n2	Estrato 3 n3	Total n
5,0%	308	34	28	#370

Tabla 8.3.1.2. Errores de estimación y número de encuestas a realizar, por cada Estrato.

Con un error de estimación máximo de un 5% y dados los valores de prevalencia y del número de viviendas, se determinó que el número total de encuestas a realizar es de **370**, divididas proporcionalmente en **308**, **34** y **28** encuestas en los Estratos 1,2 y 3, respectivamente. Dado que generalmente no se logra entrevistar en todos los lugares seleccionados se agregó un 7% más, por las características de la comuna, de viviendas de reemplazo con lo cual el total de encuestas a aplicar queda en **396**, divididas en **330**, **36** y **30** encuestas en los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente.

La selección de las viviendas a encuestar se realizó aleatoriamente por cada Estrato. Para llevar a cabo esta selección se lograron clasificar cada una de las manzanas de la comuna de Temuco dentro de los tres Estratos establecidos y, sabiendo el número de viviendas en cada manzana de cada Estrato se seleccionaron para el Estrato h , ($h=1,2,3$) números aleatorios entre 1 y el total de viviendas en ese Estrato, luego ubicando el número sorteado en la manzana enumerada correspondiente, se seleccionó la vivienda a encuestar restando el número total de viviendas en la manzana y el número seleccionado. Finalmente, se ubica este número como vivienda seleccionada contando a partir de la esquina norponiente, dando así a cada vivienda la misma probabilidad de selección, en el Estrato h . En el particular caso en que el encuestador se encontrara en presencia de un edificio con departamentos, se consideró hasta las viviendas ubicadas en el segundo piso.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

Así, se efectuaron en terreno un total de 388 encuestas, divididas en 327, 29 y 32 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente, entre el 8 y 22 de Septiembre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	327	53,8	34.379
2	29	69,0	3.787
3	32	75,0	3.152
Total	388	56,8	41.318

Tabla 8.3.1.3 Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta (e) el cual se obtiene despejando de la ecuación (8.3.1.1) el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del 95%, el error de la encuesta es de un **4,86%**.

8.3.2 Iquique

Con los datos obtenidos de la encuesta piloto: proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (prevalencia) y el total de viviendas que existen en la comuna de Iquique, se estima el total de encuestas a realizar, en cada Estrato. En la tabla 8.3.2.1 se muestran los datos con los cuales se diseña el muestreo.

Estrato	Nº Encuestas Piloto	Prevalencia (%)	Nº total de Viviendas
1	34	47,1	13.361
2	31	58,1	5.560
3	33	57,6	19.660
Total	98	54,0	38.581

Tabla 8.3.2.1. Distribución del número de encuestas piloto realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Dado que se realiza un muestreo estratificado y aleatorio, la determinación del tamaño de la muestra con afijación proporcional al número total de viviendas es calculado con la ecuación (8.3.1.1), la cual entrega los resultados que se aprecian en la siguiente tabla, que muestra la estimación del número de encuestas a realizar, por cada Estrato, con un error de estimación de un 5,0%. Como se explicó anteriormente, la estimación es realizada con un nivel de confianza del 95% por lo tanto el factor **k** corresponde a 1,96.

Error de Estimación	Estrato 1 n1	Estrato 2 n2	Estrato 3 n3	Total n
5,0%	130	54	191	374

Tabla 8.3.2.2 Error de estimación y número de encuestas a realizar, por cada Estrato.

Con un error de estimación máximo de un 5% y dados los valores de prevalencia y del número de viviendas, se determinó que el número total de encuestas a realizar es de **374**, divididas proporcionalmente en **130, 54 y 191** encuestas en los Estratos 1,2 y 3, respectivamente. Dado que generalmente no se logra entrevistar en todos los lugares seleccionados se agregó un 7% más de viviendas de reemplazo con lo cual el total de encuestas a aplicar queda en **400**, divididas en **139, 58 y 203** encuestas en los Estratos 1,2 y 3, respectivamente.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

Del mismo modo que El resto de las ciudades, la selección de las viviendas a encuestar se realizó aleatoriamente por cada Estrato. Para llevar a cabo esta selección se lograron clasificar cada una de las manzanas de la comuna de Iquique dentro de los tres Estratos establecidos, y, sabiendo el número de viviendas en cada manzana de cada Estrato se seleccionaron para el Estrato h, (h=1,2,3) números aleatorios entre 1 y el total de viviendas en ese Estrato, luego ubicando el número sorteado en la manzana enumerada correspondiente, se seleccionó la vivienda a encuestar restando el número total de viviendas en la manzana y el número seleccionado.

Finalmente, se ubica este número como vivienda seleccionada contando a partir de la esquina norponiente, dando así a cada vivienda la misma probabilidad de selección, en el Estrato h. En el particular caso en que el encuestador se encontrará en presencia de un edificio con departamentos, se consideró hasta las viviendas ubicadas en el segundo piso.

Así, se efectuaron en terreno un total de 319 encuestas, divididas en 112, 47 y 160 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente, entre el 6 y 26 de Octubre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	112	32,1	13.361
2	47	48,9	5.560
3	160	50,0	19.660
Total	319	43,6	38.581

Tabla 8.3.2.3 Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta (e) el cual se obtiene despejando de la ecuación (8.3.1.1) el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del 95%, el error de la encuesta es de un **5,34%**.

8.3.3 Valparaíso

Con los datos obtenidos de la encuesta piloto: proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (prevalencia) y el total de viviendas que existen en la comuna de Valparaíso, se estima el total de encuestas a realizar, en cada Estrato. A continuación se muestran los datos con los cuales se diseña el muestreo.

Estrato	Nº Encuestas piloto	Prevalencia (%)	Nº Total de Viviendas
1	26	61,5	59.678
3	34	38,2	9.191
Total	60	58,4	68.869

Tabla 8.3.3.1. Distribución del número de encuestas piloto realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Dado que se realiza un muestreo estratificado y aleatorio, la determinación del tamaño de la muestra con afijación proporcional al número total de viviendas es calculado con la ecuación (8.3.1.1).

En la Tabla 8.3.3.2 se muestran diferentes estimaciones del número de encuestas a realizar, por cada Estrato, para distintos errores de estimación, que varían entre un 3,0 y un 5,0%, los que fueron obtenidos a partir de la ecuación (8.3.1.1). Todas las estimaciones son realizadas con un nivel de confianza del 95% por lo tanto el factor **k** correspondió a 1,96.

Error de Estimación	Estrato 1 n1	Estrato 3 n3	Total n
#5,0%	314	48	#362

Tabla 8.3.3.2. Errores de estimación y número de encuestas a realizar, por cada Estrato.

Con un error de estimación máximo de un 5% y dados los valores de prevalencia y del número de viviendas, se determinó que el número total de encuestas a realizar es de **362**, divididas proporcionalmente en **314** y **48** encuestas en los Estratos 1 y 3, respectivamente. Como generalmente no se logra entrevistar en todos los lugares seleccionados se agregó un 7% más de viviendas de reemplazo con lo cual el total de encuestas a aplicar queda en **387**, divididas en **335** y **52** encuestas en los Estratos 1 y 3, respectivamente.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO

La selección de las viviendas a encuestar se realizó aleatoriamente en los dos Estratos. Esta se efectuó clasificando cada una de las manzanas de la comuna de Valparaíso dentro de los dos Estratos establecidos, sabiendo además, el número de viviendas en cada manzana de cada Estrato se seleccionaron, de idéntica forma que en el caso de la comuna de Temuco, es decir en forma estrictamente aleatoria.

Finalmente, se ubica este número como vivienda seleccionada contando a partir de la esquina nor-poniente, dando así a cada vivienda la misma probabilidad de selección, dentro del Estrato h. En los casos particulares de que el encuestador se encontrara en presencia de un edificio con departamentos, se consideró hasta las viviendas (departamentos) ubicadas en el segundo piso, y si el número de vivienda sorteada fuera mayor al total de la manzana, se deberá seguir contando en la misma manzana.

Así, se efectuaron en terreno un total de 209 encuestas válidas, divididas en 181 y 28 para los Estratos 1 y 3, respectivamente, entre el 5 y 20 de Octubre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	181	35,9	59.678
3	28	50,0	9.191
Total	209	37,8	68.869

Tabla 8.3.3.3 Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Es conveniente mencionar que al escasa cantidad de encuestas aplicada en esta ciudad, fue producto de que, por un problema de desconfianza, costó mucho que la gente respondiera la encuesta. Además a esto, se suma lo dificultoso que resulta trasladarse de un lugar a otro por la ya conocida geografía de la zona.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta (e) el cual se obtiene despejando de la ecuación (8.3.1.1) el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del 95%, el error de la encuesta aplicada en Valparaíso es de un **6,51%**.

9 RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

9.1 TEMUCO

De las 396 encuestas definidas en el diseño muestral de Temuco, se consideraron en total 388 encuestas para el análisis (18 más de los sugeridos). Se descartaron las encuestas que contenían información poco fiable, ya que fueron respondidas por personas menores de 15 años, personas que vivían en el lugar por menos de 4 meses, o bien por presentar inconsistencias en algunas respuestas. Además, del total de encuestas sorteadas no todas se pudieron realizar por no existir la dirección, nadie se encontraba en la vivienda, etc.

Las 388 encuestas se dividen en 327, 29 y 32 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente. Estas fueron aplicadas entre el 8 y 22 de Septiembre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	327	53,8	34.379
2	29	69,0	3.787
3	32	75,0	3.152
Total	388	56,8	41.318

Tabla 9.1.1 Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta, e , el cual se obtiene despejando de la ecuación 8.3.1.1 el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del **95%**, el error de la encuesta es de un **4,86%**.

De las 388 encuestas realizadas en la comuna de Temuco durante el mes de Septiembre, se extraen los siguientes resultados.

A continuación se muestra la prevalencia al ruido, es decir el cuociente entre el número de sujetos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda y el número total de entrevistados, por Estrato.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)
1	327	53,8
2	29	69,0
3	32	75,0
Total	388	56,8

Tabla 9.1.2 Prevalencia al ruido, por Estrato.

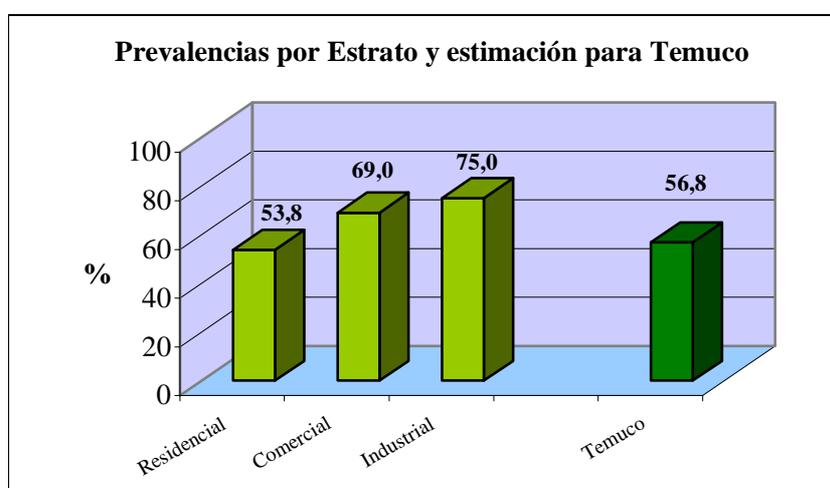


Gráfico 9.1.1

Se destaca que los valores de prevalencia obtenidos en cada uno de los Estratos son diferentes entre sí, por lo que la estratificación realizada en esta comuna tiene sentido, es decir, son grupos heterogéneos entre sí con características propias que se tratarán de identificar más adelante.

El valor estimado de prevalencia que se obtiene en Temuco (56,8%) es mayor que el que se obtuvo en la comuna de Talcahuano (22%). En términos generales más de la mitad de los entrevistados presenta molestia al ruido. Se observa que la mayor prevalencia se obtiene en el Estrato 3 correspondiente a la zona Industrial, con tres cuartos del total de entrevistados que manifiestan su molestia al ruido proveniente del exterior de su vivienda.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

En el Estrato 1 según las observaciones del encuestador las principales fuentes de ruido cercanas a las viviendas son las producidas por las actividades de las personas y el tránsito vehicular (51,7%), existiendo un 38,8% de encuestas con casillas vacías en estas pregunta lo que hace suponer que no existen fuentes cercanas de ruido según el encuestador. El ruido emitido por las personas se desarrolla principalmente a través de los propios vecinos y sus trabajos, como lo son talleres mecánicos, vulcanizaciones, etc., y sedes sociales, multicanchas, escuelas, etc. El ruido emitido por el tránsito lo conforma principalmente los autos, microbuses y camiones que circulan las calles y avenidas cercanas a las viviendas encuestadas. Cuando al sujeto entrevistado se le consulta por las fuentes de ruido según su punto de vista, estas corresponden en mayoría también al emitido por las personas y el tránsito.

Esta situación es diferente en el Estrato 2, constituido por zonas Comerciales, en donde el 20,7% de las encuestas no tienen respuesta a esta pregunta y en donde las principales fuentes de ruido, observadas por el encuestador y percibidas por los entrevistados son principalmente el tránsito (más del 40%) y en segundo lugar el emitido por las personas.

Las fuentes cercanas de ruido en el Estrato 3, constituido por zonas Industriales, están constituidas principalmente por el tráfico de vehículos (más del 59%) con solo un 15,6% de encuestas sin respuesta a esta pregunta desde la perspectiva del encuestador y existiendo un 18,8% de encuestas en que se encontró alguna fábrica o industria como fuente de ruido.

En la Tabla 9.1.3 se muestran características observadas por los encuestadores respecto del entorno y de la vivienda de los entrevistados, por Estrato.

Estrato	Áreas Abiertas (%)		Flujo Tránsito (%)			Composición Tránsito (%)		
	Si	No	Alto	Bajo	Sin flujo	Pesado	Liviano	Mixto
1	19,8	80,3	18,7	41,6	38,8	5,7	58,5	35,9
2	20,7	79,3	58,6	31,0	10,3	0,0	30,8	69,2
3	28,1	71,9	53,1	46,9	0,0	9,4	25,0	65,6

Tabla 9.1.3 Distribución de parques o áreas abiertas, flujo de tránsito y composición del tránsito, cercanas a la vivienda encuestada, por Estrato, expresado en porcentaje.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

De la tabla anterior se observan algunas características propias de cada Estrato. Por ejemplo, el Estrato 1 (Residencial) y el Estrato 2 (Comercial) tienen menores parques o áreas abiertas cercanas a las viviendas encuestadas que en el Estrato 3 (Industrial); el flujo de tránsito es más alto en zonas Comerciales e Industriales que en zonas Residenciales; la composición del tránsito en zonas Industriales es en un menor porcentaje de vehículos livianos en comparación con zonas Comerciales y Residenciales en donde se observa que hay un mayor porcentaje de tránsito de vehículos livianos.

Estrato	Estrato Socioeconómico (%)			
	C1	C2	C3	D
1	5,5	36,6	47,2	10,7
2	17,2	41,4	41,4	0,0
3	0,0	35,5	64,5	0,0

Tabla 9.1.4 Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato, expresado en porcentaje.

Respecto al Estrato socioeconómico de las viviendas encuestadas, la gran mayoría pertenece a grupos de clase media y media baja. En el Estrato Industrial fueron encuestadas un mayor número de viviendas de clase media baja y en el Estrato Comercial mayores de clase media. Además, en el Estrato Comercial se entrevistaron un 17,2% de sujetos que habitaban una vivienda de clase alta.

Esto no quiere decir explícitamente que la composición de los Estratos esté constituido en general por estos Estratos socioeconómicos. Un muestreo estratificado por Estrato socioeconómico daría esta respuesta.

Considere que las viviendas clasificadas como C1 y C2 son de material sólido y las clasificadas como C3 y D son de material ligero en su estructura. En la siguiente tabla se muestran estas agrupaciones, por Estrato.

Estrato	Composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	42,2	57,8
2	58,6	41,4
3	35,5	64,5

Tabla 9.1.5 Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por Estrato, en porcentajes.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Se observa que en los Estratos Residenciales e Industriales más de la mitad de las viviendas encuestadas son de material ligero (madera, volcanita, etc.) y en las zonas Comerciales hay mayores viviendas de material sólido.

¿Influirá el tipo de material de la vivienda en la percepción del ruido que tienen los entrevistados? Para responder esta pregunta se confeccionó la tabla 9.1.6, donde se muestran las prevalencias al ruido según la composición del material de la vivienda y el Estrato.

Estrato	Prevalencias según composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	51,8	55,3
2	64,7	75,0
3	72,7	75,0

Tabla 9.1.6 Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.

Se observa que en los tres Estratos hay mayor molestia al ruido en las viviendas de estructura ligera. Aunque existen diferencias entre estructura sólida y ligera en los tres Estratos, esta diferencia no presenta evidencias estadísticamente significativas para decir que la percepción de molestia al ruido dependa del tipo de material de la vivienda.

En la Tabla 9.1.7 se presentan características sobre los sujetos entrevistados.

Grupo Etario	Frecuencia	%
15 – 24	83	21,4
25 – 34	92	23,7
35 – 44	72	18,6
45 – 54	47	12,1
55 y más	94	24,2
Total	388	100,0

Tabla 9.1.7 Distribución de encuestados por grupo etario.

Se observa que más de la mitad de los individuos que respondieron la encuesta son menores de 44 años. El promedio de edad de los 388 entrevistados es de 40 años aproximadamente.

A continuación se muestra la distribución de encuestados por grupo etario según el sexo de las personas.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Grupo Etario	Hombres		Mujeres	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
15 – 24	27	32,5	56	67,5
25 – 34	26	28,3	66	71,7
35 – 44	21	29,2	51	70,8
45 – 54	17	36,2	30	63,8
55 y más	26	27,7	68	72,3
Total	117	30,2	271	69,8

Tabla 9.1.8 Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.

Se observa que más de la mitad de los entrevistados son de sexo femenino y que son mayoría en todos los grupos etarios.

En la tabla siguiente se muestran las prevalencias por cada grupo etario y según el Estrato.

Grupo Etario	Prevalencia (%)			
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Total
15 – 24	49,3	60,0	100,0	53,0
25 – 34	60,8	100,0	50,0	64,1
35 – 44	66,7	33,3	100,0	66,7
45 – 54	43,2	71,4	100,0	51,1
55 y más	44,4	40,0	64,7	47,9

Tabla 9.1.9 Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato.

De la tabla anterior se observa que en general el grupo etario más sensible es el que está conformado por los individuos de edad entre 35 y 44 años. Además se observa en particular para el Estrato Industrial que existen rangos de edad (15 – 24, 35 – 54) en que todos los entrevistados manifiestan su molestia al ruido que perciben desde el exterior de su casa.

Estrato	Prevalencia (%)	
	Hombres	Mujeres
1	41,2	59,1
2	50,0	76,2
3	75,0	75,0
Total	45,3	61,6

Tabla 9.1.10 Distribución de prevalencias por sexo, por Estrato.

Se observa que las prevalencias en los Estratos Residencial y Comercial son mayores en las mujeres, excepto en el Estrato Industrial donde son similares. Se observa también que sin clasificar

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

por Estrato, las mujeres (61,6%) presentan mayor molestia al ruido que los hombres (45,3%).

Estrato	Trabajador(a)	Dueña de casa	Estudiante	Jubilado	Cesante
1	29,7	44,0	18,4	4,6	3,4
2	37,9	31,0	20,7	6,9	3,6
3	18,8	46,9	18,8	12,5	3,1
Total	29,4	43,3	18,5	5,4	3,4

Tabla 9.1.11 Distribución porcentual de encuestados por ocupación, por Estrato.

Respecto a la ocupación de estos sujetos, en el Estrato Residencial e Industrial más del 40% de los entrevistados se dedica a labores de dueña de casa, existiendo un mayor número de encuestados que trabaja en el Estrato Comercial. El Estrato Industrial es similar al Residencial con la diferencia en que existen menos trabajadores y más jubilados en las viviendas encuestadas.

A continuación se considera el número de personas que viven en el hogar. Una familia será normal si el número de personas que habitan en ella son menores o iguales a 4 personas, y una familia será clasificada como grande si el número de personas que habitan en ella son más de 4 personas. En la siguiente tabla se muestran las prevalencias dependiendo de la clasificación anterior.

Estrato	Prevalencia (%)	
	Familia normal	Familia grande
1	51,2	56,8
2	66,7	72,7
3	81,0	63,6
Total	55,5	58,2

Tabla 9.1.12 Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.

En la tabla se muestra que existen mayores prevalencias o molestias al ruido en las viviendas en donde habitan un mayor número de personas, exceptuando el Estrato Industrial.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Al consultarles a los sujetos respecto a lo que diariamente viven en su barrio por el orden de importancia de algunos problemas ambientales, la basura es el principal problema considerando el total de encuestados con un 30,2% de preferencias y como segundo problema más importante se obtuvo al ruido con un 20,9% de preferencias.

Al dividir los resultados de esta pregunta por Estrato, se obtiene que en el Estrato Residencial el 33% de los individuos consideró a la basura como el principal problema ambiental en su barrio. Como el segundo problema ambiental más importante dentro de este Estrato fue catalogado el producido por el ruido con un 21,7%.

En cambio, para el Estrato Comercial, el ruido es más importante que el Estrato Residencial con un 58,6%, y como segundo problema más importante se encuentra con un 24,1% el producido por la basura.

En el Estrato Industrial, el ruido es el principal problema ambiental con un 40,6% de preferencias, y el segundo problema ambiental más importante dentro de este Estrato es el producido por la contaminación del aire y basura con un 18,8% cada uno.

Es de interés saber si la percepción del sujeto al ruido proveniente del exterior de su vivienda está influenciada por el ambiente que lo rodea al interior de la vivienda. Es natural pensar que si una persona está rodeada en su hábitat por altos niveles de ruido, el ruido proveniente del exterior de su vivienda no le será molesto. Al analizar los sujetos sin distinción de Estratos, se concluye que no existe una relación tal, es decir, no existe una asociación estadísticamente significativa entre si la vivienda del individuo presenta ruido interno y la percepción o prevalencia al ruido del exterior.

A continuación, para el análisis de la encuesta aplicada en Temuco, se consideraran las preguntas de la encuesta de los individuos de la comuna de Temuco que pasaron la pregunta filtro, es decir, los que consideraron que el ruido que perciben desde el exterior de su casa es molesto, sin considerar la estratificación ya que al segregar por Estrato, en los Estratos Comercial e Industrial son pocos los datos en cada uno de ellos.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Del total de estos sujetos, los que pasan el filtro (220 entrevistados), un poco más del 75% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por las mismas personas y el tránsito vehicular. Según las observaciones de los encuestadores, más del 40% de las fuentes potenciales de ruido cercanas a las viviendas encuestadas son producidas por tránsito vehicular. Además, se observó que de las viviendas encuestadas, el 79,4% no presentan áreas abiertas o parques inmediatos y que el 48,9% tiene una composición de tránsito mixta de vehículos livianos y pesados. De acuerdo a las características de las personas, el 75,9% es de sexo femenino y el 24,1% es de sexo masculino; el 28,2% de los sujetos trabaja y el 45,9% desempeña labores de dueña de casa.

Los siguientes cuatro gráficos que se presentan explican la percepción de los entrevistados de acuerdo a la magnitud de la molestia, según el horario, ya sea en el día o en la noche y de Lunes a Viernes o durante fines de semana.

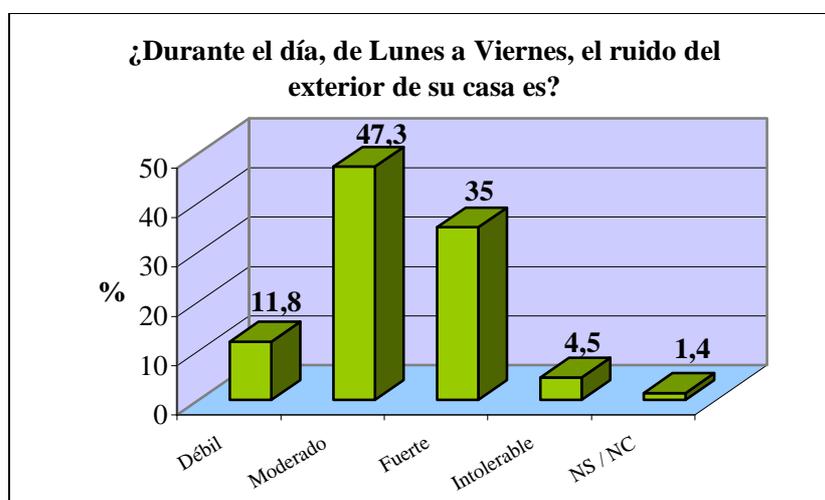


Gráfico 9.1.2

Se observa que el 35% de los entrevistados manifiesta que el ruido es fuerte durante el día, de Lunes a Viernes.

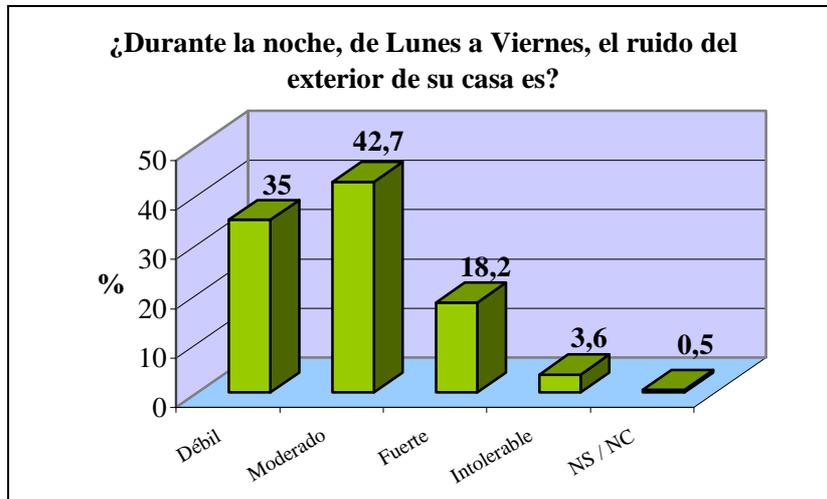


Gráfico 9.1.3

Se observa que de Lunes a Viernes la percepción del ruido en la noche disminuye ya que la mayor frecuencia se presenta en la categoría moderado con un 42,7%.

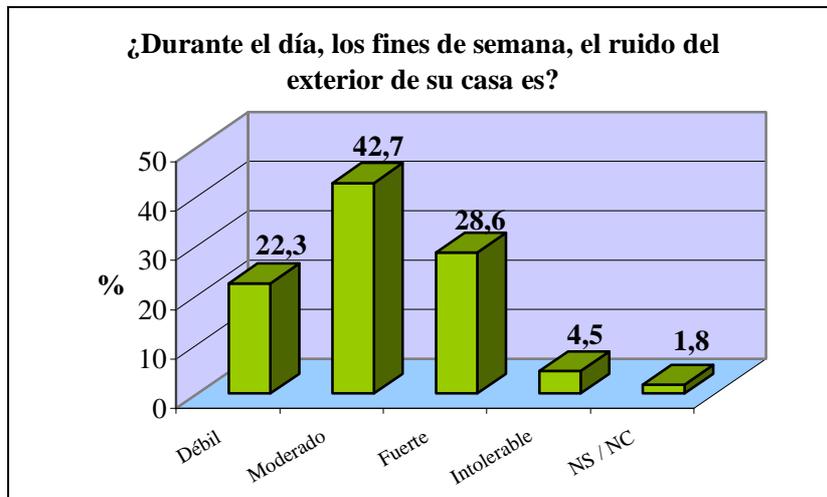


Gráfico 9.1.4

Se observa que en comparación con lo que sucede de Lunes a Viernes, el ruido se hace más moderado los fines de semana durante el día.

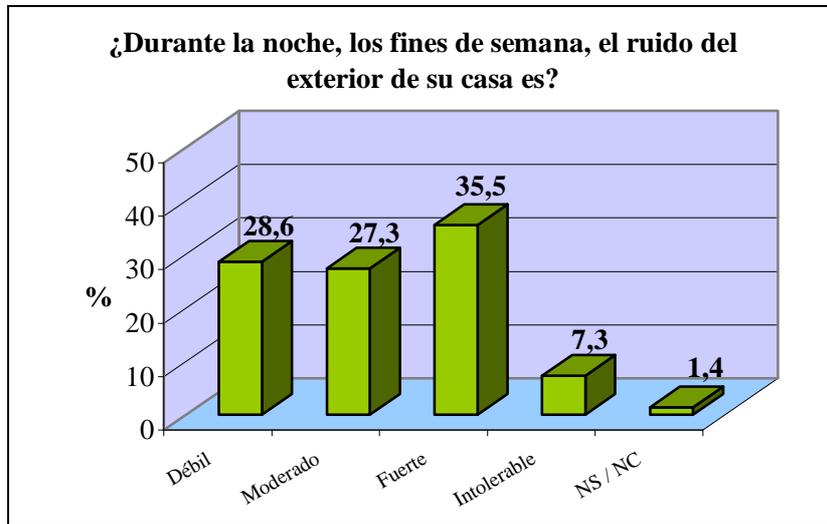


Gráfico 9.1.5

Se observa que en comparación con lo que ocurre de día y noche durante la semana y de día los fines de semana, en la noche, los fines de semana se hace más fuerte el ruido.

Respecto a si alguna actividad que realizan diariamente los entrevistados es interrumpida por el ruido, un poco más de la mitad de los sujetos (50,9%) manifestó que sí. Este porcentaje de personas que es afectada directamente por el ruido opina que de las actividades que realizan diariamente, el hablar por teléfono y el dormir son las mayormente interrumpidas seguidas por estudiar, ver TV, conversar y trabajar. Estos resultados se resumen en el gráfico siguiente.

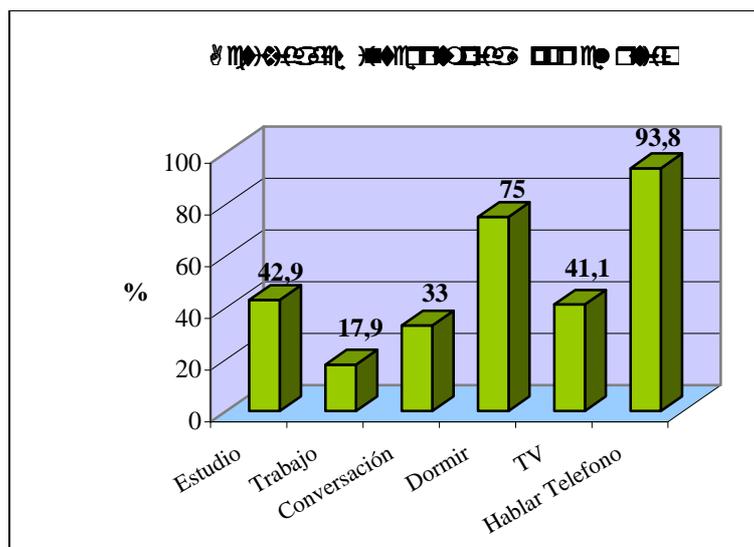


Gráfico 9.1.6

A continuación en el gráfico 9.1.7, se muestran los porcentajes de entrevistados que manifiestan el horario en que perciben mayor molestia, según si este ocurre durante la mañana, la tarde o en la noche.

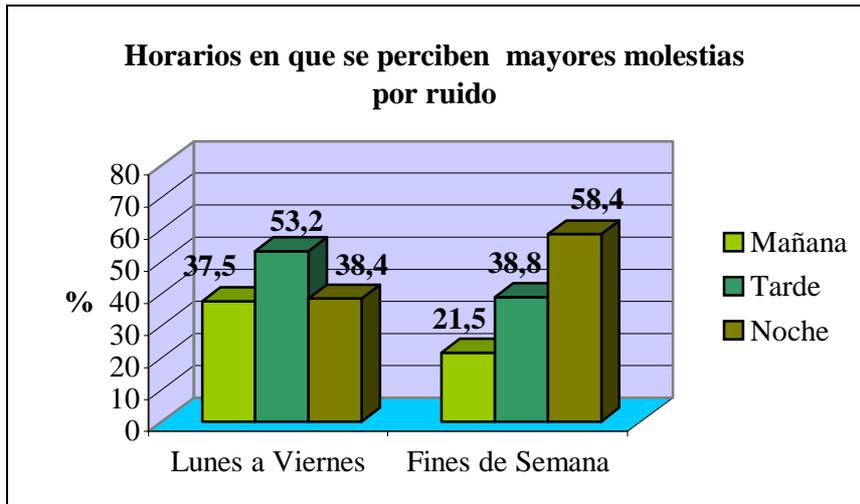


Gráfico 9.1.7

Se observa que las mayores molestias por ruido de Lunes a Viernes son en la tarde, en cambio, los fines de semana a medida que transcurre el día las mayores molestias por ruido van aumentando, siendo las molestias mayores durante la noche los fines de semana.

Cuando a los entrevistados se les pregunta por el comportamiento del ruido en los últimos años, más de la mitad manifiesta que ha aumentado y un 36,4% cree que se ha mantenido constante. (gráfico 9.1.8)

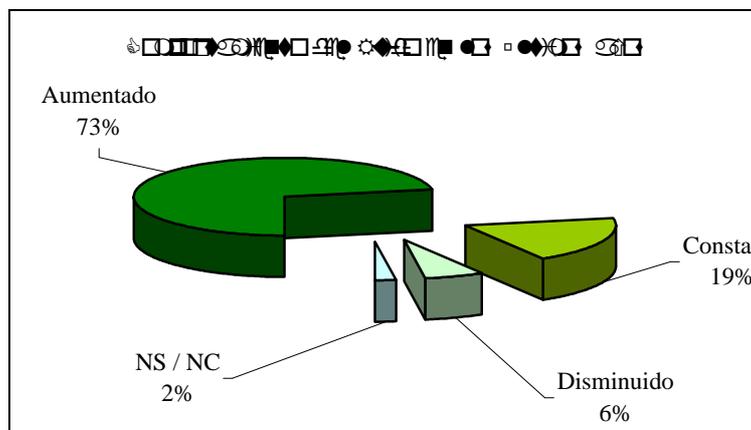


Gráfico 9.1.8

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Respecto a las medidas para protegerse del ruido proveniente del exterior de la casa, el 15,9% de los individuos a los que les molesta el ruido se protegen (35 entrevistados), de los cuales 9 suben el volumen de la TV, radio o hablan más fuerte, 6 sujetos cierran las puertas y/o ventanas de la casa, 6 han llamado a Carabineros y 4 modificaron la casa reacondicionándola.

Luego, al preguntarles por si han presentado alguna queja, el 18,9% lo ha hecho (40 entrevistados), de los cuales 28 entrevistados hicieron su denuncia a Carabineros y recibieron una visita a terreno o lograron una amonestación. De los entrevistados que no han presentado alguna queja, 23 individuos no lo hace para evitar problemas, 16 por desconocimiento y 15 personas terminan tolerando el ruido.

Finalmente, a juicio de los entrevistados los encargados para buscarles una solución al problema del ruido son principalmente la Municipalidad (66,1%) y la Junta de Vecinos (60,1%), siendo seguidos por CONAMA (54,2%), los Carabineros (53,2%) y en último lugar el Servicio de Salud (41,3%).

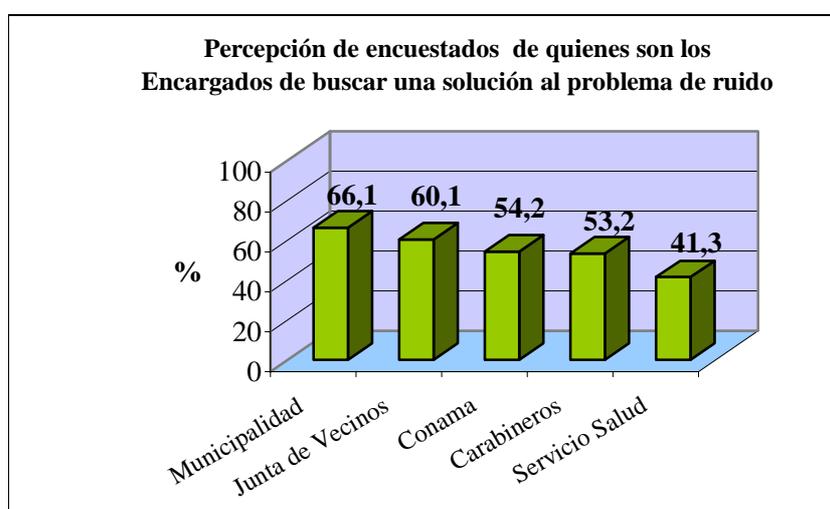


Gráfico 9.1.9

9.2 IQUIQUE

De las 400 encuestas definidas en el diseño muestral de Iquique, se consideraron en total 319 encuestas para el análisis, debido a que se descartaron las encuestas que contenían información poco fiable, ya que fueron respondidas por personas menores de 15 años, personas que vivían en el lugar por menos de 4 meses, o bien por presentar inconsistencias en algunas respuestas. Además, del total de encuestas sorteadas no todas se pudieron realizar por no existir la dirección, nadie se encontraba en la vivienda, etc.

Las 319 consideradas se dividen 112, 47 y 160 para los Estratos 1, 2 y 3, respectivamente. Estas fueron aplicadas entre el 6 y 26 de Octubre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	112	32,1	13.361
2	47	48,9	5.560
3	160	50,0	19.660
Total	319	43,6	38.581

Tabla 9.2.1. Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta e , el cual se obtiene despejando de la ecuación (8.3.1.1) el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del **95%**, el nuevo error de la encuesta es de un **5,34%**.

Con la información obtenida de las 319 encuestas realizadas en la comuna de Iquique durante el mes de Octubre, se extraen los siguientes resultados.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación se muestra la prevalencia al ruido, es decir el cociente entre el número de sujetos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda y el número total de entrevistados, por Estrato.

Estrato	Nº Encuestas	Prevalencia (%)
1	112	32,1
2	47	48,9
3	160	50,0
Total	319	43,6

Tabla 9.2.2. Prevalencia al ruido, por Estrato.

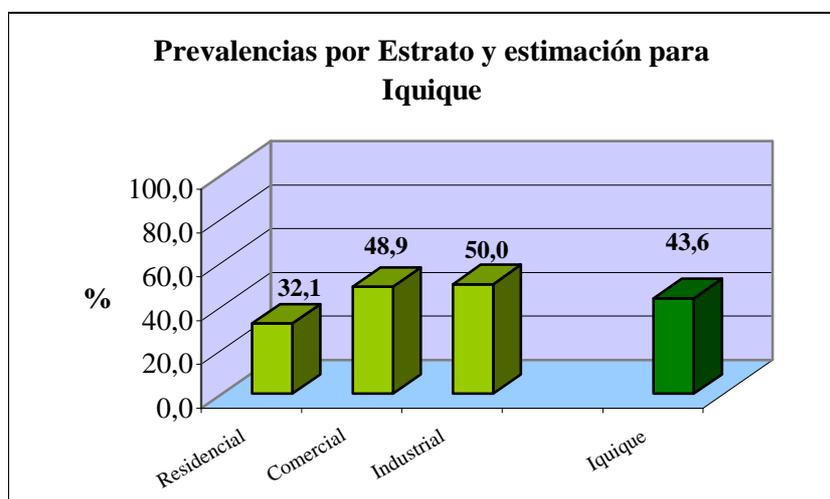


Gráfico 9.2.1

Los valores de prevalencia obtenidos en los Estratos Comercial e Industrial son parecidos entre sí, pero distintos a la menor prevalencia obtenida en el Estrato Residencial.

El valor estimado de prevalencia que se obtiene en Iquique (43,6%) es menor a la obtenida en Temuco (56,8%) pero mayor al que se obtuvo en 1997 en la comuna de Talcahuano (22%). En términos generales menos de la mitad de los entrevistados presenta molestia al ruido. Se observa que aproximadamente la mitad de los encuestados en los Estratos Comercial e Industrial manifiestan su molestia al ruido proveniente del exterior de su vivienda.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

En el Estrato 1 según las observaciones del encuestador las principales fuentes de ruido cercanas a las viviendas son las producidas por las actividades de las personas y el tránsito vehicular (42,0%), no existiendo otro tipo de fuente con lo que se obtiene un 58,0% de encuestas con casillas vacías en estas pregunta lo que hace suponer que no existen fuentes cercanas de ruido según el encuestador. El ruido emitido por las personas se desarrolla principalmente a través de los propios vecinos, talleres, colegios, negocios, etc. El ruido emitido por el tránsito lo conforma principalmente los vehículos que circulan las calles y avenidas cercanas a las viviendas encuestadas. Cuando al sujeto entrevistado se le consulta por las fuentes de ruido según su punto de vista, estas corresponden también al emitido por las personas y el tránsito.

Esta situación es diferente en el Estrato 2, constituido por zonas Comerciales, en donde el 36,2% de las encuestas no tienen respuesta a esta pregunta y en donde la principal fuente de ruido, observadas por el encuestador es el emitido por las personas (más del 30%), principalmente por los colegios cercanos, y en segundo lugar el emitido por el tránsito. Sin embargo, desde el punto de vista del entrevistado el ruido emitido por las personas y el tránsito tienen la misma frecuencia, siendo las mayores fuentes de ruido los locales nocturnos y los vehículos que transitan calles y avenidas.

Las fuentes cercanas de ruido en el Estrato 3 constituido por zonas Industriales se constituyen principalmente, como en el Estrato 2, por el ruido emitido por las personas (más del 25%) pero con un 43,8% de encuestas sin respuesta a esta pregunta desde la perspectiva del encuestador. Además, más del 50% de los entrevistados señala como mayores fuentes de ruido las emitidas por las personas. Como fuentes de ruido destacan en mayoría los talleres (mecánicos, mueblerías, tornerías) y el emitido por los vecinos, a través de fiestas (música, borrachos, peleas callejeras) y el tránsito vehicular.

A continuación en la siguiente tabla se muestran características observadas por los encuestadores respecto del entorno y de la vivienda de los entrevistados, por Estrato.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Estrato	Áreas Abiertas (%)		Flujo Tránsito (%)			Composición Tránsito (%)		
	Si	No	Alto	Bajo	Sin flujo	Pesado	Liviano	Mixto
1	21,6	78,4	19,6	56,3	24,1	6,5	71,3	22,2
2	12,5	87,5	80,8	19,2	0,0	8,5	36,2	55,3
3	14,8	85,2	41,9	43,1	15,0	8,8	52,8	38,4

Tabla 9.2.3. Distribución de parques o áreas abiertas, flujo de tránsito y composición del tránsito, cercanas a la vivienda encuestada, por Estrato, expresado en porcentaje.

De la tabla anterior se observa que en los tres Estratos más del 75% de las viviendas encuestadas no presentan parques o áreas abiertas cercanas; el flujo de tránsito es más alto en la zona Comercial constituido mayoritariamente por vehículos livianos y pesados (mixto), por el contrario, en el Estrato Residencial se observa menos flujo de tránsito conformado por vehículos livianos, y en el Estrato Industrial no se aprecian tendencias marcadas de flujo ni de la composición de éste.

Estrato	Estrato Socioeconómico (%)			
	C1	C2	C3	D
1	3,6	17,9	71,4	7,1
2	4,3	51,1	42,5	2,1
3	1,3	30,6	59,8	8,3

Tabla 9.2.4 Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato, expresado en porcentaje.

Respecto al Estrato socioeconómico de las viviendas encuestadas, el Estrato 1 lo constituye principalmente grupos de clase media baja, el Estrato 3 también es constituido en mayor frecuencia por grupos de clase media baja pero con menor intensidad, y a diferencia de los otros dos Estratos, en el Estrato Comercial más del 50% de los hogares encuestados fueron clasificados como de Estrato socioeconómico medio alto.

Considere que las viviendas clasificadas como C1 y C2 son de material sólido y las clasificadas como C3 y D son de material ligero en su estructura. En la siguiente tabla se muestran estas agrupaciones, por Estrato.

Estrato	Composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	21,4	78,6
2	55,3	44,7
3	31,9	68,1

Tabla 9.2.5. Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por Estrato, en porcentajes.

Se observa que en los Estratos Residenciales e Industriales más del 60% de las viviendas encuestadas son de material ligero (madera, volcanita, etc.) y en las zonas Comerciales hay mayores viviendas de material sólido.

¿Influirá el tipo de material de la vivienda en la percepción del ruido que tienen los entrevistados de Iquique? Para responder esta pregunta, se muestran las prevalencias al ruido según la composición del material de la vivienda y el Estrato.

Estrato	Prevalencias según composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	37,5	30,7
2	46,2	52,4
3	58,0	45,8

Tabla 9.2.6. Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.

Se observa que en los Estratos Residencial e Industrial hay mayor molestia al ruido en las viviendas de estructura sólida, en cambio en el Estrato Comercial hay mayor molestia al ruido en las viviendas de estructura ligera. Aunque existen diferencias entre estructura sólida y ligera en los tres Estratos, esta diferencia no presenta evidencias estadísticamente significativas para decir que la percepción de molestia al ruido dependa del tipo de material de la vivienda.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación se presentan características sobre los sujetos entrevistados.

Grupo Etario	Frecuencia	%
15 – 24	72	22,6
25 – 34	58	18,2
35 – 44	81	25,4
45 – 54	57	17,8
55 y más	51	16,0
Total	319	100,0

Tabla 9.2.7 Distribución de encuestados por grupo etario.

Se observa que más de la mitad de los individuos que respondieron la encuesta son menores de 44 años. El promedio de edad de los 319 entrevistados es de 39 años aproximadamente.

A continuación se muestra la distribución de encuestados por grupo etario según el sexo de las personas.

Grupo Etario	Hombres		Mujeres	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
15 – 24	33	45,8	39	54,2
25 – 34	25	43,1	33	56,9
35 – 44	35	43,2	46	56,8
45 – 54	20	35,1	37	64,9
55 y más	25	49,0	26	51,0
Total	138	43,3	181	56,7

Tabla 9.2.8. Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.

Se observa que más de la mitad de los entrevistados son de sexo femenino y que son mayoría en todos los grupos etarios.

En la siguiente tabla se muestran las prevalencias por cada grupo etario y según el Estrato.

Grupo Etario	Prevalencia (%)			
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Total
15 – 24	39,3	58,3	40,6	43,1
25 – 34	40,0	60,0	46,4	44,8
35 – 44	23,7	55,6	50,0	38,3
45 – 54	42,9	42,9	55,6	50,9
55 y más	0,0	35,7	56,7	43,1

Tabla 9.2.9. Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

De la tabla anterior se observa que en general el grupo etario más sensible es el que está conformado por los individuos de edad entre 45 y 54 años. Además se observa en particular para el Estrato Industrial que a medida que los sujetos son más adultos mayor prevalencia al ruido demuestran.

Estrato	Prevalencia (%)	
	Hombres	Mujeres
1	33,3	31,0
2	48,0	50,0
3	47,5	51,5
Total	42,0	44,8

Tabla 9.2.10. Distribución de prevalencias por sexo, por Estrato.

En la tabla anterior se observa que las prevalencias en los Estratos Comercial e Industrial son mayores en las mujeres. Se observa también que sin clasificar por Estrato, la molestia al ruido es similar entre sexos.

Estrato	Trabajador(a)	Dueña de casa	Estudiante	Jubilado	Cesante
1	36,6	39,3	19,6	1,8	2,7
2	42,6	17,0	21,3	17,0	2,1
3	33,1	43,1	14,4	6,3	3,1
Total	35,7	37,9	17,2	6,3	2,8

Tabla 9.2.11. Distribución porcentual de encuestados por ocupación, por Estrato.

Respecto a la ocupación de estos sujetos, en el Estrato Residencial el 75,9% trabaja o se dedica a labores de dueña de casa; en el Estrato Comercial hay más trabajadores, estudiantes y jubilados, y en el Estrato Industrial la mayor frecuencia se obtiene en la ocupación dueña de casa (43,1%).

A continuación se considera el número de personas que viven en el hogar. Una familia será normal si el número de personas que habitan en ella son menores o iguales a 4 personas, y una familia será clasificada como grande si el número de personas que habitan en ella son más de 4 personas. En la siguiente tabla se muestran las prevalencias dependiendo de la clasificación anterior.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Estrato	Prevalencia (%)	
	Familia normal	Familia grande
1	25,9	37,9
2	33,3	61,5
3	53,6	47,3
Total	40,3	46,3

Tabla 9.2.12. Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.

En la tabla se muestra que existen mayores prevalencias o molestias al ruido en las viviendas en donde habitan un mayor número de personas excepto en el Estrato Industrial.

Al consultarles a los sujetos respecto a lo que diariamente viven en su barrio por el orden de importancia de algunos problemas ambientales, el ruido es el principal problema considerando el total de encuestados con un 32,0% de preferencias y como segundo problema más importante se obtuvo a la basura con un 16,6% de preferencias.

Al dividir los resultados de esta pregunta por Estrato, se obtiene que en el Estrato Residencial el 41,1% de los individuos consideró a la basura como el principal problema ambiental en su barrio. Como el segundo problema ambiental más importante dentro de este Estrato fue la contaminación del aire (polución / olores) con un 19,6%.

En cambio, para los Estratos Comercial e Industrial el ruido es el más importante que con un 42,6 y 38,1%, respectivamente, y como segundo problema más importante se encuentra con un 17,0 y 19,4% el producido por la basura.

En el Estrato Industrial, el ruido el principal problema ambiental con un 40,6% de preferencias, y el segundo problema ambiental más importante dentro de este Estrato es el producido por la contaminación del aire y basura con un 18,8% cada uno.

Como se vio en el análisis de la encuesta en Temuco, es de interés saber si la percepción del sujeto al ruido proveniente del exterior de su vivienda está influenciada por el ambiente que lo rodea al interior de la vivienda. Es natural pensar que si una persona está rodeada en su hábitat por altos niveles de ruido, el ruido proveniente del exterior de su vivienda no le será molesto. Al analizar los entrevistados sin distinción de Estratos, se concluye que no existe una relación tal, es decir, no existe una asociación estadísticamente significativa entre si la vivienda del individuo presenta ruido interno y la percepción o prevalencia al ruido del exterior.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación, y en lo que sigue más adelante en este análisis, se consideraran las preguntas de la encuesta de los individuos de la comuna de Iquique que pasaron la pregunta filtro, es decir, los que consideraron que el ruido que perciben desde el exterior de su casa es molesto, sin considerar la estratificación ya que al segregar por Estrato, en los Estratos Comercial e Industrial son pocos los datos en cada uno de ellos.

Del total de estos sujetos, los que pasan el filtro (139 entrevistados), el 71,9% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por las mismas personas y el tránsito vehicular. Según las observaciones de los encuestadores, más del 50% de las fuentes potenciales de ruido cercanas a las viviendas encuestadas son producidas por las mismas personas y el tránsito vehicular. Además, se observó que de las viviendas encuestadas, el 80,2% no presentan áreas abiertas o parques inmediatos y que el 40,9% tiene una composición de tránsito mixta de vehículos livianos y pesados. De acuerdo a las características de las personas, el 58,3% es de sexo femenino y el 41,7% es de sexo masculino; el 37,4% de los sujetos trabaja y el 36% desempeña labores de dueña de casa.

Los siguientes cuatro gráficos que se presentan explican la percepción de los entrevistados de acuerdo a la magnitud de la molestia, según el horario, ya sea en el día o en la noche y de Lunes a Viernes o durante fines de semana.

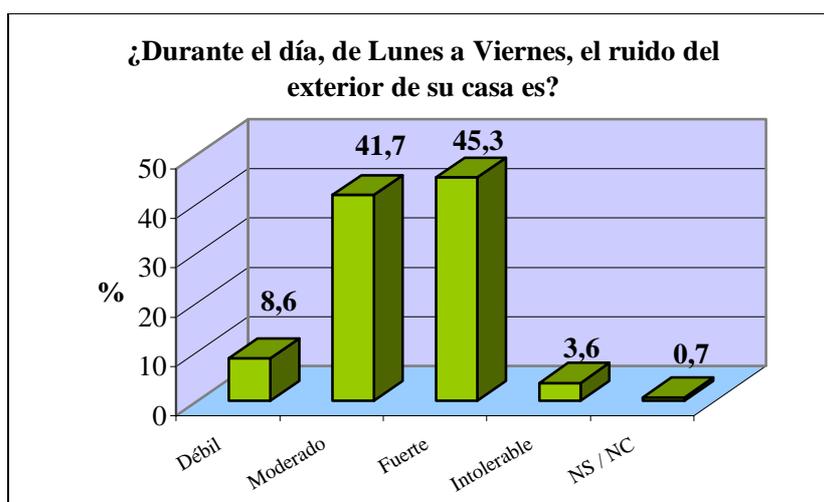


Gráfico 9.2.2

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Se destaca que el 45,3% de los entrevistados manifiesta que el ruido es fuerte durante el día, de Lunes a Viernes.

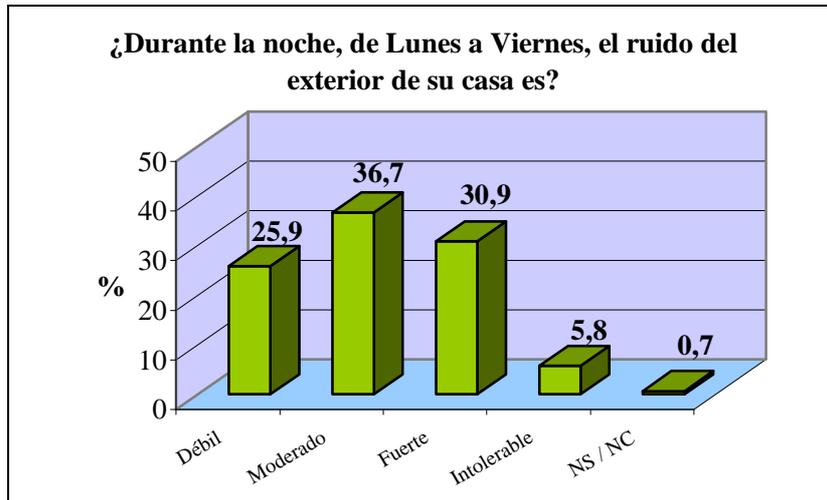


Gráfico 9.2.3

Se observa que de Lunes a Viernes la percepción del ruido en la noche disminuye ya que la mayor frecuencia se presenta en la categoría moderado con un 36,7% aunque sigue existiendo un importante porcentaje de percepción fuerte (30,9%).

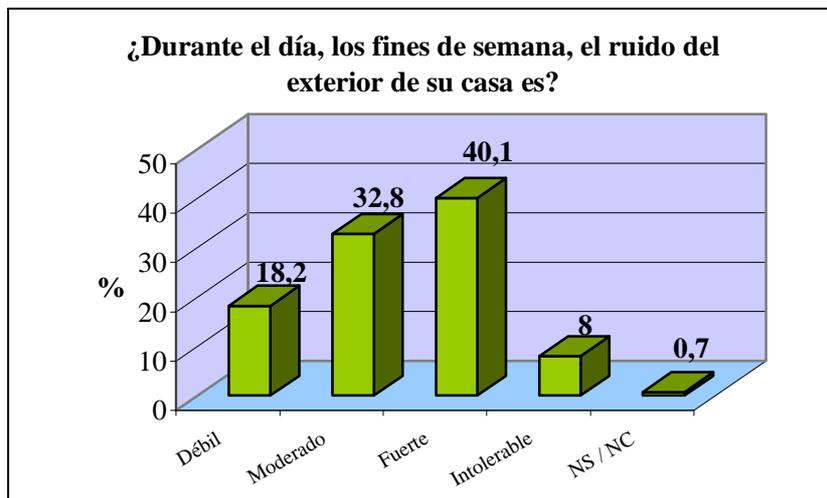


Gráfico 9.2.4

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Se observa que en comparación con lo que sucede de Lunes a Viernes, el ruido se hace más débil pero con altas frecuencias de percepción fuerte (40,1%), los fines de semana durante el día.

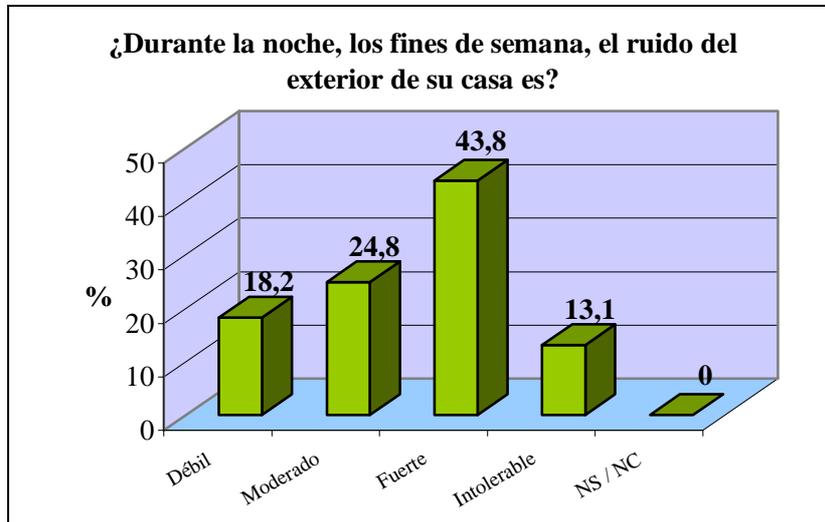


Gráfico 9.2.5

Se observa que en comparación con lo que ocurre de día y noche durante la semana y de día los fines de semana, en la noche, los fines de semana se hace más fuerte el ruido

Respecto a si alguna actividad que realizan diariamente los entrevistados es interrumpida por el ruido, un poco más de la mitad de los sujetos (67,5%) manifestó que sí. Este porcentaje de personas que es afectada directamente por el ruido opina que de las actividades que realizan diariamente, el dormir es la más interrumpida, seguidas por ver TV, estudiar, conversar y trabajar.

Ver la siguiente figura.

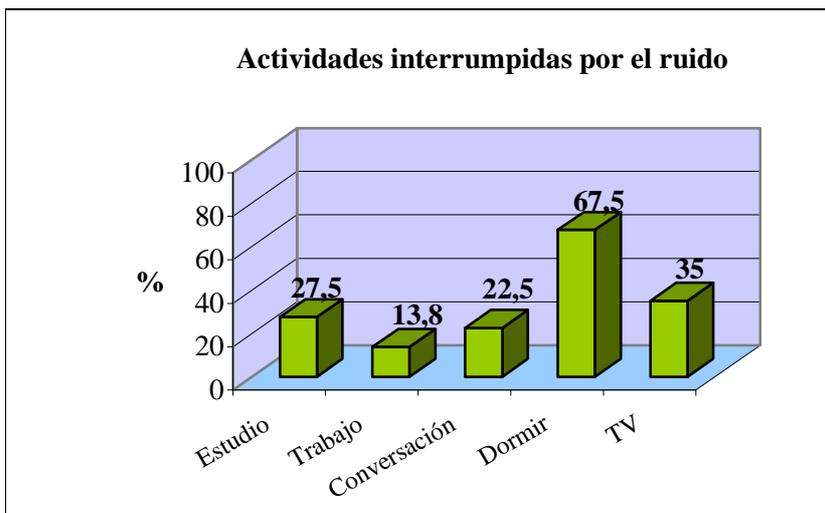


Gráfico 9.2.6.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación en el gráfico 9.2.7, se muestran los porcentajes de entrevistados que manifiestan el horario en que perciben mayor molestia, según si este ocurre durante la mañana, la tarde o en la noche.

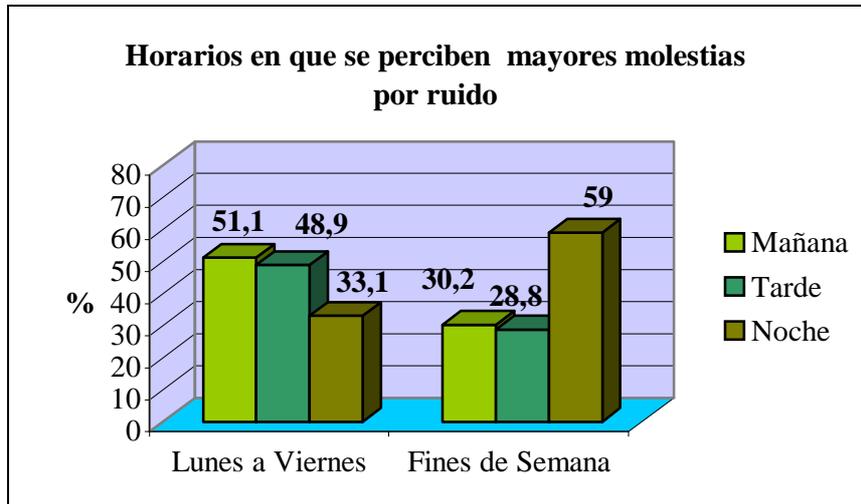


Gráfico 9.2.7.

Se observa que las mayores molestias por ruido de Lunes a Viernes a medida que transcurre el día van disminuyendo, pero los fines de semana en las noches las molestias son mayores.

Cuando a los entrevistados se les pregunta por el comportamiento del ruido en los últimos años, más de la mitad manifiesta que ha aumentado y un 35% cree que se ha mantenido constante.

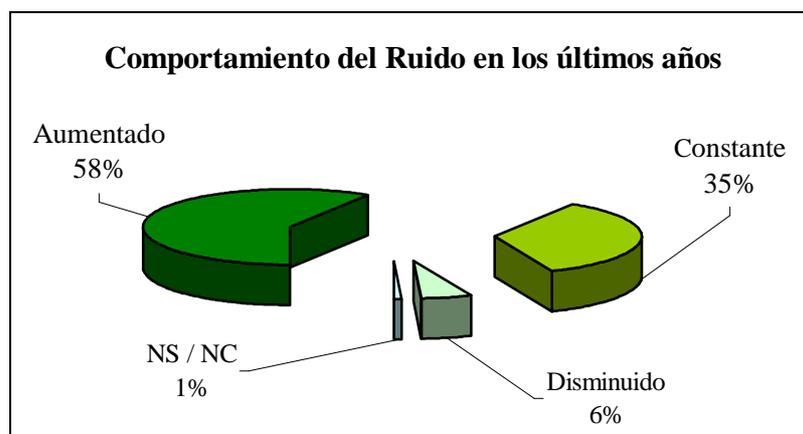


Gráfico 9.2.8.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Respecto a las medidas para protegerse del ruido proveniente del exterior de la casa, el 14,4% de los individuos a los que les molesta el ruido se protegen (20 entrevistados), de los cuales 7 modificaron la casa reacondicionándola, 6 sujetos cierran las puertas y/o ventanas de la casa y 1 usa tapones.

Luego, al preguntarles por si han presentado alguna queja, el 16,2% lo ha hecho (21 entrevistados), de los cuales 13 entrevistados hicieron su denuncia a Carabineros y recibieron una visita a terreno o una respuesta telefónica. De los entrevistados que no han presentado alguna queja, 10 individuos no lo hacen por desconocimiento y 7 personas terminan tolerando el ruido.

Finalmente, a juicio de los entrevistados los encargados para buscarles una solución al problema del ruido son principalmente la Municipalidad (46%) y la Junta de Vecinos (32,4%), siendo seguidos por los Carabineros (30,2%), CONAMA (27,3%) y en último lugar el Servicio de Salud (20,1%).

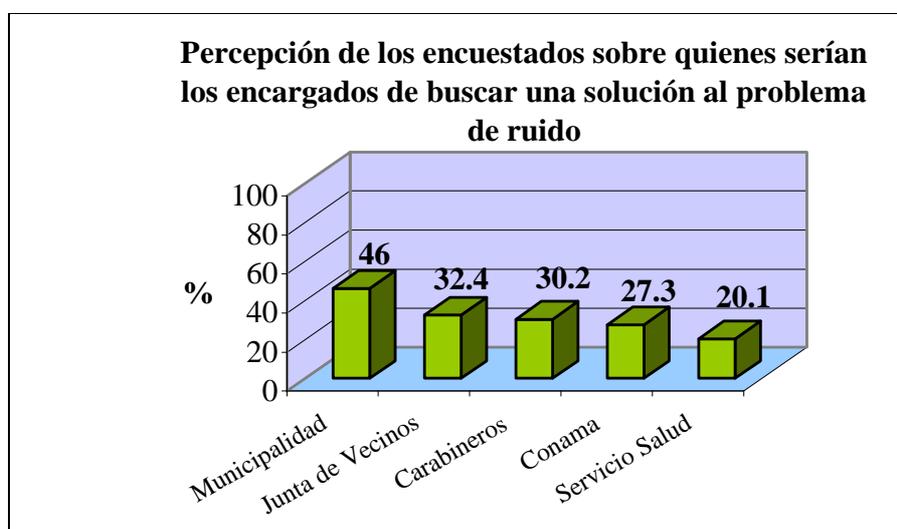


Gráfico 9.2.9.

9.3 VALPARAÍSO

Se efectuaron en terreno un total de 209 encuestas válidas, divididas en 181 y 28 para los Estratos 1 y 3, respectivamente, entre el 5 y 20 de Octubre de 1999. En la siguiente tabla se presenta esta información y las prevalencias en cada Estrato para la encuesta de percepción de ruido.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)	N ° total de Viviendas
1	181	35,9	59.678
3	28	50,0	9.191
Total	209	37,8	68.869

Tabla 9.3.1 Distribución del número de encuestas realizadas, proporción de individuos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda (Prevalencia al ruido) y número de viviendas, por cada Estrato.

Con la información que nos entrega la tabla anterior se calcula el error de estimación de la encuesta (e) el cual se obtiene despejando de la ecuación (8.3.1.1) el valor e y reemplazando los valores muestrales obtenidos de las prevalencias. Así, con un nivel de confianza del **95%**, el error de la encuesta aplicada en Valparaíso es de un **6,51%**.

Con la información obtenida de las 209 encuestas realizadas en Valparaíso durante el mes de Octubre, se extraen los siguientes resultados.

A continuación se muestra la prevalencia al ruido, es decir el cuociente entre el número de sujetos que les molesta el ruido desde el exterior de su vivienda y el número total de entrevistados, por Estrato.

Estrato	N ° encuestas	Prevalencia (%)
1	181	35,9
3	28	50,0
Total	209	37,8

Tabla 9.3.2 Prevalencia al ruido, por Estrato.

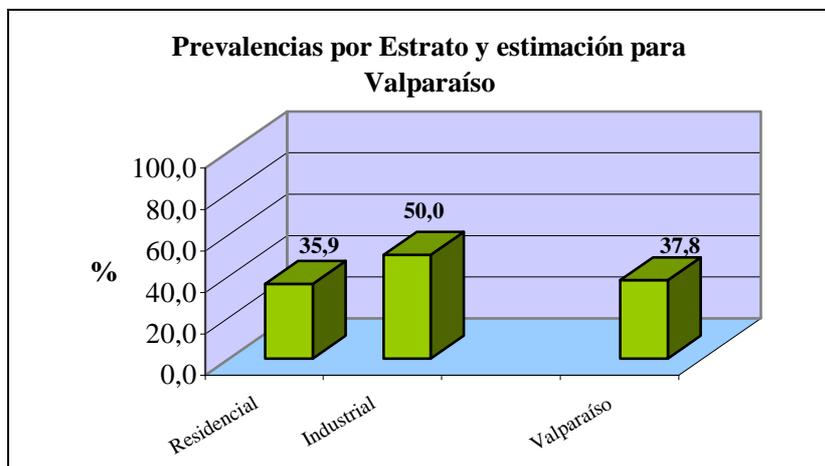


Gráfico 9.3.1

Los valores de prevalencia obtenidos en los Estratos Residencial e Industrial son distintos entre sí con lo cual la estratificación es razonable.

En términos generales menos del 40% de los entrevistados presenta molestia al ruido. Se observa que la mitad de los encuestados en el Estrato Industrial manifiestan su molestia al ruido proveniente del exterior de su vivienda.

En el Estrato 1 según las observaciones del encuestador las principales fuentes de ruido cercanas a las viviendas son las producidas por el tránsito vehicular (34,8%), existiendo un 47,0% de encuestas con casillas vacías en estas pregunta lo que hace suponer que no existen fuentes cercanas de ruido según el encuestador. El ruido emitido por el tránsito lo conforman principalmente los vehículos que circulan las calles y avenidas cercanas a las viviendas encuestadas. Cuando al sujeto entrevistado se le consulta por las fuentes de ruido según su punto de vista, esta corresponde también al emitido por el tránsito.

Esta situación es similar en el Estrato 3, constituido por zonas Industriales, en donde el 21,4% de las encuestas no tienen respuesta a esta pregunta y en donde la principal fuente de ruido, observadas por el encuestador es el emitido por el tránsito (50%), principalmente por los autos y la locomoción colectiva. Desde el punto de vista del entrevistado el ruido emitido el tránsito también es mayoría como fuente de ruido.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación en la siguiente tabla se muestran características observadas por los encuestadores respecto del entorno y de la vivienda de los entrevistados, por Estrato.

Estrato	Áreas Abiertas (%)		Flujo Tránsito (%)			Composición Tránsito (%)		
	Si	No	Alto	Bajo	Sin flujo	Pesado	Liviano	Mixto
1	23,6	76,4	16,6	56,3	27,1	3,2	40,1	56,7
3	39,3	60,7	50,0	21,4	28,6	4,6	40,9	54,5

Tabla 9.3.3 Distribución de parques o áreas abiertas, flujo de tránsito y composición del tránsito, cercanas a la vivienda encuestada, por Estrato, expresado en porcentaje.

De la tabla anterior se observa que en los dos Estratos más del 60% de las viviendas encuestadas no presentan parques o áreas abiertas cercanas; el flujo de tránsito es más alto en la zona Industrial constituido mayoritariamente por vehículos livianos y pesados (mixto).

Estrato	Estrato Socioeconómico (%)			
	C1	C2	C3	D
1	1,7	20,0	60,0	18,3
3	0,0	28,6	53,5	17,9

Tabla 9.3.4 Distribución de viviendas según Estrato socioeconómico, por Estrato, expresado en porcentaje.

Respecto al Estrato socioeconómico de las viviendas encuestadas, el Estrato 1 lo constituye principalmente grupos de clase media baja y el Estrato 3 también es constituido en mayor frecuencia por grupos de clase media baja pero con menor intensidad y con un 28,6% de viviendas clasificadas como media alta.

Considere que las viviendas clasificadas como C1 y C2 son de material sólido y las clasificadas como C3 y D son de material ligero en su estructura. En la siguiente tabla se muestran estas agrupaciones, por Estrato.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Estrato	Composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	27,7	78,3
3	28,6	71,4

Tabla 9.3.5 Distribución de viviendas según composición del material de su estructura, por Estrato, en porcentajes.

Se observa que en los Estratos Residenciales e Industriales más del 70% de las viviendas encuestadas son de material ligero (madera, volcanita, etc.).

¿Influirá el tipo de material de la vivienda en la percepción del ruido que tienen los entrevistados de Valparaíso? Para responder esta pregunta se muestran las prevalencias al ruido según la composición del material de la vivienda y el Estrato.

Estrato	Prevalencias según composición del material de la vivienda	
	Sólido (%)	Ligero (%)
1	38,5	34,8
3	50,0	50,0

Tabla 9.3.6 Distribución de prevalencias según composición del material de la vivienda, por Estrato, en porcentajes.

Se observa que en el Estrato Residencial hay mayor molestia al ruido en las viviendas de estructura sólida, en cambio en el Estrato Industrial la molestia al ruido es la misma en ambos tipos de viviendas. Aunque existen diferencias entre estructura sólida y ligera en el Estrato 1, esta diferencia no presenta evidencias estadísticamente significativas para decir que la percepción de molestia al ruido dependa del tipo de material de la vivienda.

A continuación se presentan características sobre los sujetos entrevistados.

Grupo Etario	Frecuencia	%
15 – 24	42	20,1
25 – 34	35	16,7
35 – 44	46	22,0
45 – 54	29	13,9
55 y más	57	27,3
Total	209	100,0

Tabla 9.3.7 Distribución de encuestados por grupo etario.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Se observa que más de la mitad de los individuos que respondieron la encuesta son menores de 44 años. El promedio de edad de los 209 entrevistados es de 42 años aproximadamente.

A continuación se muestra la distribución de encuestados por grupo etario según el sexo de las personas.

Grupo Etario	Hombres		Mujeres	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
15 – 24	25	24,5	17	15,9
25 – 34	17	16,7	18	16,8
35 – 44	20	19,6	26	24,3
45 – 54	16	15,7	13	12,2
55 y más	24	23,5	33	30,8
Total	102	100,0	107	100,0

Tabla 9.3.8 Distribución de encuestados por grupo etario, según sexo.

Se observa que de los hombres hubo más encuestados con edad entre 15 y 24 años y de las mujeres hubo más encuestados con edad de 55 años o más.

En la siguiente tabla se muestran las prevalencias por cada grupo etario y según el Estrato.

Grupo Etario	Prevalencia (%)		
	Estrato 1	Estrato 3	Total
15 – 24	27,8	33,3	28,6
25 – 34	37,1	0,0	37,1
35 – 44	33,3	50,0	34,8
45 – 54	33,3	75,0	44,8
55 y más	44,7	40,0	43,9

Tabla 9.3.9 Distribución de prevalencias por grupo etario, por Estrato.

De la tabla anterior se observa que en general el grupo etario más sensible es el que está conformado por los individuos de edad entre 45 y 54 años.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Estrato	Prevalencia (%)	
	Hombres	Mujeres
1	28,4	43,0
3	64,3	35,7
Total	33,3	42,1

Tabla 9.3.10 Distribución de prevalencias por sexo, por Estrato.

En la tabla anterior se observa que la prevalencia en el Estrato Residencial es mayor en las mujeres y en el Estrato Industrial es mayor en los hombres. Se observa también que sin clasificar por Estrato, la molestia al ruido es mayor en las mujeres.

Estrato	Trabajador(a)	Dueña de casa	Estudiante	Jubilado	Cesante
1	33,0	34,6	15,1	10,6	6,7
3	40,7	25,9	7,4	22,2	3,7
Total	34,0	33,5	14,1	12,1	6,3

Tabla 9.3.11 Distribución porcentual de encuestados por ocupación, por Estrato.

Respecto a la ocupación de estos sujetos, en el Estrato Residencial hay más dueñas de casa que en el Estrato Industrial, en donde hay más personas que trabajan.

A continuación se considera el número de personas que viven en el hogar. Una familia será normal si el número de personas que habitan en ella son menores o iguales a 4 personas, y una familia será clasificada como grande si el número de personas que habitan en ella son más de 4 personas. En la siguiente tabla se muestran las prevalencias dependiendo de la clasificación anterior.

Estrato	Prevalencia (%)	
	Familia normal	Familia grande
1	32,7	40,5
3	45,0	62,5
Total	34,7	42,7

Tabla 9.3.12 Distribución de prevalencias por tamaño de familia, por Estrato.

En la tabla se muestra que existen mayores prevalencias o molestias al ruido en las viviendas en donde habitan un mayor número de personas.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Al consultarles a los sujetos respecto a lo que diariamente viven en su barrio por el orden de importancia de algunos problemas ambientales, la basura es el principal problema considerando el total de encuestados con un 43,1% de preferencias y como segundo problema más importante se obtuvo al ruido con un 19,6% de preferencias.

Al dividir los resultados de esta pregunta por Estrato, se obtiene que en el Estrato Residencial el 44,8% de los individuos consideró a la basura como el principal problema ambiental en su barrio. Como el segundo problema ambiental más importante dentro de este Estrato fue el ruido con un 18,8%.

En cambio, en el Estrato Industrial el ruido es el más importante que con un 35,7% y como segundo problema más importante se encuentra con un 28,6% el producido por la basura.

Como se ha visto en el análisis de la encuesta en Temuco y en Iquique, es de interés saber si la percepción del sujeto al ruido proveniente del exterior de su vivienda está influenciada por el ambiente que lo rodea al interior de la vivienda. Es natural pensar que si una persona está rodeada en su hábitat por altos niveles de ruido, el ruido proveniente del exterior de su vivienda no le será molesto. Al analizar los entrevistados sin distinción de Estratos, se concluye que no existe una relación tal, es decir, no existe una asociación estadísticamente significativa entre si la vivienda del individuo presenta ruido interno y la percepción o prevalencia al ruido del exterior.

A continuación, y en lo que sigue más adelante en este informe, se analizarán las preguntas de la encuesta de los individuos de Valparaíso que pasaron la pregunta filtro, es decir, los que consideraron que el ruido que perciben desde el exterior de su casa es molesto, sin considerar la estratificación ya que al segregar por Estrato son pocos los datos en cada uno de ellos.

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Del total de estos sujetos, los que pasan el filtro (79 entrevistados), el 48,1% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por el tránsito vehicular. Según las observaciones de los encuestadores, el 49,4% de las fuentes potenciales de ruido cercanas a las viviendas encuestadas son producidas por el tránsito vehicular. Además, se observó que de las viviendas encuestadas, el 74,4% no presentan áreas abiertas o parques inmediatos y que el 71,2% tiene una composición de tránsito mixta de vehículos livianos y pesados. De acuerdo a las características de las personas, el 57,0% es de sexo femenino y el 43,0% es de sexo masculino; el 34,6% de los sujetos trabaja y el 37,2% desempeña labores de dueña de casa.

Los siguientes cuatro gráficos que se presentan explican la percepción de los entrevistados de acuerdo a la magnitud de la molestia, según el horario, ya sea en el día o en la noche y de Lunes a Viernes o durante fines de semana.

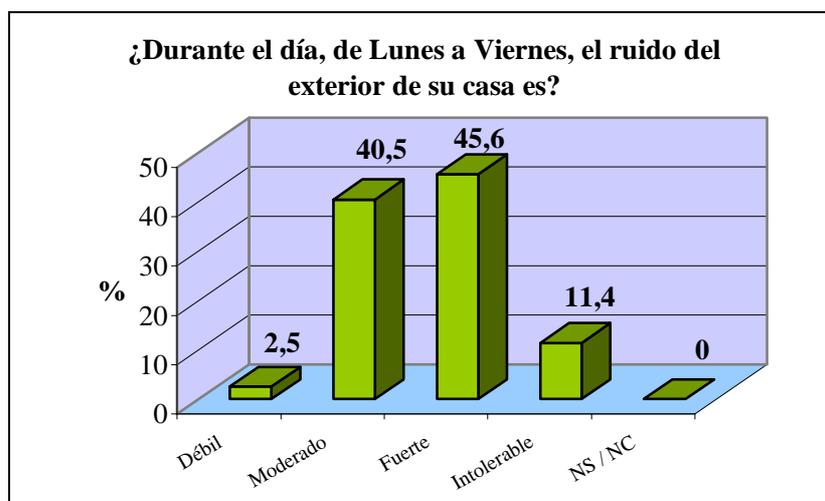


Gráfico 9.3.2

Se destaca que el 45,6% de los entrevistados manifiesta que el ruido es fuerte durante el día, de Lunes a Viernes.

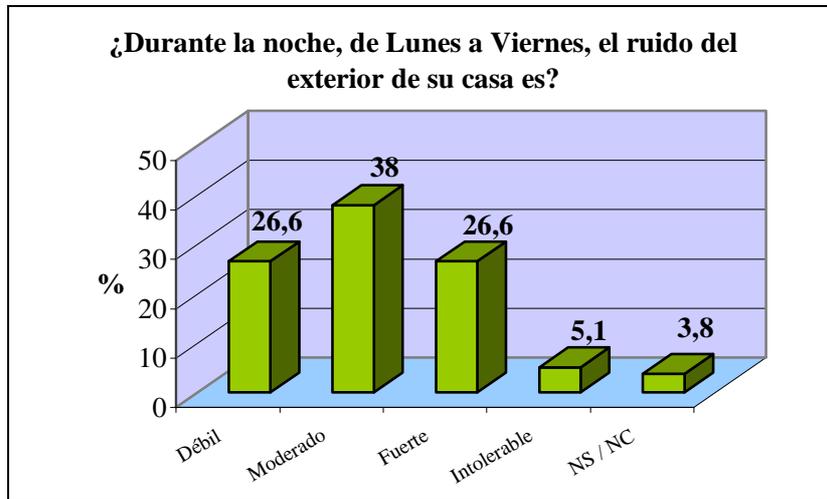


Gráfico 9.3.3

Se observa que de Lunes a Viernes la percepción del ruido en la noche disminuye ya que la mayor frecuencia se presenta en la categoría moderado con un 38% aunque sigue existiendo un importante porcentaje de percepción fuerte (26,6%).

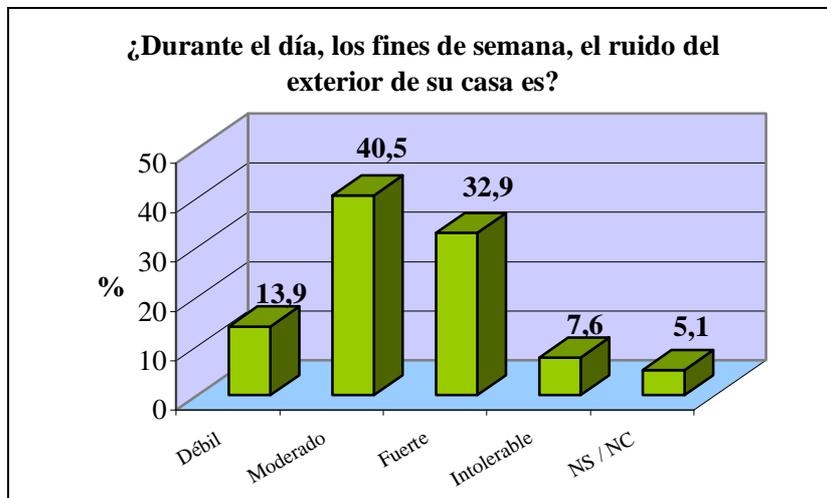


Gráfico 9.3.4

Se observa que en comparación con lo que sucede de Lunes a Viernes, el ruido se hace más débil pero con altas frecuencias de percepción fuerte (32,9%), los fines de semana durante el día.

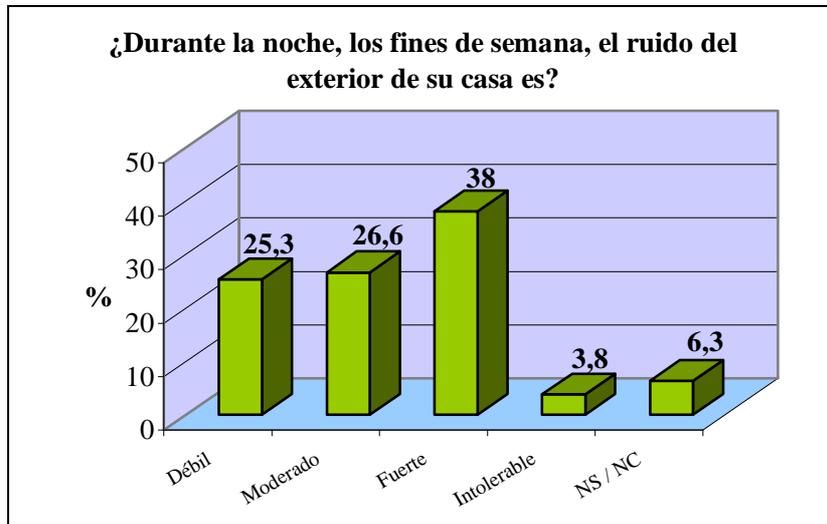


Gráfico 9.3.5

Se observa que en comparación con lo que ocurre de noche durante la semana y de día los fines de semana, en la noche, los fines de semana se hace más fuerte el ruido

Respecto a si alguna actividad que realizan diariamente los entrevistados es interrumpida por el ruido, un poco más de la mitad de los sujetos (57%) manifestó que sí. Este porcentaje de personas que es afectada directamente por el ruido opina que de las actividades que realizan diariamente, el dormir y ver TV son las más interrumpidas, seguidas por conversar, estudiar y trabajar. Ver la siguiente figura.

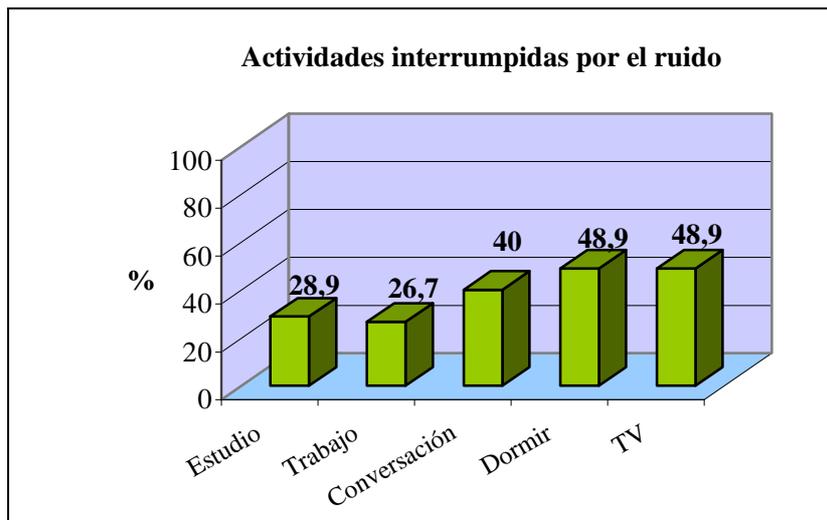


Gráfico 9.3.6

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

A continuación en el gráfico 9.3.7, se muestran los porcentajes de entrevistados que manifiestan el horario en que perciben mayor molestia, según si este ocurre durante la mañana, la tarde o en la noche.

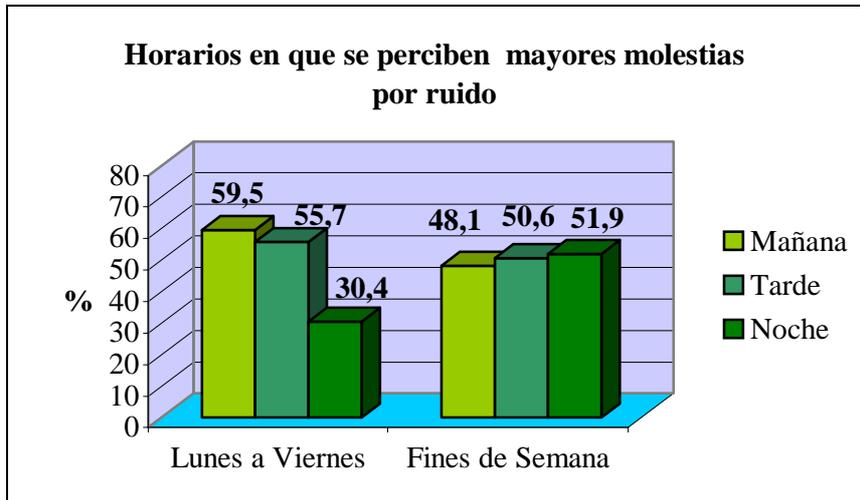


Gráfico 9.3.7

Se observa que las mayores molestias por ruido de Lunes a Viernes a medida que transcurre el día van disminuyendo, en cambio los fines de Semana a medida que transcurre el día van aumentando.

Cuando a los entrevistados se les pregunta por el comportamiento del ruido en los últimos años, el 65% manifiesta que ha aumentado y un 22% cree que se ha mantenido constante. Ver el gráfico 9.3.8.

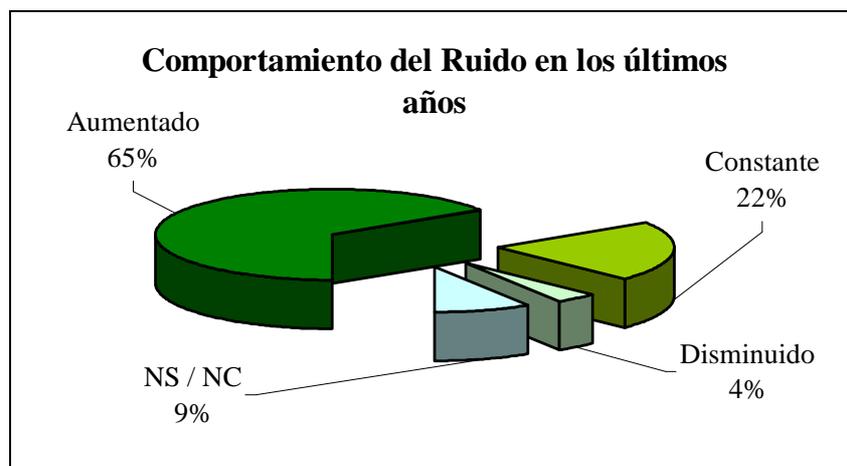


Gráfico 9.3.8

RESULTADOS ENCUESTA DEFINITIVA

Respecto a las medidas para protegerse del ruido proveniente del exterior de la casa, el 15,2% de los individuos a los que les molesta el ruido se protegen (12 entrevistados), de los cuales, entre otros, 4 modificaron la casa reacondicionándola y 1 usa tapones.

Luego, al preguntarles por si han presentado alguna queja, el 23,1% lo ha hecho (18 entrevistados), de los cuales 13 entrevistados hicieron su denuncia a Carabineros y recibieron una visita a terreno o una respuesta telefónica. De los entrevistados que no han presentado alguna queja, 14 individuos no lo hacen por desconocimiento y 6 personas no lo hacen para evitar problemas.

Finalmente, a juicio de los entrevistados los encargados para buscarles una solución al problema del ruido es principalmente la Municipalidad (59,5%), siendo seguido por Carabineros (26,6%), la Junta de Vecinos (24,1%), CONAMA (20,3%) y en último lugar el Servicio de Salud (16,5%).

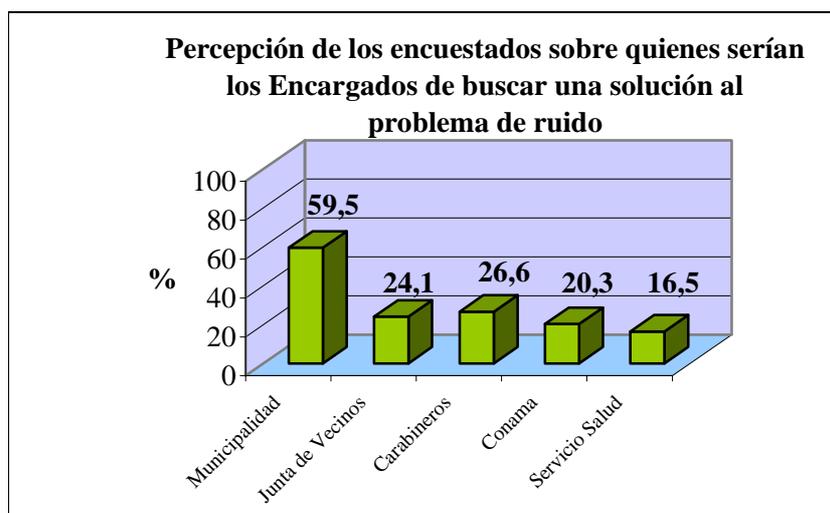


Gráfico 9.3.9

10 CAMPAÑA DE MEDICIONES

Esta campaña se desarrolló en cada ciudad entre los meses de noviembre y diciembre de 1999, utilizando dos Sonómetros Tipo 2, marca Quest modelo 2900. La ubicación y distribución de los puntos de medición está dividida por los Estratos definidos para cada ciudad, y de acuerdo a las encuestas realizadas se obtuvieron las personas que presentaron molestia por ruido proveniente desde el exterior, a estas, se les asignó un punto de medición: Punto Móvil (PM) con la idea de asociar los niveles a que está expuesta dicha vivienda.

Además para cada Estrato se ubicó un Punto Base (PB) que representara lo mejor posible el movimiento urbano de la zona durante una semana completa (ciclo horario semanal), evidentemente este punto no es capaz de caracterizar todo un Estrato más aún cuando se encuentran en distintos sectores de la ciudad. El PB deberá entregar una curva que identifique claramente las distintas etapas o ciclos a que la ciudad está expuesta: Despertar, traslados al colegio o lugares de trabajo, almuerzo, siesta, retorno a viviendas, dormir. Si bien se cree que estas curvas sean similares en cuanto a su trayectoria, se esperan desplazamientos tanto de niveles como de horarios, para los distintos Estratos evaluados. Por motivos de tiempo y disponibilidad de más instrumental, hubo que suponer que cada PB representaría a todo un Estrato, y concluir sobre la base de estas mediciones, evidentemente que lo ideal hubiese sido instalar uno por cada lugar en donde se encuentre un centro urbano importante (Plazas, comercios, talleres, industrias, etc.), lo que en suma entregaría una serie de ciclos para cada uno de estos sectores, de los cuales se obtendría una determinada curva. Con estos ciclos semanales, se podrán verificar y correlacionar los niveles para distintos horarios de los puntos móviles, que se encuentran en el mismo Estrato.

Considerando lo anterior, la ubicación de estos puntos fue de acuerdo a los siguientes criterios:

10.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN

10.1.1 Teórico

◆ Punto Base.

- ✓ Una vez definidos los Estratos, se identificaron las vías principales que tienen los mayores flujos.
- ✓ La prioridad la tienen los puntos donde converjan dos o más vías de este tipo.
- ✓ Se eligió la que tuviera mayor representatividad para el Estrato, vale decir, que tuviera una mayor área de influencia, evitando ser ubicado en extremos del Estrato.
- ✓ Los registros adquiridos en este punto deberán contener principalmente ruido producto del movimiento urbano, evitando la influencia de fuentes de ruido permanentes o esporádicas.

◆ Puntos Móviles.

- ✓ Mediante los resultados de la encuesta que presentaron molestias por el ruido, se confecciona un Mapa para cada ciudad, ubicando estas direcciones.
- ✓ Evitar fuentes de ruido eventuales y esporádicas.
- ✓ Cuando se encuentren dos o más puntos muy cerca unos con otros (separados a menos de 100 metros y sobre la misma calle o avenida), se deberá optar por medir uno de ellos, para esto se elegirá el que cumpla con la mejor condición de representar el lugar y que en el momento de la medición no presente fuentes de ruido esporádicas que no caracterizan el lugar (ladridos de perro, máquinas de construcción, camión de basura, etc.)

10.1.2 Terreno

◆ Punto Base.

- ✓ Se recorren las vías de mayor flujo previamente seleccionadas, verificando la importancia de cada una de ellas y sus convergencias.
- ✓ Las fuentes de ruido permanentes o esporádicas que se deben evitar son: Detención de vehículos (cruces, semáforo, disco pare, paradero de locomoción colectiva, etc.), entrada y salida de autos (estacionamiento), colegios, locales nocturnos, talleres, industrias, ladrido de perros, etc.
- ✓ Se escoge un lugar seguro donde dejar la estación de monitoreo por lo menos durante una semana, el que deberá estar alejado, a lo menos a 60(m), de cualquier fuente de ruido permanente o esporádica que no represente el “movimiento urbano” del sector.
- ✓ La instalación de la estación base deberá estar entre 3(m) a 20(m) de altura respecto a la vía, pudiendo ser ubicada en techos, balcones, mástiles, etc. Evitando, en lo posible, superficies reflectantes a menos de 1,5(m).
- ✓ Debido a que no se contaba con un computador portátil, hubo que trasladar el instrumento desde la estación base al centro de operaciones de cada ciudad para poder respaldar la información en un PC, retornando a la estación de monitoreo, con una demora promedio de una hora. Una vez instalado el equipo, se procedió a verificar su calibración y continuar registrando. Para evitar perder mucha información, se optó por realizar esta operación cada dos días.

◆ **Puntos Móviles.**

- ✓ Con el mapa de la ciudad, donde se señalaban los puntos de medición y una ficha (Ver Anexo 7), que indicaba la dirección exacta, se ubica el punto de medición lo más cercano a la vivienda seleccionada separado, en lo posible, a 2(m) de las superficies reflectantes.
- ✓ Se evitó fuentes de ruido eventuales y esporádicas que no representen la realidad del lugar, tales como: ladridos de perros, camión de la basura, máquinas de construcción, etc., así como también los producidos en las esquinas y cerca de salidas o entradas de autos.
- ✓ Cuando se encuentren dos o más puntos muy cerca unos con otros, vale decir separados a menos de 100 metros y sobre la misma avenida, se deberá optar por medir uno de ellos, para esto se elegirá el que cumpla con la mejor condición de representar el lugar y que en el momento de la medición no presente fuentes de ruido esporádicas que no caracterizan debidamente el lugar.

Los puntos de medición, para cada ciudad, tanto base como móviles se muestran en los planos del Anexo 6.

10.2 COORDINACIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES

De acuerdo a la segunda visita programada a cada ciudad se realizó un curso de capacitación para el uso del instrumental de medición, el que incluía:

- ✓ Un Sonómetro marca QUEST modelo 2900 tipo 2
- ✓ Un calibrador sonoro marca QUEST modelo QC-100.
- ✓ Un Hígro Termómetro marca Extech modelo 445900.
- ✓ Un trípode fotográfico marca Canon.

Junto a esto se entregó y explicó, a cada grupo de trabajo, las respectivas Fichas y Manual de procedimiento para las mediciones (Ver Anexo 7). En cada Ficha se anotaron los principales antecedentes Acústicos y Urbanos del punto de medición.

Según lo presupuestado la duración de cada medición debía estar entre los 10 a 20 minutos, luego se efectuaron entre 4 y 6 puntos por jornada, esto quiere decir, que al término de cada día de medición se debía cumplir con 4 a 6 puntos completos. En algunos casos, cuando no era posible medir un punto en alguna de las tres jornadas, se dejaba pendiente y se hacía el siguiente. De esta forma muchos puntos no fueron necesariamente registrados el mismo día. Con el fin de optimizar estos tiempos y contar con la seguridad adecuada para el correcto desarrollo de esta campaña, CONAMA contaba con convenios contraídos para la colaboración de distintas entidades locales. A continuación se describe, caso a caso, esta actividad.

✓ **TEMUCO**

De acuerdo con los compromisos adquiridos por CONAMA, durante la campaña de mediciones participó la Universidad Austral de Chile, aportando alumnos para llevar a cabo estas mediciones, los que fueron capacitados para el correcto uso del instrumental de medición. A su vez, el Servicio de Salud Araucanía Sur se comprometió a participar en este estudio con la movilización para los alumnos encargados de ello. En caso de problemas, la Dirección Regional de CONAMA, prestaría ayuda en este punto, y en los casos en que se necesitara resguardo policial, lo solicitaría a Carabineros de Chile. Un vez iniciada la campaña de mediciones, el aporte de la movilización no se concretó, por lo que

CAMPAÑA DE MEDICIONES

finalmente la Universidad Austral de Chile debió asumir con este ítem. Además, por problemas de seguridad en sectores periféricos de la ciudad, algunas de los puntos de medición programados no se completaron.

✓ **IQUIQUE**

De acuerdo con los compromisos adquiridos por CONAMA, durante la campaña de mediciones participó la Universidad Arturo Prat, aportando alumnos para llevar a cabo estas mediciones, los que fueron capacitados para el correcto uso del instrumental de medición. A su vez, el Servicio de Salud Iquique se comprometió a participar en este estudio con la movilización para los alumnos encargados de ello. Una vez iniciada la campaña de mediciones, el aporte de la movilización no se concretó, por lo que finalmente se estableció un convenio entre CONAMA y la I. Municipalidad de Iquique, gestionando ésta, la movilización para la campaña de mediciones.

✓ **VALPARAÍSO**

De acuerdo con los compromisos adquiridos por CONAMA, durante la campaña de mediciones, participó el Instituto Profesional AIEP, aportando alumnos para llevar a cabo estas mediciones, los que fueron capacitados para el correcto uso del instrumental de medición. A su vez, el Servicio de Salud Valparaíso - San Antonio, se comprometió a participar en este estudio con la movilización para los alumnos encargados de ello. Una vez iniciada la campaña de mediciones, el aporte de la movilización sólo se concretó durante los días hábiles, por lo que el fin de semana no fue posible obtener registros.

Toda la información recopilada, durante la campaña, fue enviada periódicamente, vía correo electrónico para ser revisada por la consultora y así asegurar un correcto seguimiento y funcionar.

10.3 UBICACIÓN DE PUNTOS BASES.

10.3.1. Temuco.

De acuerdo a la estratificación se escogieron 3 puntos bases:

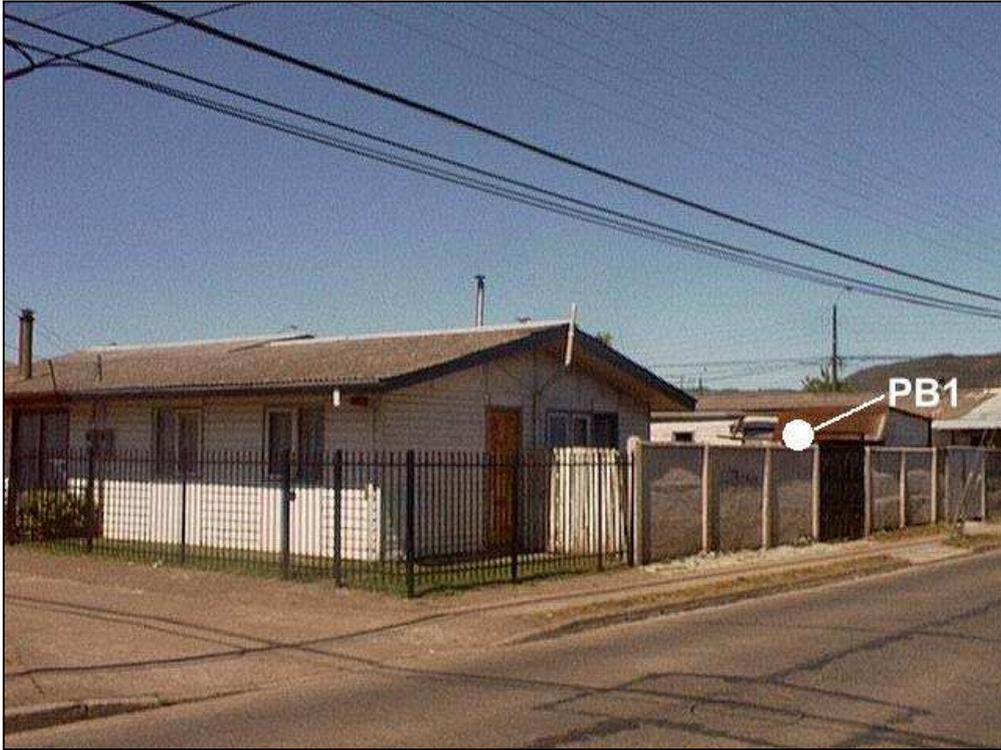


Ilustración 10.3.1.1 Estrato 1: En el patio de la casa ubicada en el Pje. Langdon 13 #610 esquina calle Río Don.



Ilustración 10.3.1.2 Estrato 2: En la terraza del segundo piso perteneciente a Ferias Araucanía en calle Varas, al costado Sur de la Plaza de Armas.



Ilustración 10.3.1-Estrato 3: En el Techo de la casa ubicada en Varas con Bilbao.

10.3.2. Iquique

De acuerdo a la estratificación se escogieron 3 puntos bases:



Ilustración 10.3.2.1 Estrato 1: En el patio del departamento 3^{er} piso ubicado Calle 4 #2604 Depto.31 Condominio San Andrés. (Chipana con Av. La Tirana).



Ilustración 10.3.2.2 Estrato 2: En la terraza del Museo de la IMI en la Avenida Baquedano # 95, esquina Gorostiaga.



Ilustración 10.3.2.3 Estrato 3: Av. Héroes de la Concepción #987, equina Zegers.

10.3.3. Valparaíso

De acuerdo a la estratificación se escogieron 2 puntos bases:



Ilustración 10.3.3.1 Estrato 1: En el patio de la casa ubicada en Avenida Alemania #4546 - Cerro Alegre.



Ilustración 10.3.3.2 Estrato 3: En la terraza del Servicio de Salud ubicado en Av. Brasil.

10.4 RESULTADOS DE MEDICIONES PARA LOS PUNTOS BASES

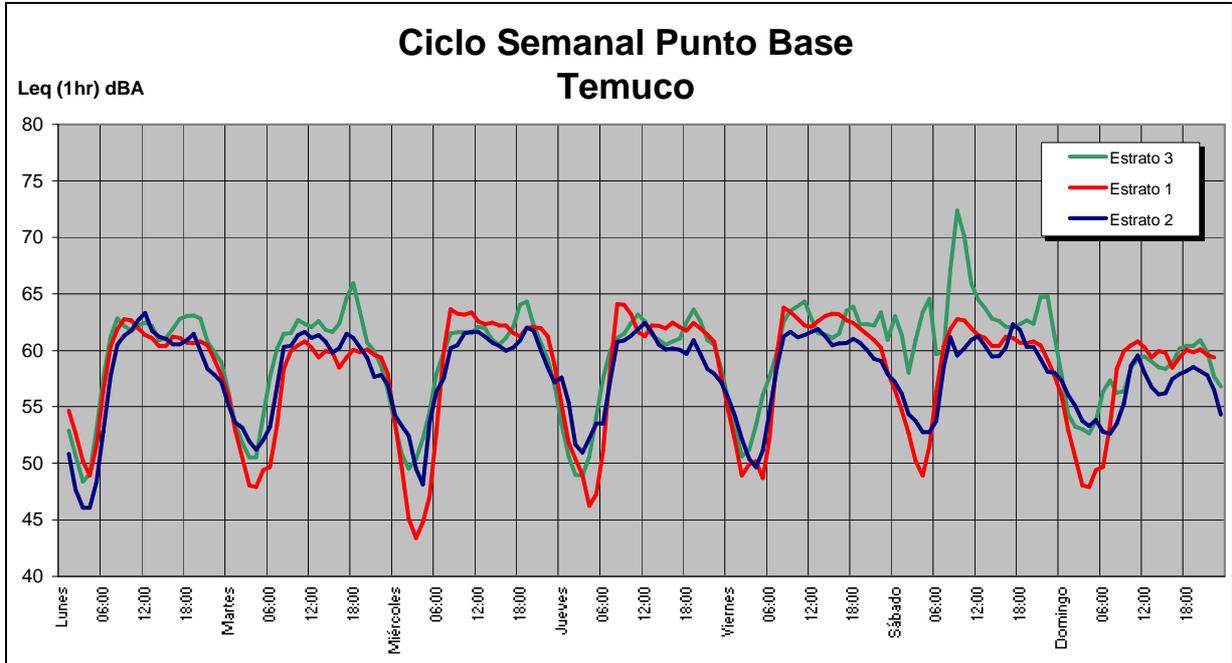


Gráfico 10.4.1

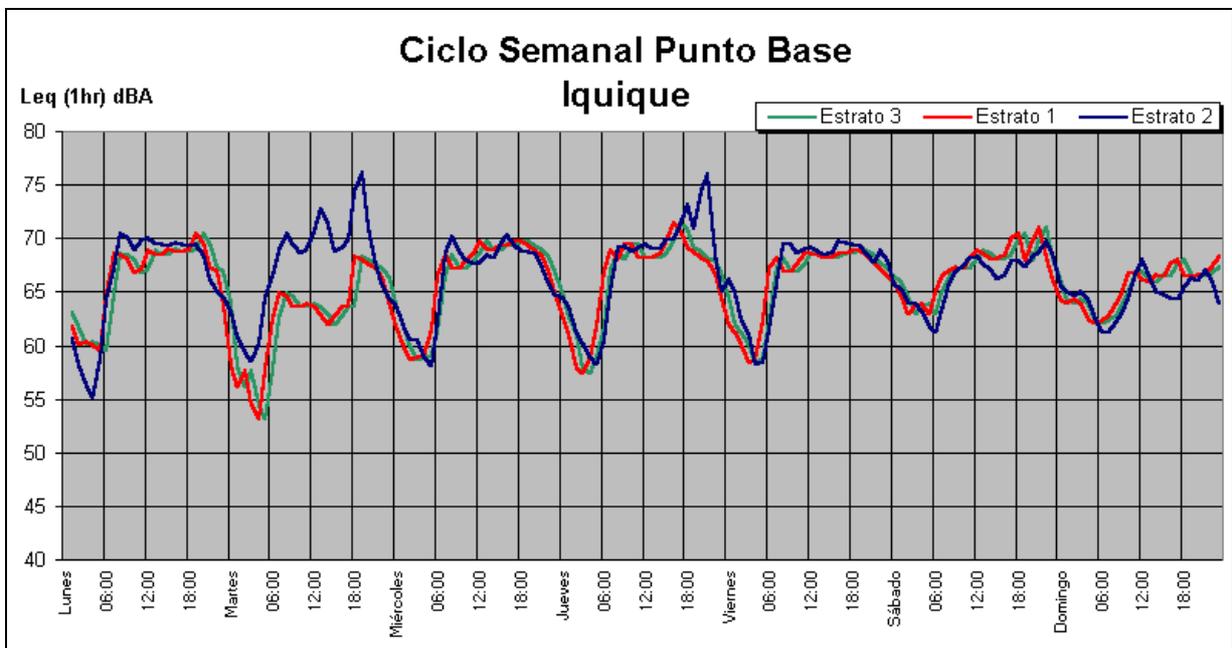


Gráfico 10.4.2

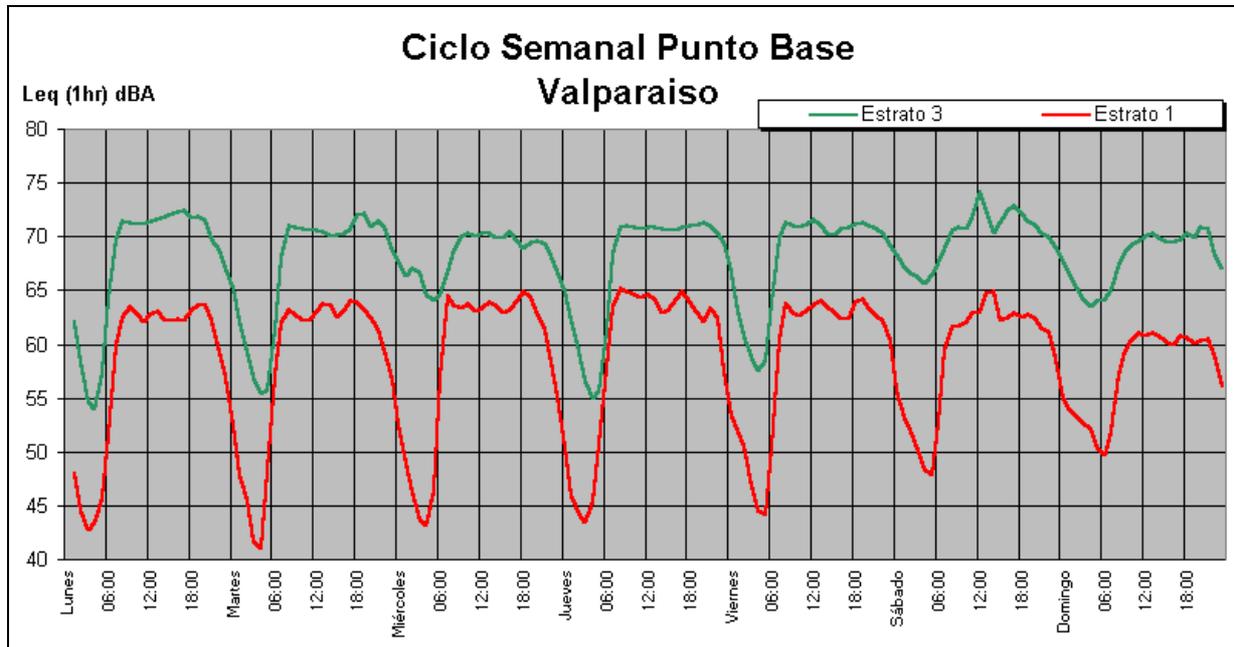


Gráfico10.4.3

11. ANALISIS DE NIVELES DE PRESION SONORA

A continuación se analizan para las tres ciudades en estudio, Temuco, Iquique y Valparaíso, los niveles de presión sonora equivalente (Leq) según el horario de las mediciones, ya sea en la mañana, en la tarde o en la noche, durante la semana, es decir, de Lunes a Viernes, en forma general y posteriormente en cada Estrato.

Las principales variables acústicas utilizadas fueron:

- ✓ **Leq:** Nivel Continuo Equivalente con ponderación A. Corresponde a la unidad básica del estudio.
- ✓ **Ln:** Nivel excedido el n% del intervalo de tiempo de medición. Se utilizaron los $n = 10$ y 90 .
- ✓ **Ldn:** Nivel Día-Noche. Es el Nivel Sonoro para 24 horas con corrección de 10dB para el Leq del período Nocturno. $L_{dn} = 10 \log_{10} \{ (1/24)[15 \times 10^{0,1L_d} + (9 \times 10^{0,1(L_n+10)})] \}$
- ✓ **Ldía:** Nivel Continuo Equivalente para el período Mañana - Tarde entre las 6:00 y las 22:00 horas.
- ✓ **Lnoche:** Nivel Continuo Equivalente para el período Nocturno entre las 22:00 y las 6:00 horas.
- ✓ **Lmañana:** Nivel Continuo Equivalente para el período Mañana entre las 6:00 y las 14:00 horas.
- ✓ **Ltarde:** Nivel Continuo Equivalente para el período Tarde entre las 14:00 y las 22:00 horas.

Los períodos fueron extraídos de acuerdo los ciclos horario semanal de los Puntos Bases, donde se pueden verificar que para los periodos Diurnos (Mañana y Tarde), no existen grandes variaciones de niveles en sus respectivos intervalos, sin embargo después de las 22 horas comienza a tener una pendiente.

Además, se analiza el descriptor: Nivel de Presión Sonora Día Noche (Ldn) con el fin de tener una descripción conjunta de los niveles de ruido que existen durante el día y en la noche en estas tres ciudades.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

El factor de corrección aplicado a los valores medidos en el periodo nocturno se basa en el hecho de que la variabilidad de los niveles con respecto al tiempo en este periodo es mucho mayor a la que afecta el periodo diurno, como podemos observar en el siguiente gráfico.

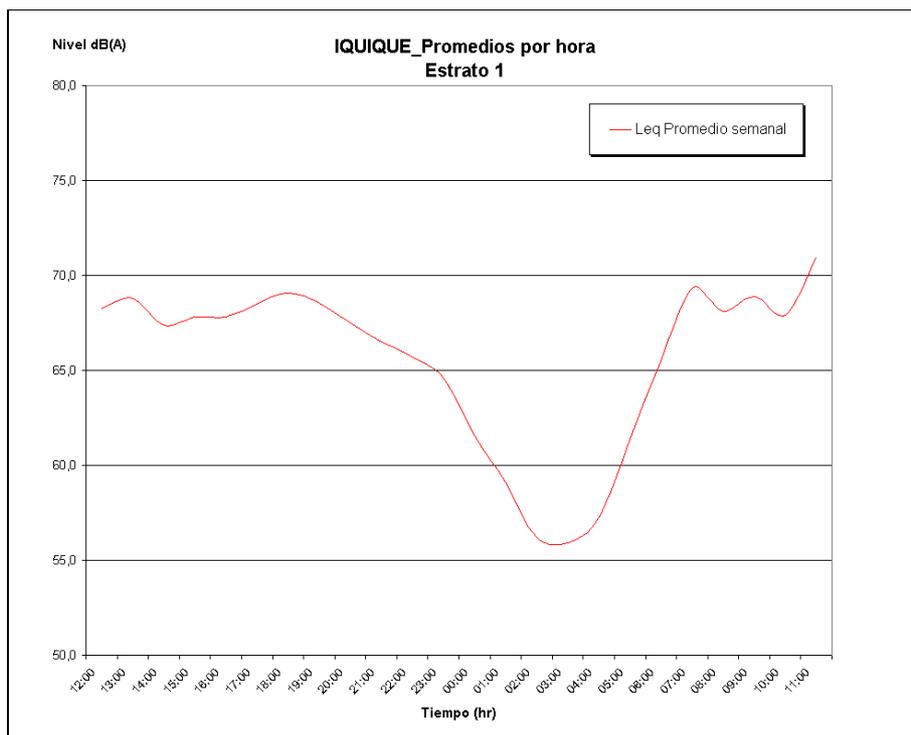


Gráfico 11.1. – Muestra promedios horarios para los Leq en dB(A) registrados en los días hábiles en la Zona de estrato 1 de la ciudad de Iquique.

Para la obtención de este factor de corrección, se promedió para cada punto base (un punto base por cada estrato de cada ciudad) los valores del Leq hora, de esta forma se encontró una sola curva que representa la tendencia de la variabilidad del nivel con respecto al tiempo, curva que se muestra en el gráfico anterior para el caso del estrato 1 de la ciudad de Iquique. Con los valores del periodo nocturno (de 22:00 a 06:00) de esta curva se realizó un promedio energético, este valor representa el Leq promedio para todo el periodo de la noche. A partir de las desviaciones de este promedio con los valores que representan cada hora, se obtienen las correcciones para cada fracción horaria. Las cuales se aplican a los valores puntuales medidos en cualquier periodo de la noche, teniendo de esta manera valores más representativos y comparables entre sí.

11.1 TEMUCO

En la siguiente tabla se muestran el número de mediciones, la media, desviación estándar, mínimo y máximo de los Leq obtenidos de las mediciones semanales (Lunes a Viernes) en la ciudad de Temuco.

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	131	61.6	6.6	45.5	78.9
Tarde	150	60.7	6.7	41.9	77.6
Noche	80	54.2	8.9	37.4	76.9
Día-Noche	68	63.4	7.7	48.9	82.7

Tabla 11.1.1 Distribución de Niveles para la ciudad de Temuco.

En la tabla anterior se observa que en promedio el Leq Noche es menor a los medidos en otros horarios siendo además el más heterogéneo, y que el Leq Mañana promedio es mayor al medido en promedio en la Tarde.

En la siguiente figura se muestran las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para los distintos horarios de medición.

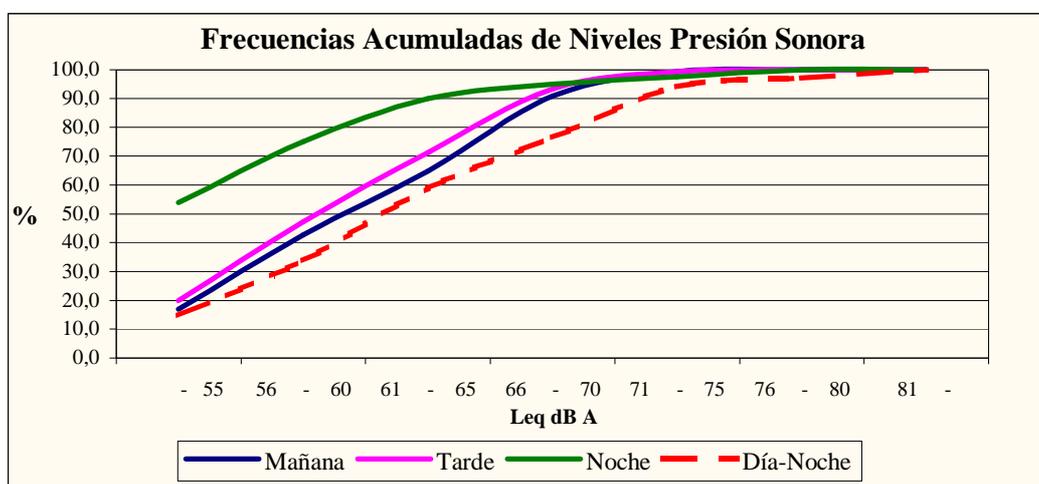


Gráfico 11.1.1

En el gráfico anterior se observa que los niveles más bajos son más frecuentes en las noches (más de un 50%). Además se observa que los niveles más altos se obtuvieron en mayor porcentaje en las mañanas.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

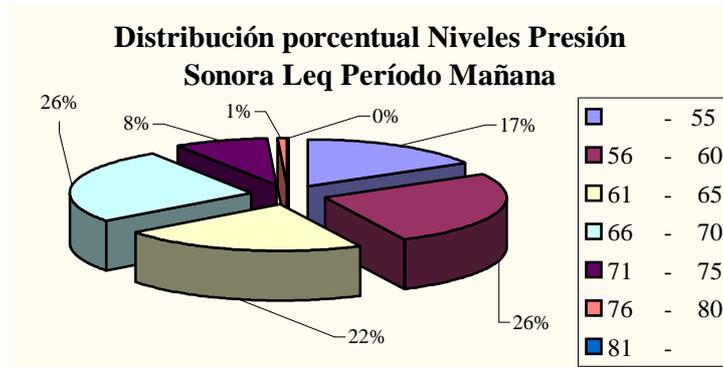


Gráfico 11.1.2

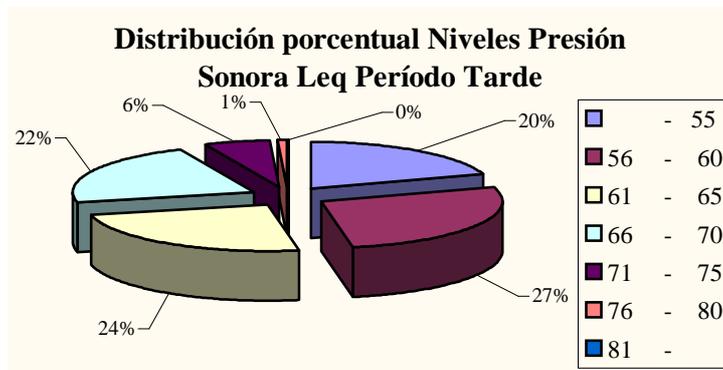


Gráfico 11.1.3

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

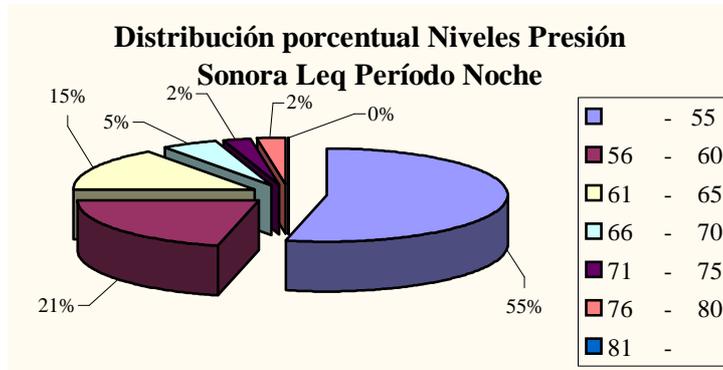


Gráfico 11.1.4

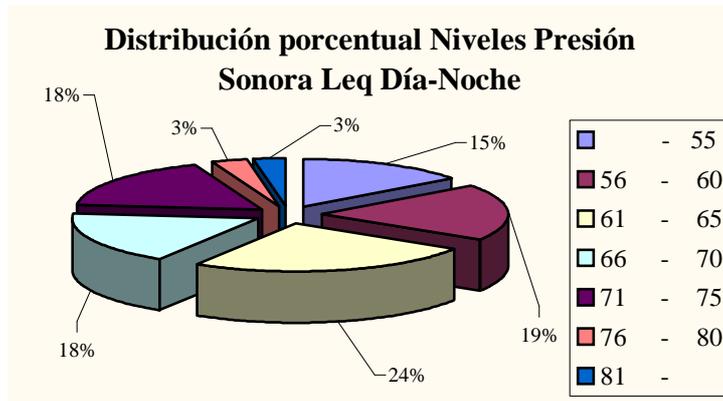


Gráfico 11.1.5

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

A continuación se muestra en las siguientes tablas un resumen de los niveles Leq obtenidos en cada Estrato, en cada horario.

Estrato 1 (Residencial)

Leq	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	98	60.5	6.7	45.5	78.9
Tarde	115	59.5	6.7	41.9	74.9
Noche	70	53.1	8.3	37.4	76.9
Día-Noche	58	62.4	7.3	48.9	82.7

Tabla 11.1.2 Distribución de Niveles para el Estrato 1, de la ciudad de Temuco.

Estrato 2 (Comercial)

Leq	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	16	64.9	5.1	50.5	70.7
Tarde	18	64.8	4.2	54.6	71.6
Noche	10	61.9	9.4	46.6	76.0
Día-Noche	10	69.5	7.9	54.8	81.8

Tabla 11.1.3 Distribución de Niveles para el Estrato 2, de la ciudad de Temuco.

Estrato 3 (Industrial)

Leq	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	17	64.5	6.0	53.9	74.0
Tarde	17	64.3	6.6	55.9	77.6
Noche	-	-	-	-	-
Día-Noche	-	-	-	-	-

Tabla 11.1.4 Distribución de Niveles para el Estrato 3, de la ciudad de Temuco.

De las tablas anteriores se observa que considerando todos los niveles Leq promedio, los niveles del Estrato Comercial son superiores a los niveles del Estrato Residencial. No hubo mediciones nocturnas en el Estrato Industrial, luego no es posible calcular el Leq Día-Noche para este Estrato. Respecto a la dispersión los Estratos son homogéneos a excepción de las mediciones nocturnas en los Estratos correspondientes.

Respecto a lo que ocurre con las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq Día-Noche, en los Estratos Residencial y Comercial, se muestra la siguiente Gráfico.

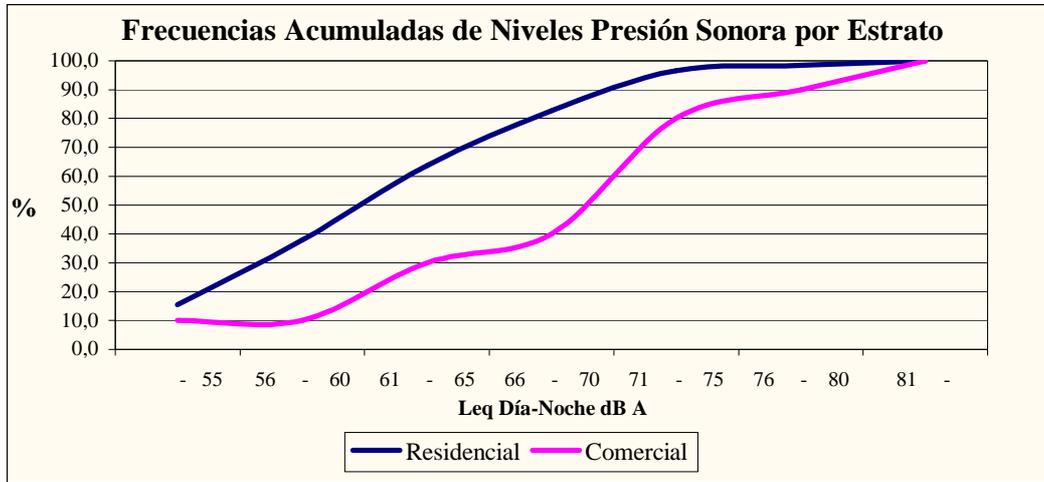


Gráfico 11.1.6

En la Gráfico anterior se observa claramente que el Estrato Residencial posee mayor frecuencia de niveles bajos y el Estrato Comercial en cambio presenta mayor frecuencia de niveles altos ya que si se consideran los valores medianos (50% de la distribución), en el Estrato Residencial la mediana toma un valor aproximado de 60 dB(A) y en el Estrato Comercial toma un valor cercano a los 70 dB(A).

11.2 IQUIQUE

En la siguiente tabla se muestran el número de mediciones, la media, desviación estándar, mínimo y máximo de los Leq obtenidos de las mediciones semanales (Lunes a Viernes) en la ciudad de Iquique.

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	121	64,5	7,0	48,2	90,3
Tarde	119	65,0	6,7	49,8	80,8
Noche	118	55,5	8,9	37,9	79,7
Día-Noche	121	67,2	7,0	50,8	85,5

Tabla 11.2.1 Distribución de Niveles para la ciudad de Iquique.

En la tabla anterior se observa que en promedio el Leq Noche es menor a los medidos en otros horarios siendo además el más heterogéneo.

En la siguiente Gráfico se muestran las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para los distintos horarios de medición.

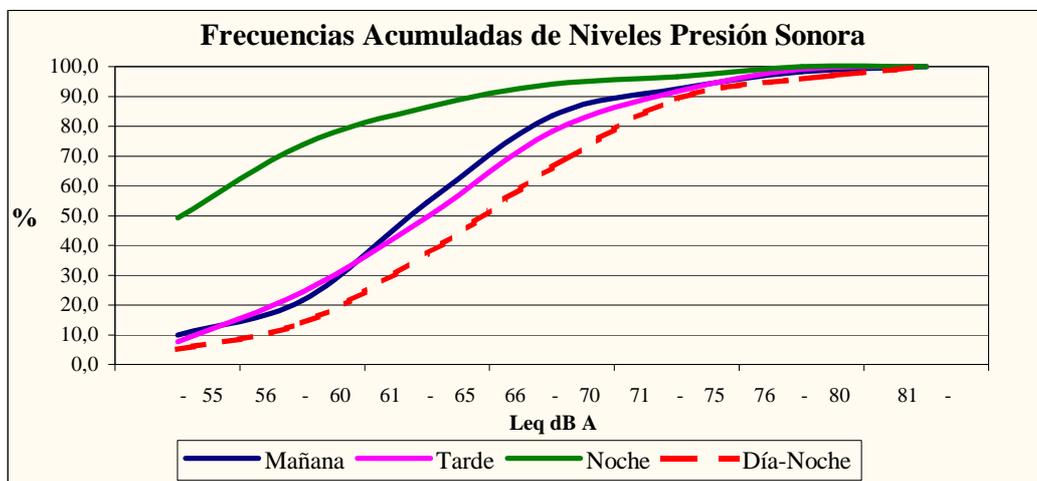


Gráfico 11.2.1

En el gráfico anterior se observa que los niveles más bajos son más frecuentes en las noches (casi en un 50%). Además se observa que los niveles más altos se obtuvieron en mayor porcentaje en las tardes.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

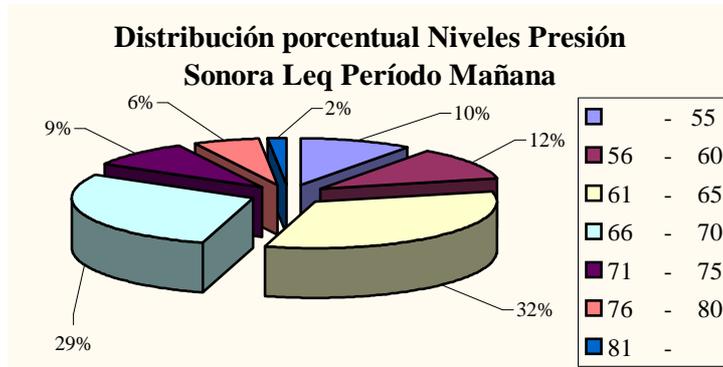


Gráfico 11.2.2

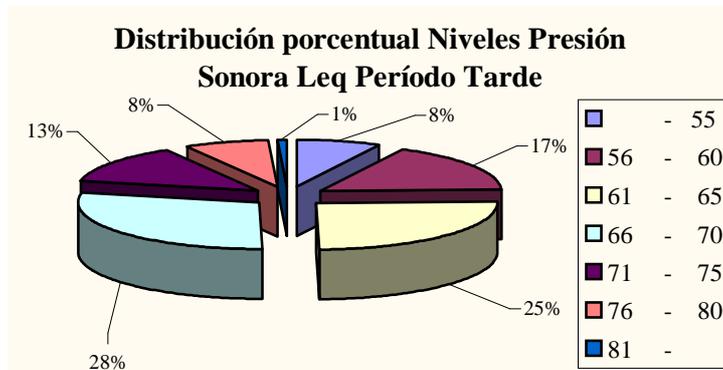


Gráfico 11.2.3

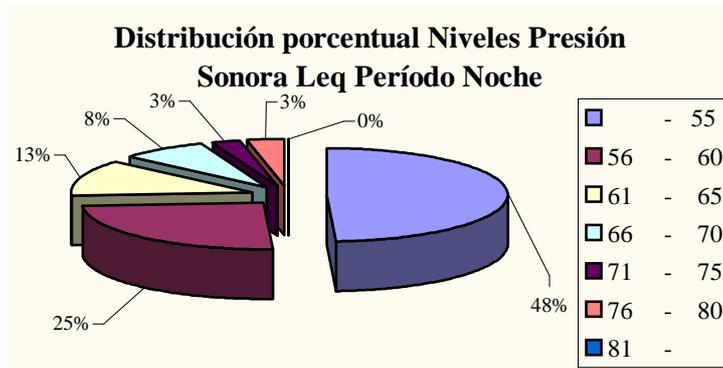


Gráfico 11.2.4

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

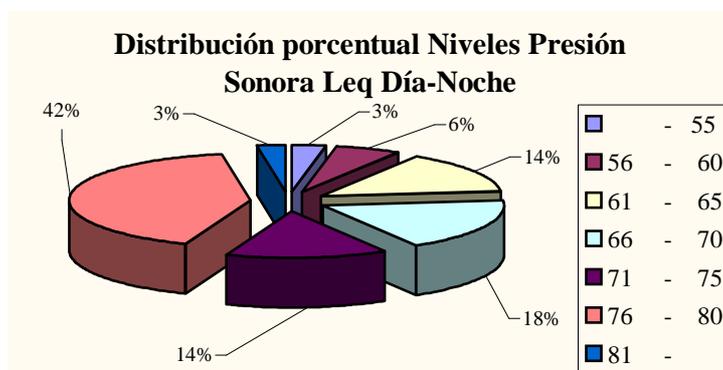


Gráfico 11.2.5

A continuación se muestra en las siguientes tablas un resumen de los niveles Leq obtenidos en cada Estrato, en cada horario.

Estrato 1 (Residencial)

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	35	60,2	6,5	48,2	77,3
Tarde	34	62,4	7,5	49,8	78,2
Noche	35	55,0	11,3	39,0	79,1
Día-Noche	35	65,6	9,1	50,8	84,9

Tabla 11.2.2 Distribución de Niveles para el Estrato 1, de la ciudad de Iquique.

Estrato 2 (Comercial)

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	24	66,0	5,5	52,8	75,2
Tarde	24	68,4	5,8	58,4	80,8
Noche	24	57,0	7,0	44,1	72,1
Día-Noche	24	68,7	5,4	56,9	78,3

Tabla 11.2.3 Distribución de Niveles para el Estrato 2, de la ciudad de Iquique.

Estrato 3 (Industrial)

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	62	66,3	6,8	50,1	90,3
Tarde	61	65,2	5,9	52,7	78,4
Noche	59	55,3	7,9	37,9	79,7
Día-Noche	62	67,6	6,1	54,5	85,5

Tabla 11.2.4 Distribución de Niveles para el Estrato 3, de la ciudad de Iquique.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

De las tablas anteriores se observa que considerando el nivel Leq Día-Noche promedio, el nivel del Estrato Comercial es levemente superior al nivel del Estrato Industrial y a su vez superiores ambos al nivel del Estrato Residencial. Esta diferencia es aún mayor en las mediciones realizadas en las mañanas en donde el Estrato Residencial presenta niveles promedios más bajos respecto a los otros Estratos. En la tarde en cambio, el Estrato Comercial promedia niveles más altos. Respecto a la dispersión los Estratos son homogéneos a excepción de las mediciones nocturnas en el Estrato Residencial.

Respecto a lo que ocurre con las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq Día-Noche, en los tres Estratos, se muestra la siguiente Gráfico.

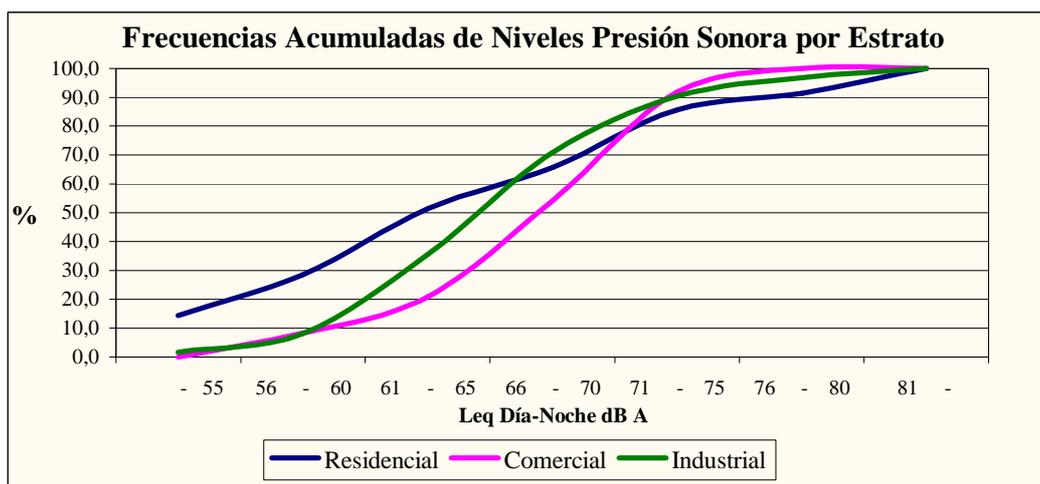


Gráfico 11.2.6

En la Gráfico anterior se observa que el Estrato Residencial posee mayor frecuencia de niveles bajos, el Estrato Industrial en cambio presenta mayor frecuencia de niveles medios y a diferencia de estos, el Estrato Comercial presenta mayor frecuencia de niveles altos a partir de lo 70dB(A).

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

Se presenta a continuación, en la siguiente tabla, el número de mediciones, la media, desviación estándar, mínimo y máximo de los Leq obtenidos de las mediciones **durante el fin de semana (Sábado y Domingo)** en la ciudad de Iquique.

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	50	64.2	4.8	48.9	73.2
Tarde	49	63.9	5.0	51.3	74.3
Noche	48	55.5	6.3	40.9	69.7
Día-Noche	49	66.3	3.8	56.7	75.6

Tabla 11.2.5 Distribución de Niveles para la ciudad de Iquique, durante el fin de semana.

En la tabla anterior se observa que en promedio el Leq Noche es menor a los medidos en otros horarios siendo además el más heterogéneo. Además, el promedio de Leq medido en la mañana es levemente mayor al obtenido en la tarde en media.

En la siguiente Gráfico se muestran las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para los distintos horarios de medición durante los fines de semana.

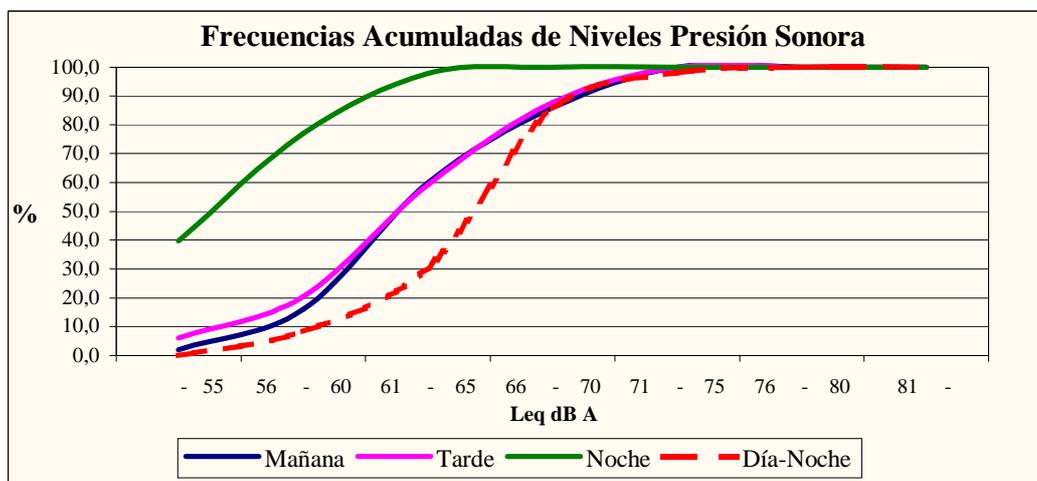


Gráfico 11.2.7

En el gráfico anterior se observa que los niveles más bajos son más frecuentes en las noches (más de un 50%). Además se observa que las frecuencias de los niveles medidos en la mañana y en la noche no difieren entre sí.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

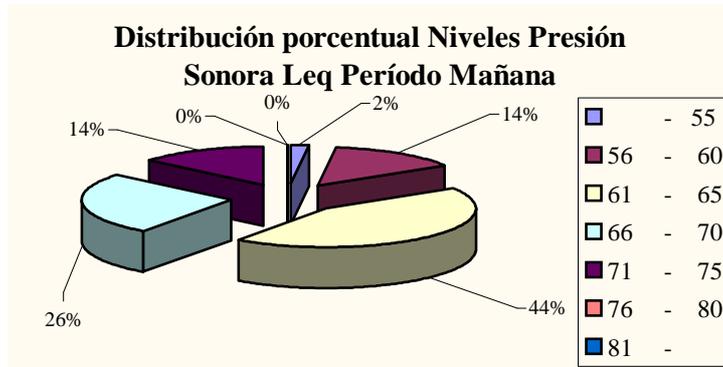


Gráfico 11.2.8

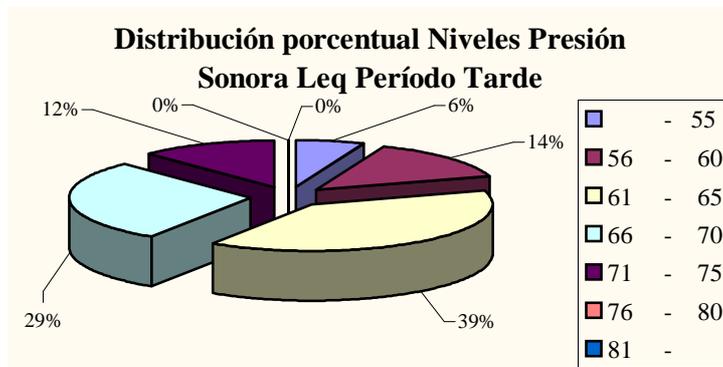


Gráfico 11.2.9

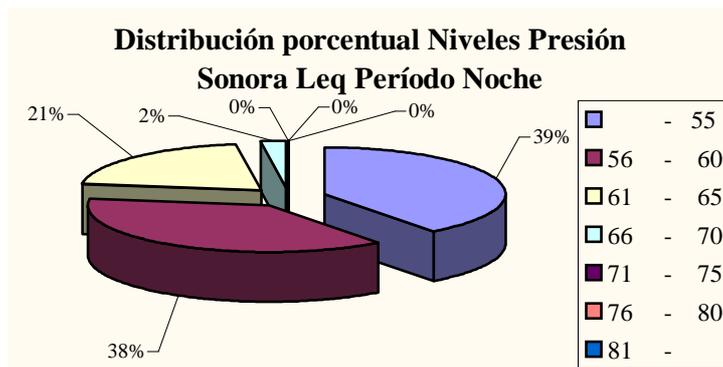


Gráfico 11.2.10

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

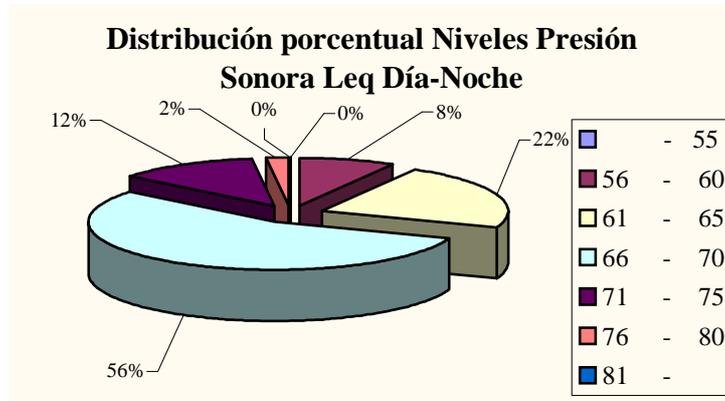


Gráfico 11.2.11

11.3 VALPARAÍSO

En la siguiente tabla se muestran el número de mediciones, la media, desviación estándar, mínimo y máximo de los Leq obtenidos de las mediciones semanales (Lunes a Viernes) en la ciudad de Valparaíso.

Leq	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	79	64.3	7.4	49.0	86.8
Tarde	79	64.4	7.6	47.1	78.4
Noche	78	54.2	9.7	34.7	71.1
Día-Noche	78	65.7	7.5	49.0	81.7

Tabla 11.3.1 Distribución de Niveles para la ciudad de Valparaíso.

En la tabla anterior se observa que en promedio el Leq Noche es menor a los medidos en otros horarios siendo además el más heterogéneo, y que los Leq Mañana y Tarde no difieren entre sí, a excepción de los valores extremos.

En la siguiente Gráfico se muestran las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para los distintos horarios de medición.

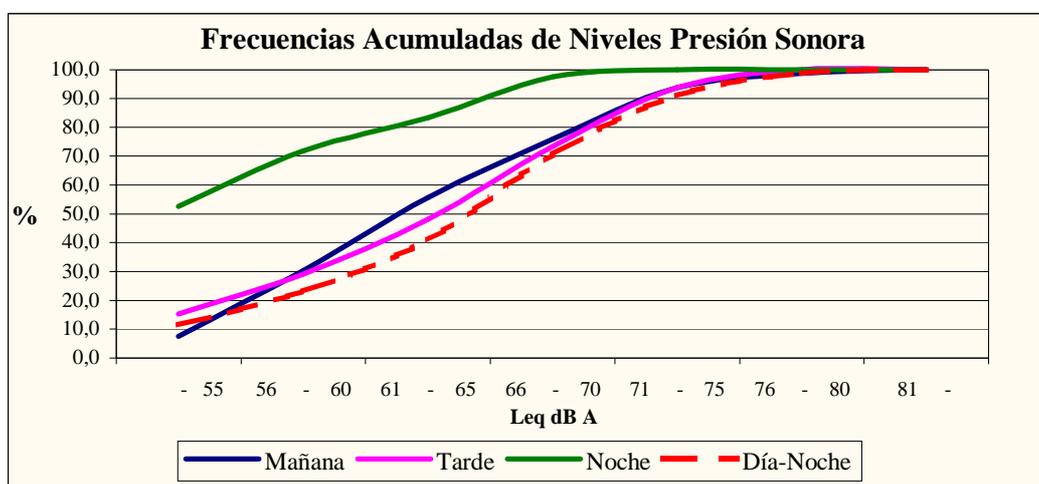


Gráfico 11.3.1

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

En el gráfico anterior se observa que los niveles más bajos son más frecuentes en las noches (más de un 50%). También se observa que respecto a los niveles medios, existe mayor frecuencia en la mañana comparado a la tarde. Además se observa que los niveles más altos se obtuvieron tanto en las mañanas como en las noches.

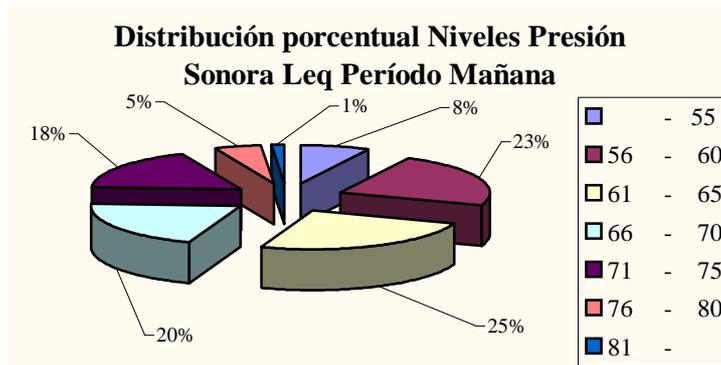


Gráfico 11.3.2

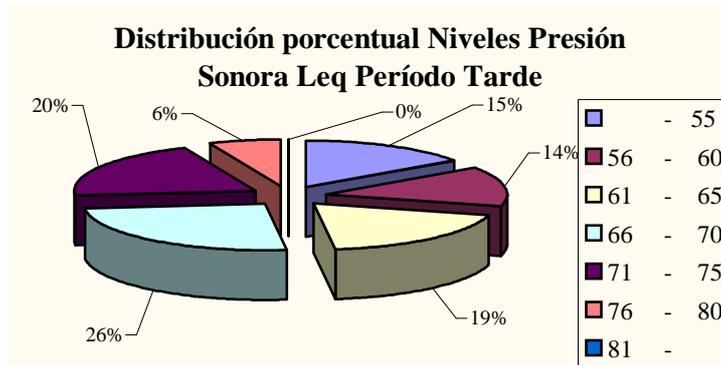


Gráfico 11.3.3

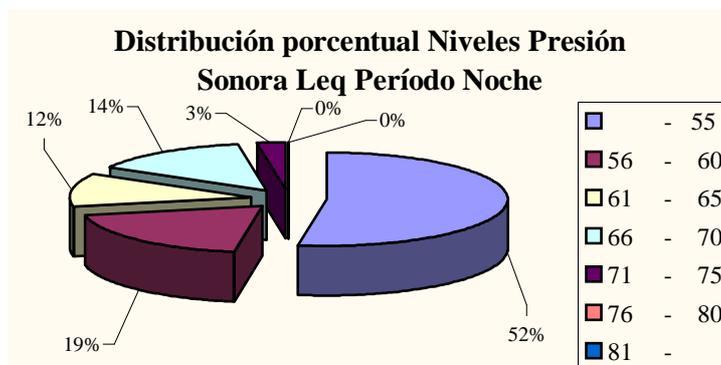


Gráfico 11.3.4

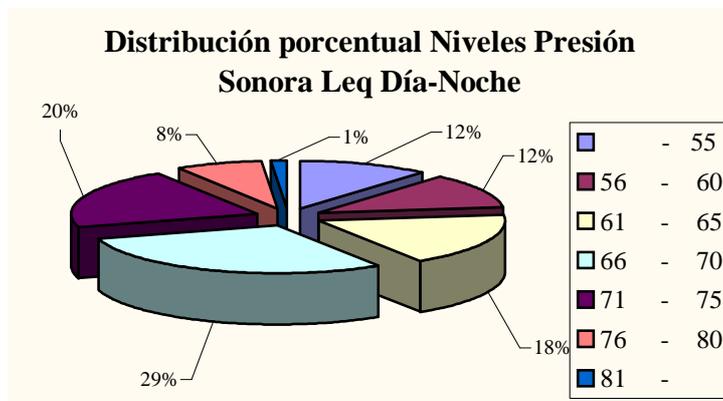


Gráfico 11.3.5

A continuación se muestra en las siguientes tablas un resumen de los niveles Leq obtenidos en los dos Estratos de Valparaíso, en cada horario.

Estrato 1 (Residencial)

Leq	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	58	63.3	6.9	50.4	86.8
Tarde	58	63.8	7.1	47.1	76.6
Noche	57	52.7	8.9	34.7	69.7
Día-Noche	57	64.8	6.8	50.7	81.7

Tabla 11.3.2 Distribución de Niveles para el Estrato 1, de la ciudad de Valparaíso.

Estrato 3 (Industrial)

Leq	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Mañana	21	66.9	8.1	49.0	79.2
Tarde	21	66.2	8.8	51.0	78.4
Noche	21	58.5	10.6	35.4	71.1
Día-Noche	21	68.0	9.0	49.0	79.2

Tabla 11.3.3 Distribución de Niveles para el Estrato 3, de la ciudad de Valparaíso.

De las tablas anteriores se observa que considerando todos los niveles Leq promedio, los niveles del Estrato Industrial son superiores a los niveles del Estrato Residencial. Respecto a la dispersión los Estratos son homogéneos a excepción de las mediciones nocturnas.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

Respecto a lo que ocurre con las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq Día-Noche, en los Estratos Residencial e Industrial, se muestra la siguiente Gráfico.

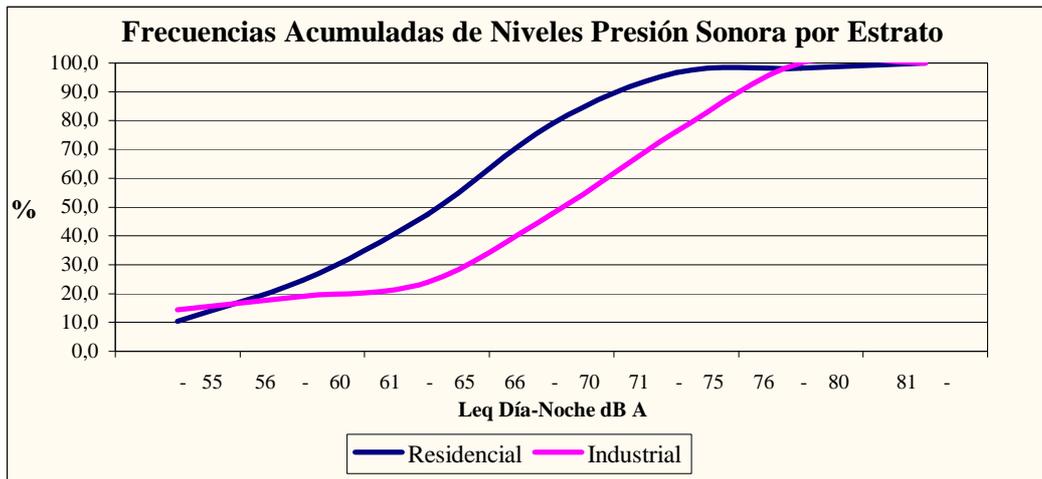


Gráfico 11.3.6

En la Gráfico anterior se observa claramente que el Estrato Residencial posee mayor frecuencia de niveles bajos y el Estrato Industrial en cambio presenta mayor frecuencia de niveles altos ya que si se consideran los valores medianos (50% de la distribución), en el Estrato Residencial la mediana toma un valor aproximado de 63 dB A y en el Estrato Industrial toma un valor cercano a los 68 dB A.

11.4 COMPARACIÓN ENTRE CIUDADES

Se consideró como comparación más general entre los niveles de Presión Sonora de las tres ciudades en estudio, el Leq Día-Noche, obtenido de la ponderación de las mediciones durante la mañana, la tarde y la noche. En la siguiente tabla se presentan estadísticas descriptivas de este Leq, para Temuco, Iquique y Valparaíso.

Leq Día-Noche

Ciudad	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Temuco	68	63.4	7.7	48.9	82.7
Iquique	121	67,2	7,0	50,8	85,5
Valparaíso	78	65.7	7.5	49.0	81.7

Tabla 11.4.1 Distribución de Niveles Día-Noche, para las ciudades de Temuco, Iquique y Valparaíso.

Se puede apreciar claramente que los niveles medios de Iquique son superiores a los de Valparaíso y Temuco, siendo esta última ciudad la que posee menor Leq Día-Noche como valor promedio.

En la siguiente Gráfico se muestran las frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para las distintas ciudades.

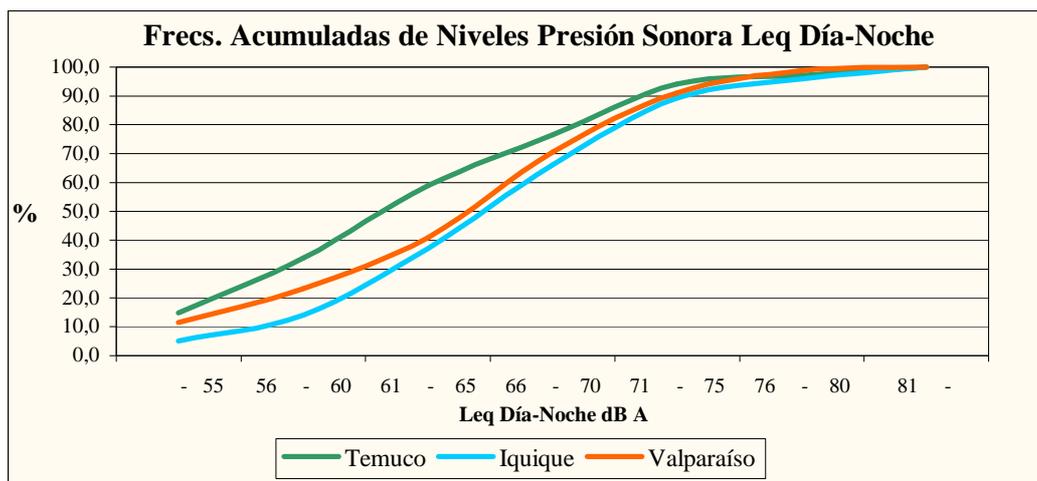


Gráfico 11.4.1

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

En el gráfico anterior se observa que Iquique al estar por debajo de las demás curvas siempre posee mayores niveles de Presión Sonora a una frecuencia fija. Temuco al contrario posee menores niveles Leq Día-Noche.

En lo que sigue, se muestran tablas descriptivas para los niveles de Presión Sonora Leq según el horario de la medición y su respectivo gráfico de frecuencias acumuladas de Niveles de Presión Sonora Leq para Temuco, Iquique y Valparaíso.

Leq Mañana

Ciudad	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Temuco	131	61.6	6.6	45.5	78.9
Iquique	121	64,5	7,0	48,2	90,3
Valparaíso	79	64.3	7.4	49.0	86.8

Tabla 11.4.2 Distribución de Niveles para la mañana, en las tres ciudades.

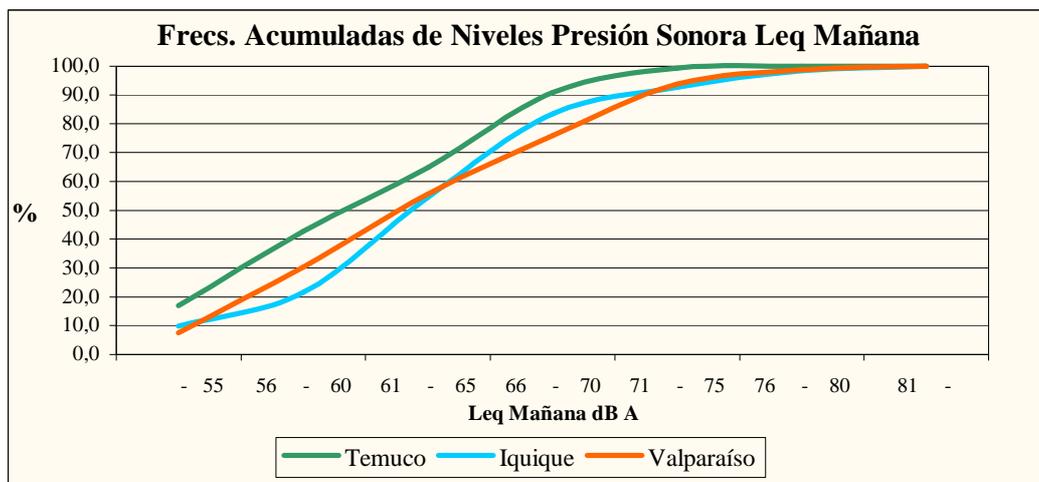


Gráfico 11.4.2

Leq Tarde

Ciudad	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Temuco	150	60.7	6.7	41.9	77.6
Iquique	119	65,0	6,7	49,8	80,8
Valparaíso	79	64.4	7.6	47.1	78.4

Tabla 11.4.3 Distribución de Niveles para la tarde, en las tres ciudades..

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

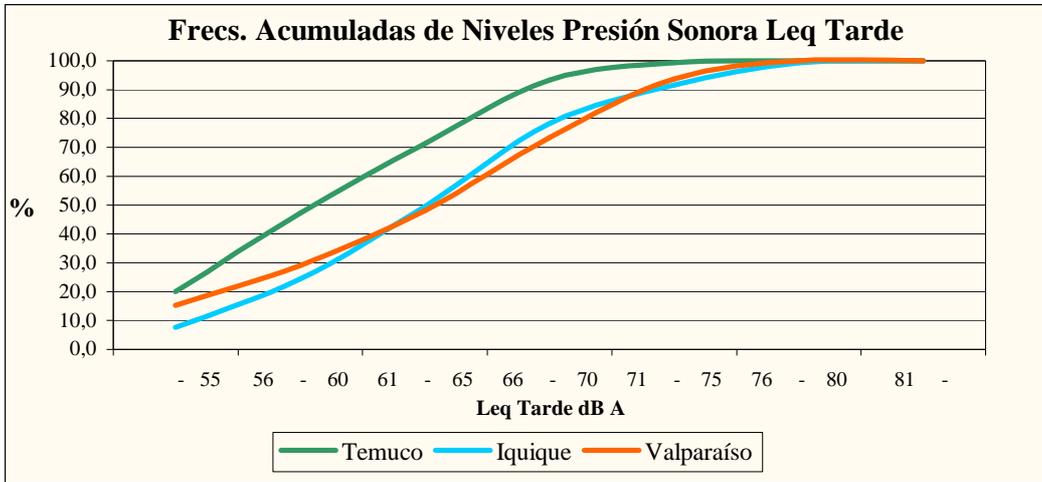


Gráfico 11.4.3

Leq Noche

Ciudad	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Temuco	80	54.2	8.9	37.4	76.9
Iquique	118	55,5	8,9	37,9	79,7
Valparaíso	78	54.2	9.7	34.7	71.1

Tabla 11.4.4 Distribución de Niveles para la noche, en las tres ciudades de Temuco.

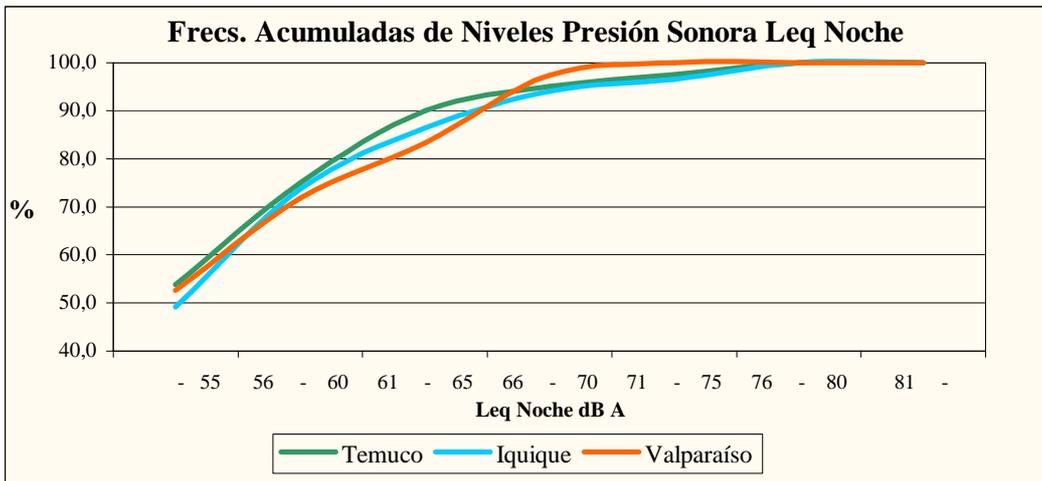


Gráfico 11.4.4

11.5 ANÁLISIS SOBRE LA INCOMPATIBILIDAD CON EL USO DE SUELO RESIDENCIAL

La OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), establece un criterio de aceptabilidad para evaluar los niveles de ruido en zonas residenciales. En él se consideran los valores de Leq medidos, con muestras de 10 a 15 minutos y tomados en distintos tramos horarios. Se distinguen además, dos períodos de evaluación, horarios diurno y nocturno.

- ✓ **Horario Diurno (6-22 horas):** Los niveles equivalentes medidos deben ser inferiores a 65 dB(A), para ser considerados aceptables. En este horario, se establecen tres niveles de aceptabilidad.

1^{er} Nivel	Aceptable	Leq < 65 dB(A)
2^{do} Nivel	Inaceptable	Leq > 65 dB(A)
3er Nivel	Peligroso	Leq > 75 dB(A)

Para la aplicación de este criterio, se utilizó el nivel obtenido para el **Leq Día**, que incluye las mediciones de la jornada de la mañana y de la tarde, en el **Estrato 1**. Por esta razón, se consideraron sólo los puntos en los cuales se realizaron mediciones en ambas jornadas. Además, se distinguió entre días de semana y fines de semana.

- ✓ **Horario Nocturno (22 a 6 horas):** En este horario se establecen dos niveles de aceptabilidad, fijando el nivel límite en 55 dB(A).

1er Nivel	Aceptable	Leq < 55 dB(A)
2do Nivel	Inaceptable	Leq > 55 dB(A)

Para la aplicación de este criterio, se utilizó el nivel equivalente medido en la jornada nocturna, **Leq noche**, en el **Estrato 1**. Se consideraron entonces, sólo los puntos en los cuales se realizaron mediciones nocturnas, separando también, entre días de semana y fines de semana.

11.5.1 Temuco

Para aplicar el criterio establecido por la OCDE, de un total de 129 puntos donde se realizaron mediciones diurnas durante la semana, se consideraron sólo aquellos en que se contaba con mediciones en la mañana y en la tarde, con lo cual se pudo obtener el Leq Día, es decir, 95 puntos (73,6%). Para el horario nocturno y durante la semana, se midieron 70 puntos. Ahora bien, durante el fin de semana y en horario diurno, se midieron 40 puntos, de los cuales en 34 fue posible obtener el Leq Día (85%). Finalmente, en el fin de semana y en horario nocturno, se midieron 18 puntos.

Al aplicar el criterio para evaluar aceptabilidad de los niveles medidos en zonas residenciales, se obtuvieron los siguientes resultados:

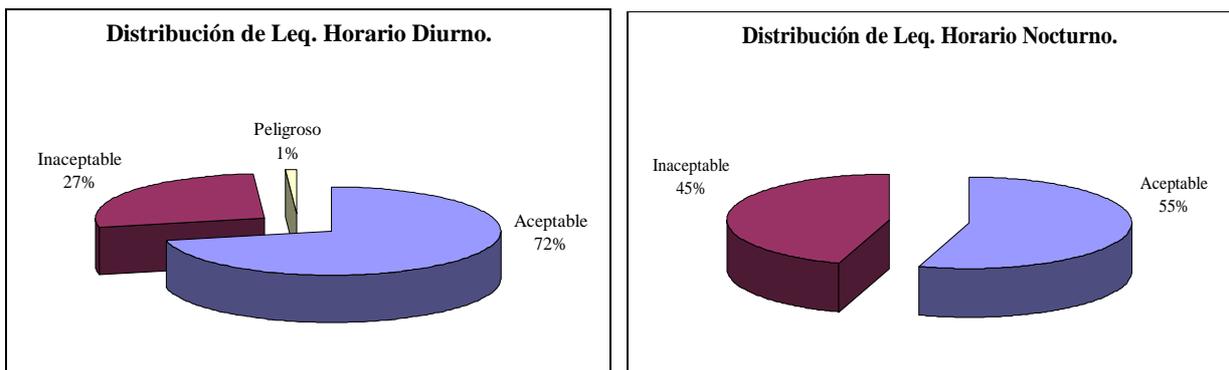


Gráfico 11.5.1.1.

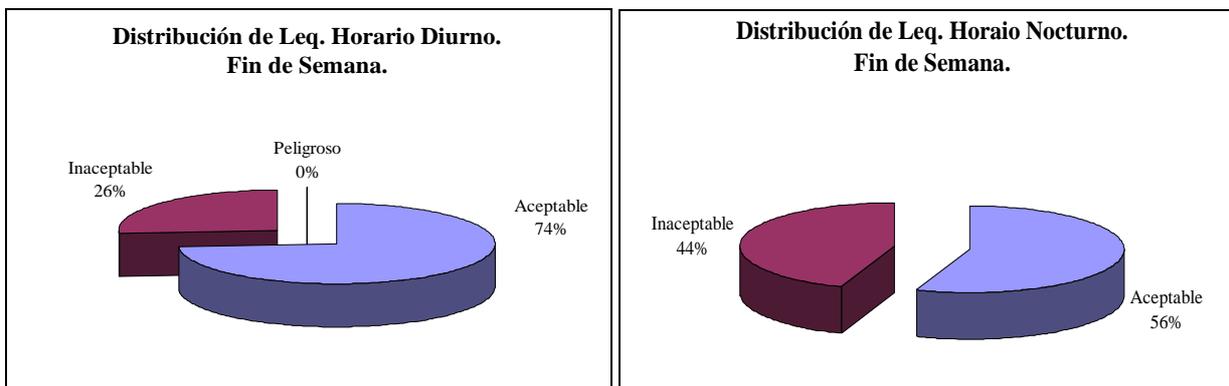


Gráfico 11.5.1.2.

11.5.2 Iquique

Para el caso de Iquique, se separaron los puntos medidos en la ciudad, de los medidos en el sector de Alto Hospicio, el que por su ubicación requiere un análisis separado.

En Iquique se consideraron los 21 puntos medidos durante la semana y 9 puntos medidos los fines de semana.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

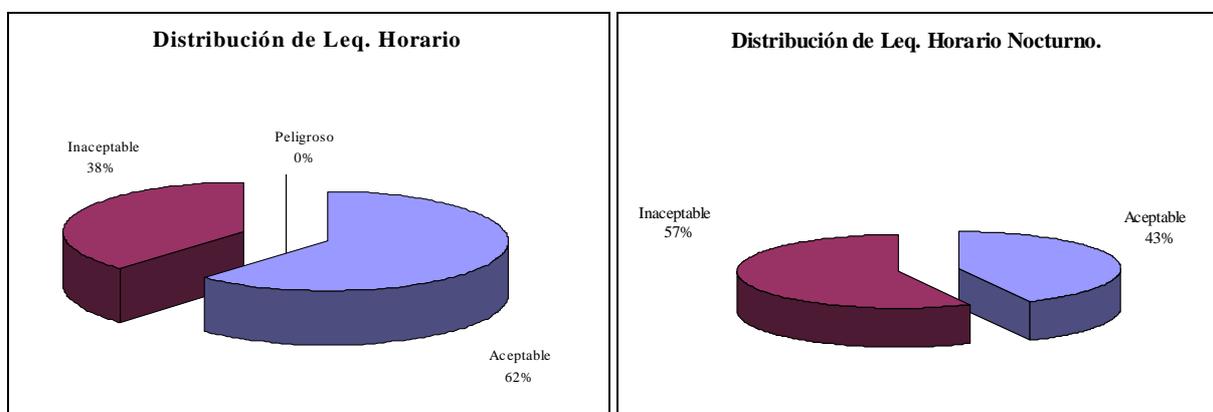


Gráfico 11.5.2.1.

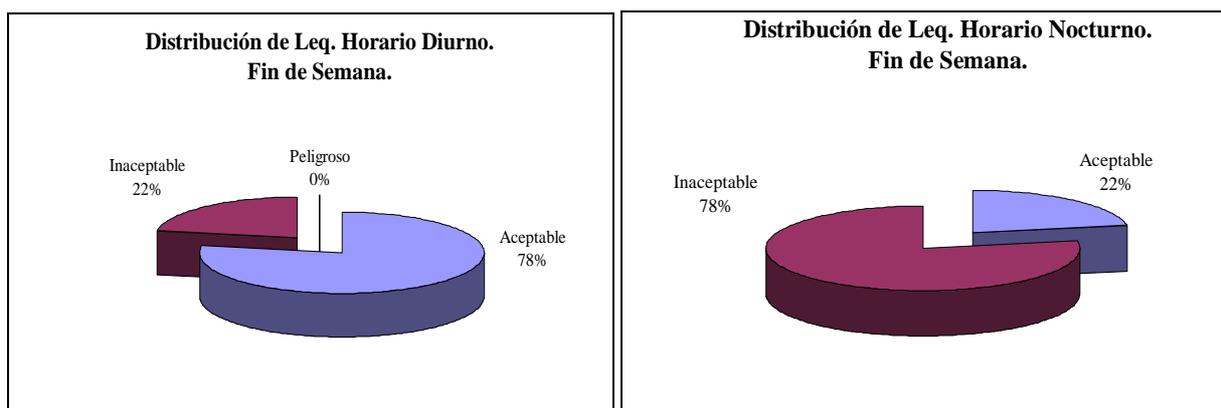


Gráfico 11.5.2.2.

ANÁLISIS DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

En el sector de Alto Hospicio, no se realizaron mediciones durante el fin de semana. Por esta razón, este criterio se aplicó sólo para los puntos medidos durante la semana (14 puntos).

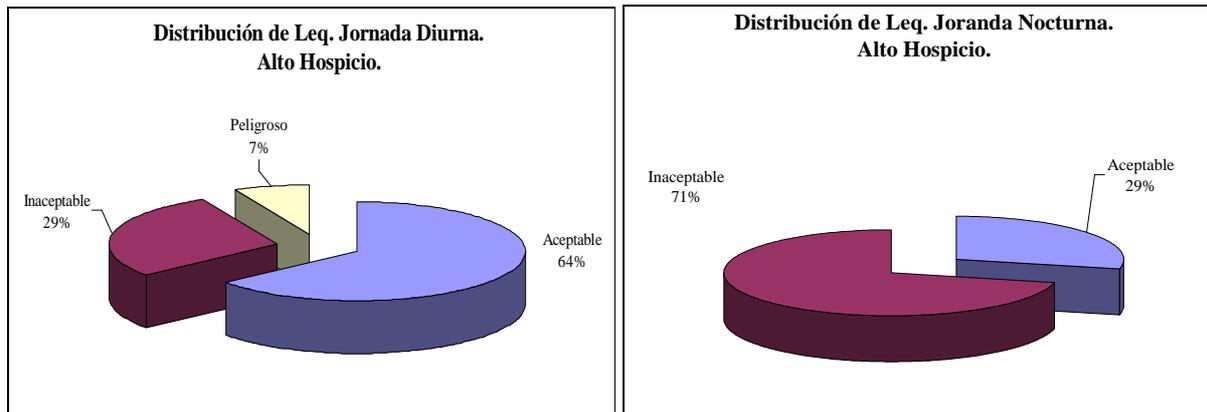


Gráfico 11.5.2.3.

11.5.3 Valparaíso

El total de puntos medidos en el Estrato 1 fue de 58 puntos, sólo en uno de ellos no se realizó la medición nocturna. Por lo tanto, para aplicar el criterio de la OCDE se utilizaron 58 puntos para el horario diurno y 57 para el horario nocturno. No se realizaron mediciones los fines de semana.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

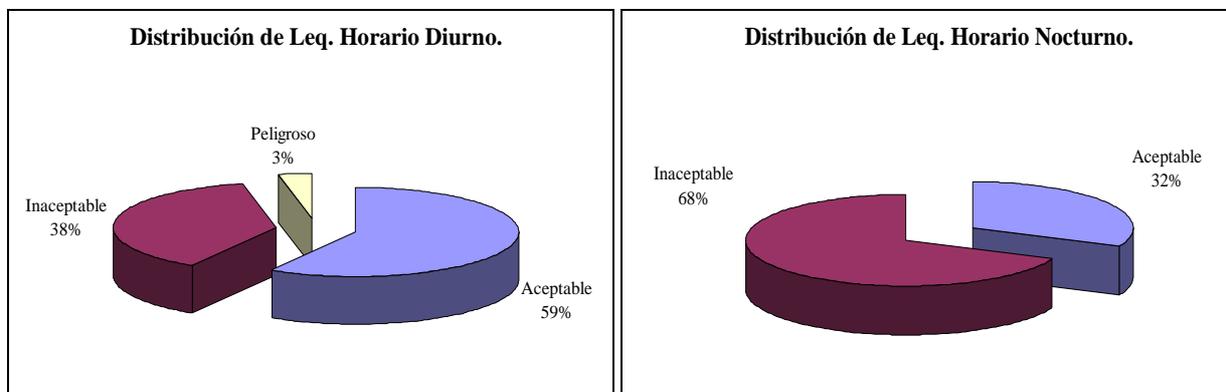


Gráfico 11.5.3.1.

12 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

12.1 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE

Desde hace algún tiempo, los métodos de análisis de datos han probado ampliamente su eficacia en el estudio de grandes masas complejas de información. Se trata de los métodos multivariantes o multidimensionales en contraposición a los métodos de estadística descriptiva que no tratan más de una o dos variables a la vez. Por lo tanto, estos métodos permiten la confrontación entre numerosas informaciones, lo que es infinitamente más rico que su examen por separado, es decir, se puede analizar información en forma conjunta de varias tablas de frecuencias o contingencia, en un solo análisis macro o multivariado.

El análisis de correspondencia múltiple (ACM) se aplica a tablas de variables cualitativas codificadas con el objetivo de obtener una visión general o conjunta del comportamiento de un grupo de individuos en función de dichas variables. Así, es posible obtener el perfil que caracteriza a un grupo de sujetos en estudio.

El análisis de correspondencias ocupa un lugar primordial entre los métodos de análisis de datos, debido a las representaciones geométricas de los datos que transforman simplemente en distancias euclidianas las proximidades o semejanzas (estadísticas) entre individuos. Permiten ocupar las facultades de percepción cotidianamente utilizadas: sobre los gráficos del análisis de correspondencia, se ve, en el sentido literal del término, (con los ojos y el misterioso análisis que nuestro cerebro hace de una imagen), agrupaciones, oposiciones, tendencias, imposibles de discernir directamente sobre una gran tabla de números, incluso después de un examen prolongado.

Estas representaciones gráficas son también un medio de comunicación notable ya que no es necesario ser un experto estadístico para comprender que la proximidad entre dos puntos traduce la semejanza entre los objetos que representan sin que sea necesario comprender la formalización matemática de esta semejanza.

Aunque es difícil explicar la metodología matemática que está detrás del análisis de correspondencia, el objetivo de esta sección es mostrar las ventajas interpretativas de este tipo de análisis en la solución del problema de determinación del perfil característico de la percepción de ruido.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Bajo la hipótesis de que los entrevistados que manifestaban su molestia al ruido proveniente desde el exterior de su vivienda poseen características propias (rasgos o perfiles) que los hace diferenciables respecto a los individuos que no perciben dicha molestia acústica, la aplicación del análisis de correspondencia es la metodología adecuada para determinar estos rasgos o características de los individuos en estudio. Se cree que, aspectos del entorno de la vivienda encuestada como características personales del encuestado influyen o están asociadas a la percepción del ruido.

Se consideran como aspectos del entorno de la vivienda las variables Estrato (Residencial, Comercial o Industrial), presencia o ausencia de parques o áreas abiertas, tipo de flujo de tránsito vehicular y estructura de la vivienda (material sólido o ligero). A su vez, se consideran como características personales del encuestado el sexo, la edad, la actividad que realiza diariamente y el tiempo de residencia en la vivienda entrevistada.

En los análisis anteriores de la encuesta, fueron mostrados resultados que a lo más involucraban dos variables, como por ejemplo tablas de contingencia que resumían la prevalencia al ruido respecto del sexo de los individuos encuestados; pero se desconoce que ocurre con la prevalencia al ruido respecto al sexo, la edad, el Estrato y otras variables en forma conjunta.

Por otra parte, geoméricamente, es posible representar individuos sólo en dos y a lo más en tres dimensiones. En el contexto del problema, representar a los sujetos encuestados en forma gráfica, se limita a la utilización de dos y a lo más tres variables (por ejemplo, sexo, edad y Estrato) lo cual es posible pero resulta poco interpretativo para nuestro objetivo el cual trasciende en determinar el efecto conjunto de aspectos del entorno de la vivienda encuestada y características personales del encuestado.

Si deseamos representar gráficamente todas las variables involucradas (en un gráfico p-dimensional) resulta imposible debido a que sólo podemos visualizar hasta en tres dimensiones. El análisis de correspondencia permite extraer a partir de una nube de puntos p-dimensional (p variables) la información que se representa de manera óptima en dicha nube de puntos en solo dos nuevas dimensiones.

Para esto se construye en dicha nube de puntos un nuevo sistema de coordenadas que tiene como origen el centro de gravedad (baricentro) en función de ejes ortogonales (perpendiculares entre sí) que maximizan la variabilidad total de la nube.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Por construcción, los dos primeros ejes ortogonales o dos nuevas dimensiones, absorben la mayor cantidad de variabilidad o distancias de puntos al centro de la nube, por lo cual, el plano que forman en conjunto estos dos vectores o dimensiones representan a la mayoría de los sujetos o variables involucradas en el estudio.

En este plano formado por los dos ejes (vectores principales) que acumulan por construcción matemática una máxima variabilidad, se pueden representar gráficamente los individuos, las variables e incluso cada categoría de cada variable, mediante la asignación de nuevas coordenadas en los dos ejes o vectores principales, dependiendo de la forma en que se aborda la problemática.

En el contexto de nuestro problema, es de interés saber que categorías de variables están influyendo o están asociadas en la percepción de ruido. Para la solución de esta interrogante se realiza en forma independiente, un análisis de correspondencia múltiple a los datos obtenidos de la encuesta realizada en Temuco, en Iquique y en Valparaíso. Se consideran sólo los individuos que respondieron a las siguientes preguntas (variables) del ítem I “Observaciones del encuestador” e ítem II “Identificación del sujeto”, además de la variable Ruido que identifica la percepción del sujeto (pregunta filtro):

Variable	Categorías
Estrato	Residencial / Comercial / Industrial
Flujo vehicular	Alto / Bajo / Sin flujo
Material de la vivienda ⁴	Ligero / Sólido
Sexo	Femenino / Masculino
Grupo etario	15 – 24; 25 – 34; 35 – 44; 45 – 54; 55 y más
Actividad ⁵	Dentro del hogar / Fuera del hogar
Tiempo de residencia	Menos de 10 años / Más de 10 años
Molestia al Ruido	Si / No

Tabla 12.1.1 Variables y categorías de las variables involucradas en ACM

⁴ Esta variable proviene de la agrupación de las cuatro categorías de la variable “Estrato socioeconómico de la vivienda”, en donde los Estratos C1 y C2 corresponden a material Sólido y los Estratos C3 y D corresponden a material Ligero.

⁵ Esta variable proviene de la agrupación de las 5 categorías de la variable “a qué se dedica”, en donde las categorías Trabajador y Estudiante corresponden a actividad Fuera del hogar y las categorías Dueña de casa, Jubilado y Cesante corresponden a actividad Dentro del hogar.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La variable que identifica si existen “parques o áreas inmediatas a la vivienda encuestada”, así como las variables “composición de tránsito” y “número de personas que viven en el hogar” fueron descartadas del análisis puesto que, en general, no están asociadas a la percepción de ruido de los sujetos encuestados.

A continuación se presenta en la figura 12.1.1 el plano de los ejes o vectores principales de acuerdo a las categorías de las variables descritas en la tabla 12.1.1, para los datos de los encuestados en Temuco.

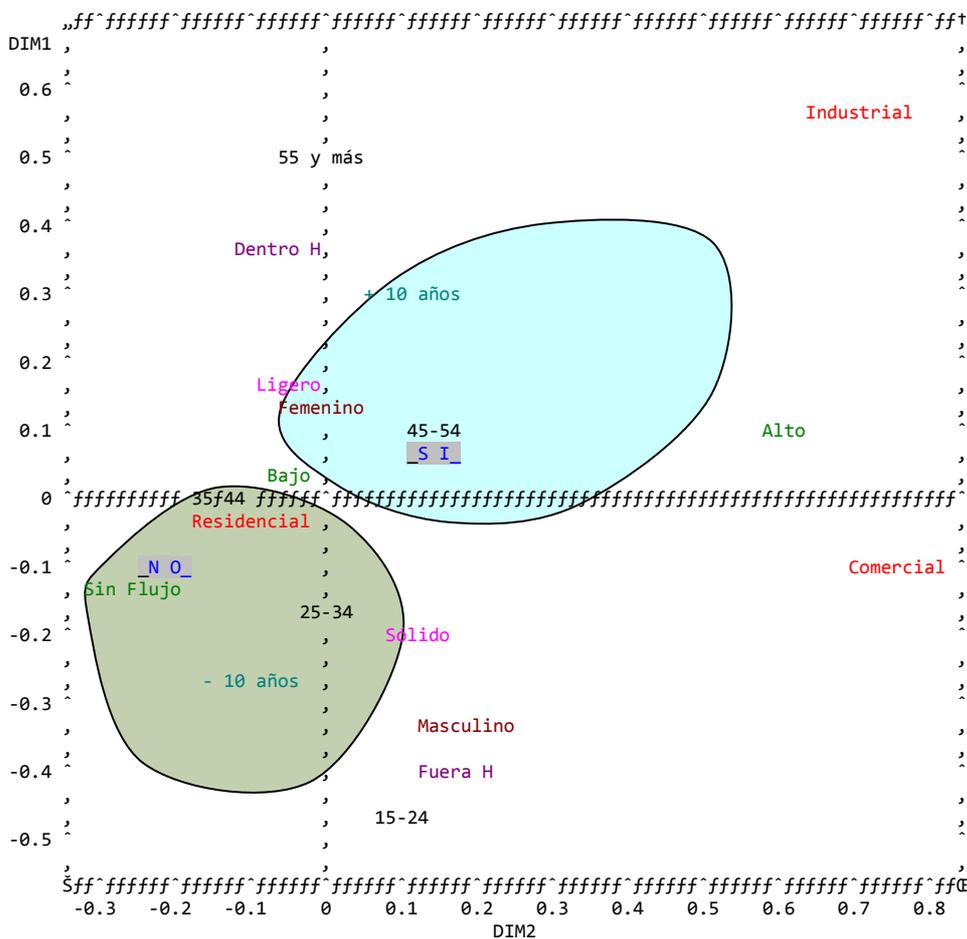


Figura 12.1.1 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Temuco.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Considerando que en conjunto estos dos ejes representan aproximadamente al 40% de la variabilidad total, se puede concluir que los individuos que SI presentan molestia al ruido proveniente desde el exterior de su vivienda tienen como característica general un Alto flujo de tránsito en la calle de la vivienda encuestada, con una tendencia a ser de sexo Femenino, de una edad fluctuante entre los 45 y 54 años y un tiempo de residencia mayor a 10 años.

A su vez, en el cuadrante opuesto al descrito en el acápite anterior, los individuos que NO presentan molestia al ruido proveniente desde el exterior de su vivienda tienen como característica general la pertenencia al Estrato Residencial, Sin flujo de tránsito en la calle de la vivienda encuestada, con una tendencia de edad fluctuante entre los 25 y 44 años y un tiempo de residencia menor a 10 años.

Así, se puede observar de manera ilustrativa cual es el perfil característico de los entrevistados a los cuales les molesta el ruido de acuerdo a la información recopilada por la encuesta realizada en la comuna de Temuco.

A continuación en la figura 12.1.2 se presenta el plano de los ejes o vectores principales de acuerdo a las categorías de las variables descritas en la tabla 12.1.1, para los datos de los encuestados en Iquique.

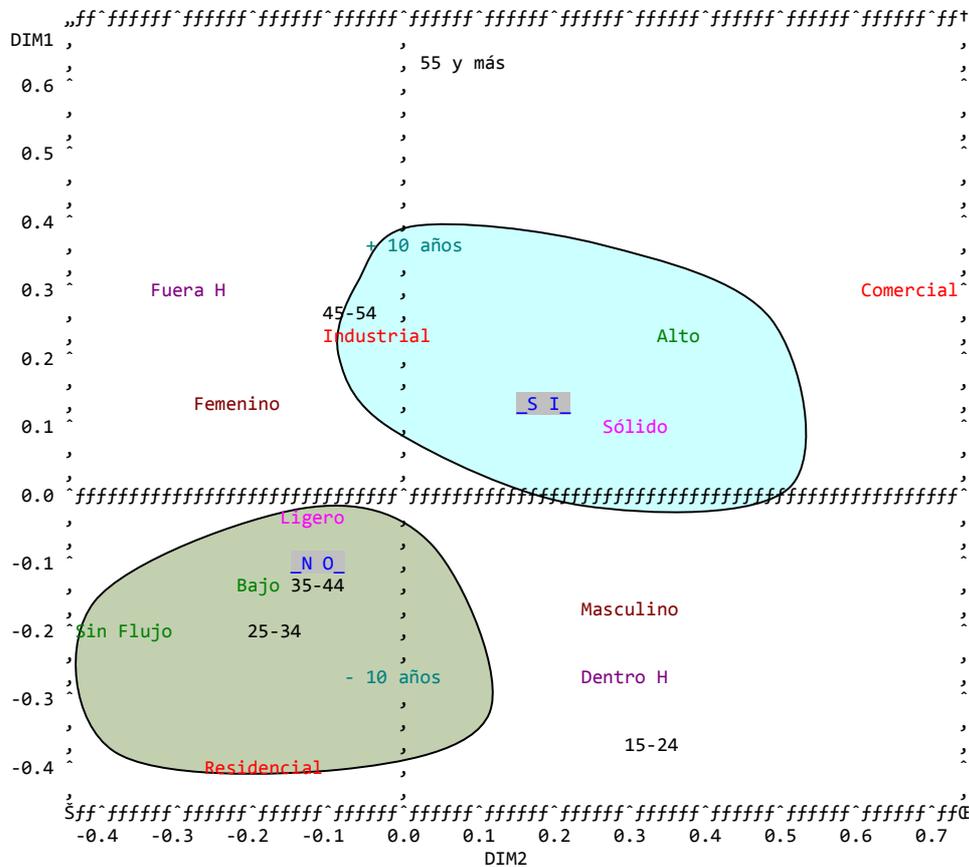


Figura 12.1.2 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Iquique.

Considerando que en conjunto estos dos ejes explican aproximadamente un 44,6% de la variabilidad total, se puede concluir que los individuos que SI presentan molestia al ruido del exterior de su vivienda tienen como característica general la pertenencia al Estrato Industrial, con un Alto flujo de tránsito en la calle de la vivienda encuestada, la cual es de material sólido o de un nivel socioeconómico medio alto (C1 o C2), de una edad fluctuante entre los 45 y 54 años y un tiempo de residencia mayor a 10 años.

A su vez, en el cuadrante diagonalmente opuesto al anterior, los individuos que NO declaran molestia al ruido proveniente desde el exterior de su vivienda tienen como rasgos generales una edad fluctuante entre los 25 y 44 años de edad, bajo o nulo flujo vehicular en el exterior de su vivienda, la cual es de material ligero o de un nivel socioeconómico medio bajo (C3 o D) y un tiempo de residencia menor a 10 años.

Finalmente, en la figura 12.1.3 se presenta el plano de los ejes o componentes principales de

acuerdo a las categorías de las variables descritas en la tabla 12.1.1 para el caso de Valparaíso.

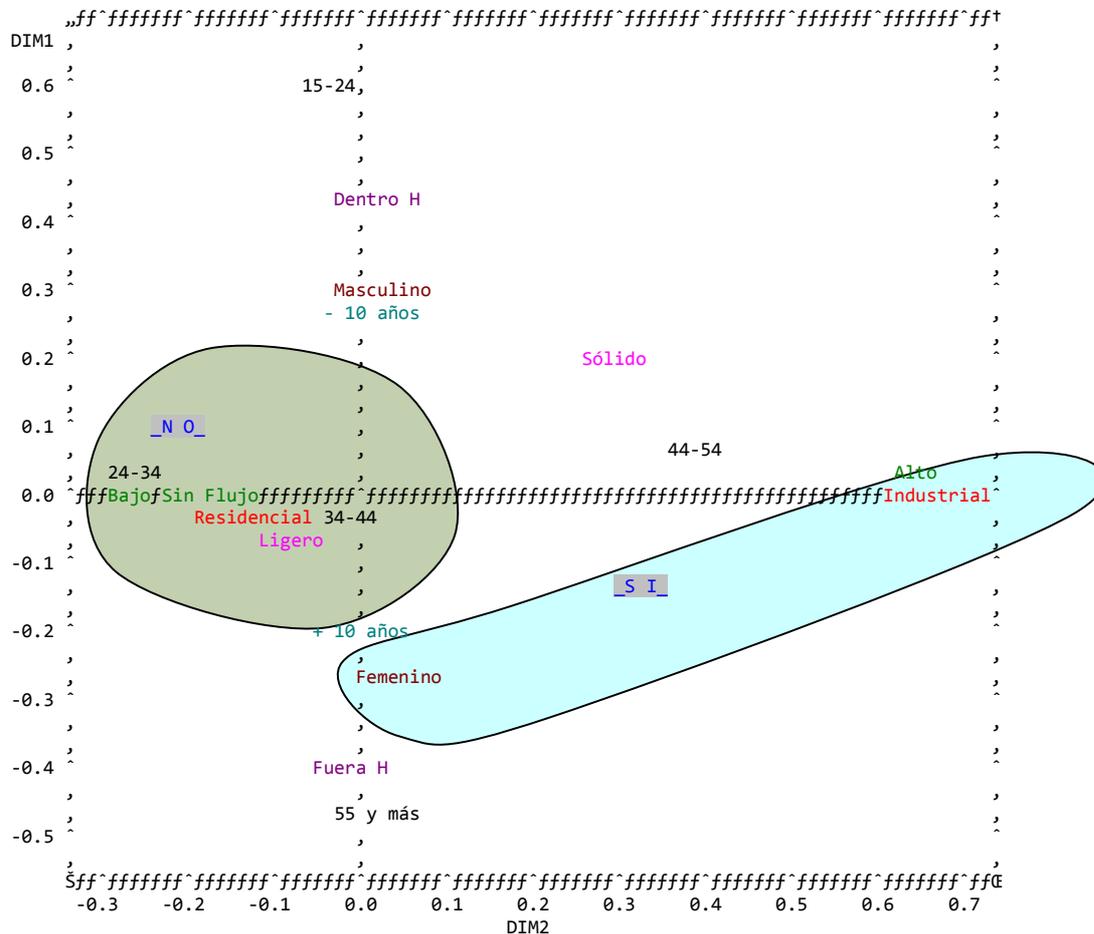


Figura 12.1.3 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta aplicada en Valparaíso.

Considerando que en conjunto estos dos ejes explican aproximadamente un 44% de la variabilidad total, se puede concluir que los individuos que SI presentan molestia al ruido del exterior de su vivienda tienen como característica general la pertenencia al Estrato Industrial, con un Alto flujo de tránsito en la calle de la vivienda encuestada, de sexo femenino y un tiempo de residencia mayor a 10 años.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

A su vez, en el cuadrante diagonalmente opuesto al anterior, los individuos que NO declaran molestia al ruido proveniente desde el exterior de su vivienda tienen como rasgo general la pertenencia al Estrato Residencial, una edad fluctuante entre los 25 y 44 años de edad, bajo o nulo flujo vehicular en el exterior de su vivienda, la cual es de material ligero o de un nivel socioeconómico medio bajo (C3 o D).

A continuación, en los próximos tres gráficos se muestra, también a través de análisis de correspondencia, los perfiles de los lugares en los cuales se realizaron las mediciones acústicas en las tres ciudades, con el objetivo de encontrar relaciones entre los Estratos de cada ciudad, el nivel continuo equivalente sobre la base de 24 horas (Leq_{24}), medido de Lunes a Viernes, y las características propias de los lugares de medición. Puesto que estas mediciones se realizaron en el exterior o cercanía de cada vivienda en que la encuesta de percepción de ruido detectó molestia al ruido, se analizan en conjunto variables proporcionadas por la encuesta y variables proporcionadas el día en que se realizaron las mediciones. Así, las variables involucradas son las siguientes:

Variable	Categorías
Estrato	Residencial / Comercial / Industrial
Flujo Vehicular	Alto / Bajo / Sin flujo
Tipo Vía	Principal / Secundaria / Pasaje
N ° Pistas	Una pista / Dos pistas
Sentido	Un sentido / Dos sentidos
Areas Verdes	Si / No
* Leq_{24}	Riesgo: Nulo / Leve / Medio / Alto

Tabla 12.1.2 Variables y categorías de las variables involucradas en ACM

* Leq_{24} : esta variable fue categorizada según el criterio de riesgo de pérdida auditiva en vías principales según Environmental Protection Agency, (EPA) que establece límites peligrosos con valores superiores a los 70 dB A, estableciéndose los niveles Riesgo Nulo (si $Leq_{24} \leq 70$), Riesgo Leve (si $70 < Leq_{24} \leq 75$), Riesgo Medio (si $75 < Leq_{24} \leq 80$) y Riesgo Alto (si $Leq_{24} > 80$).

A continuación se presenta en la figura 12.1.4 el plano de los ejes o vectores principales de acuerdo a las categorías de las variables descritas en la tabla 12.1.2, para los datos de los encuestados y las mediciones en Temuco.

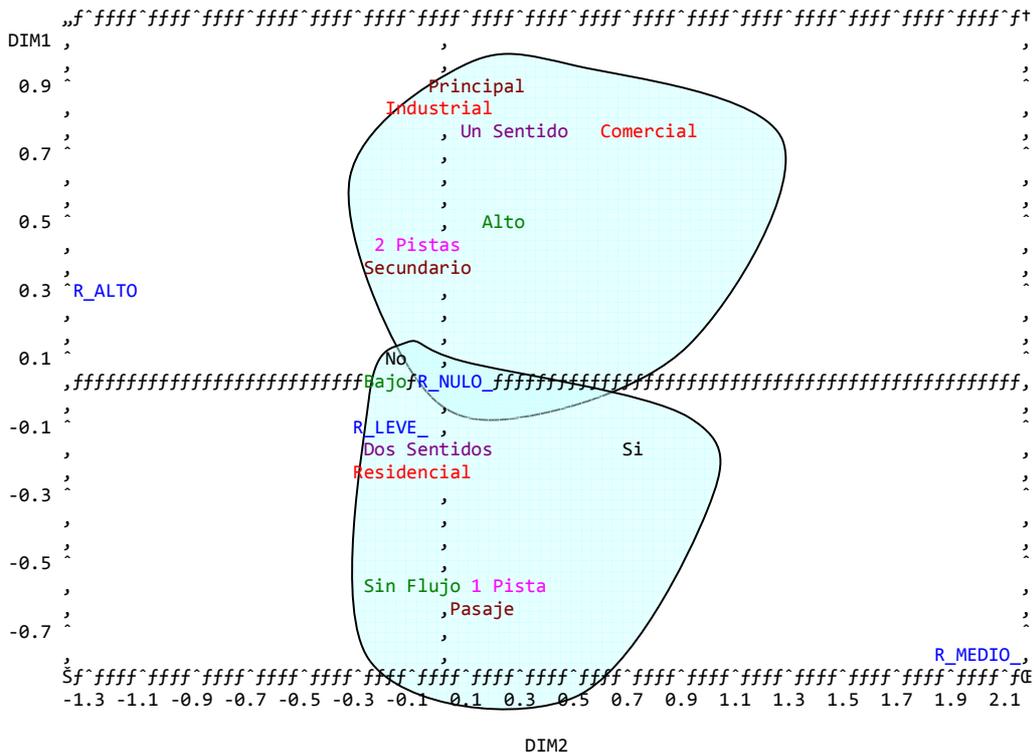


Figura 12.1.4 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta y mediciones aplicadas en Temuco.

Considerando que en conjunto estos dos ejes explican aproximadamente un 57,5% de la variabilidad total, se puede concluir por simple inspección del gráfico que existe una tendencia a existir mayoría de Leq_{24} con Riesgo Nulo o Leve de pérdida auditiva, especialmente en el Estrato Residencial en donde el bajo Flujo vehicular en dos sentidos de 1 pista (Pasajes) con la Si presencia de áreas verdes caracteriza a este grupo de mediciones. En cambio, aunque no existe mayor Riesgo de pérdida auditiva, los Estratos Industrial y Comercial se perfilan con un Alto flujo vehicular por vías Principales o Secundarias de 2 Pistas de Un Sentido. El aislamiento o distancia que existe de estos dos grupos de los Riesgos Altos y Medios se explica debido a que sólo existen 3 mediciones con niveles mayores a los 75 dB A que no caracterizan el total de las otras mediciones.

A continuación se presenta en la figura 12.1.5 el plano de los ejes o vectores principales de acuerdo a las categorías de las variables descritas anteriormente en la tabla 12.1.2, para los datos de los encuestados y las mediciones en Iquique.

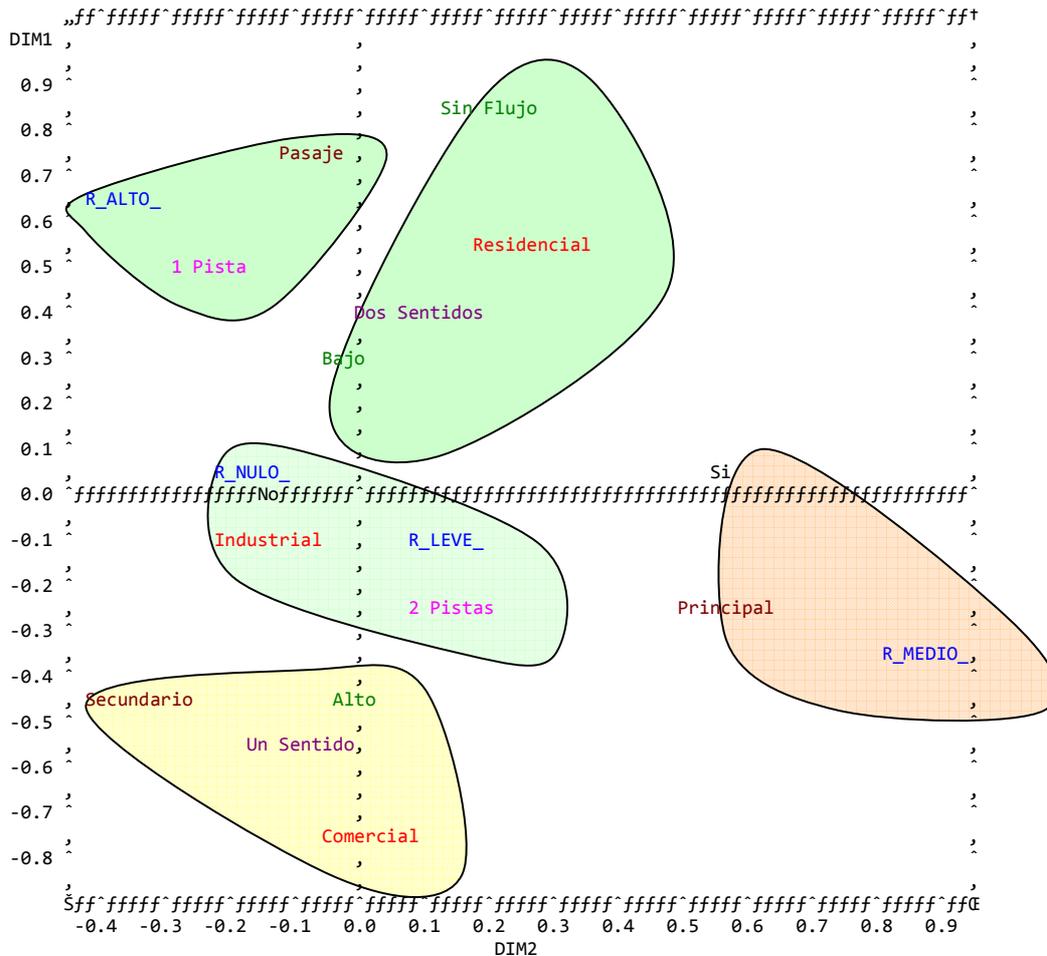


Figura 12.1.5 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta y mediciones aplicadas en Iquique.

Considerando que en conjunto estos dos ejes explican aproximadamente un 60,2% de la variabilidad total, se puede concluir por simple inspección del gráfico que existe un grupo de mediciones con Riesgo Alto, es decir $Leq_{24} > 80$, que fueron llevadas a cabo cerca de unos pasajes que obviamente son de 1 Pista. Efectivamente, fueron tres mediciones que arrojaron valores altos de nivel continuo equivalente. Por otra parte, el Estrato Residencial se caracteriza por no poseer flujo o bajo tránsito vehicular y en dos sentidos; el Estrato Industrial posee Leq_{24} clasificados como

de Riesgo Nulo o Leve con NO presencia de áreas verdes y con 2 Pistas para un flujo Alto de vehículos; el Estrato Comercial, se caracteriza por vías Secundarias de Un Sentido y de Alto Flujo. Finalmente, existe un grupo de mediciones que se perfilan provenientes de vías Principales cercanas a la SI presencia de áreas verdes en donde existen mayores riesgos de pérdida auditiva ($75 < Leq_{24} \leq 80$).

A continuación se presenta en la figura 12.1.6 el plano de los ejes o vectores principales de acuerdo a las categorías de las variables descritas anteriormente en la tabla 12.1.2, para los datos de los encuestados y las mediciones en Valparaíso.

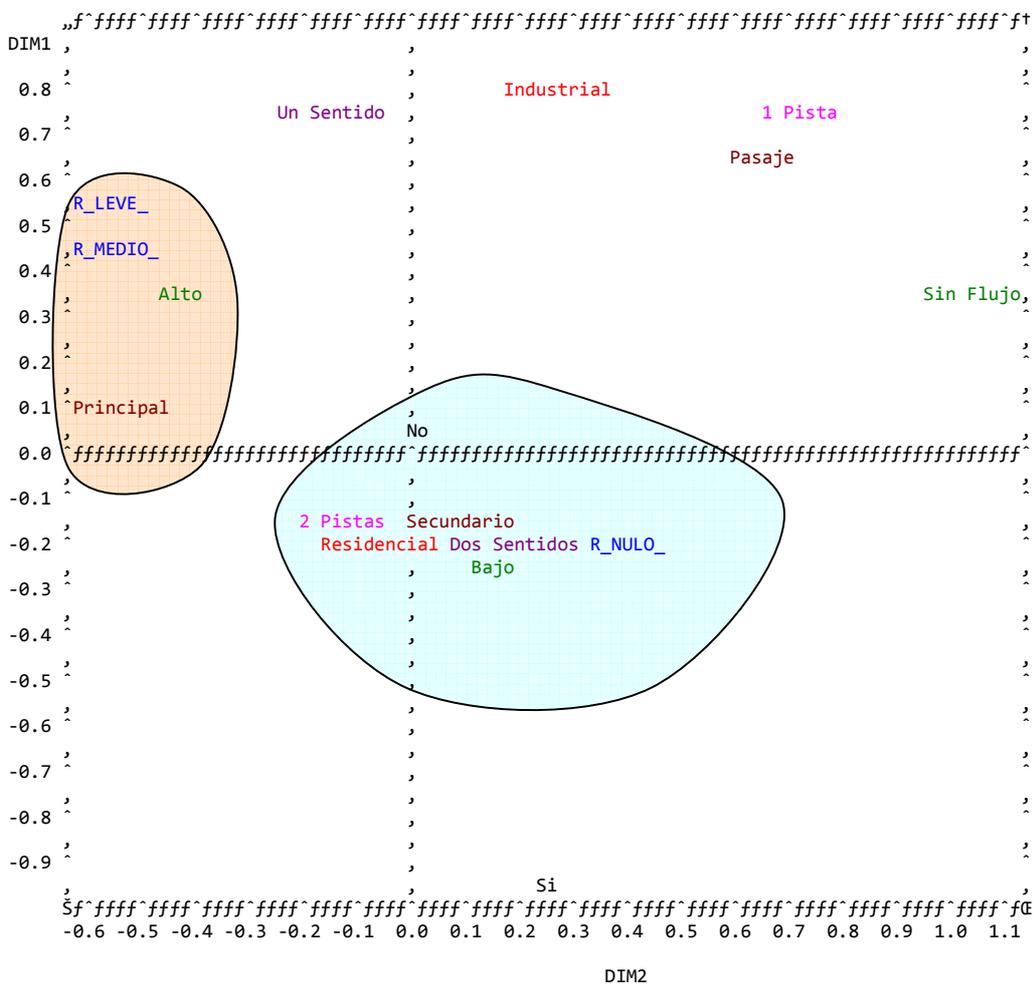


Figura 12.1.6 Dispersión de las categorías de las variables en los dos primeros ejes, encuesta y mediciones aplicadas en Valparaíso.

En el gráfico anterior se observan claramente dos grupos, el constituido por la

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

caracterización o perfil de las mediciones del Estrato Residencial y el otro grupo formado por las mediciones con niveles de Riesgo Leve y Medio en vías Principales y de un Alto flujo vehicular. El perfil o rasgo de las mediciones en el Estrato Residencial son principalmente de un Riesgo Nulo de pérdida auditiva, producto de un Bajo flujo vehicular en Dos Sentidos, a través de vías Secundarias de 2 Pistas con una carencia (NO) de áreas verdes a los alrededores de los puntos de medición. Además, es claro que en general no existen áreas verdes, puesto que el SI de área Verde que aparece en el gráfico aparece solo producto de tres mediciones en el Estrato Residencial.

12.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

La regresión logística se utiliza para estudiar el efecto de múltiples variables explicatorias sobre una variable respuesta categórica, ya sea dicotómica o con más de dos categorías en escala ordinal. En estos casos no se puede aplicar el modelo clásico de regresión lineal múltiple por no cumplirse el supuesto de continuidad en la variable dependiente. En el contexto de nuestro problema, la motivación es explicar la molestia al ruido (pregunta filtro en la Encuesta de Percepción de Ruido) a través de otras variables obtenidas de la encuesta, como por ejemplo la edad, el sexo o el flujo de tránsito, que en el caso en que estén relacionadas con esta molestia, es decir, exista asociación, se denominan Factores de Riesgo.

La regresión logística permite modelar el riesgo o probabilidad de ocurrencia de la variable respuesta durante un intervalo de tiempo específico, como una función de las variables explicatorias.

Ejemplificando, sea Y la variable respuesta dicotómica “Molestia al ruido proveniente desde el exterior de la vivienda encuestada” que toma el valor 1 si ocurre el suceso o 0 si no ocurre (1 = si molesta, 0 = no molesta). Sea X_1, \dots, X_q , q variables explicatorias o factores de riesgo (sexo, edad, flujo de tránsito, etc.). Sea p la probabilidad de ocurrencia de la variable respuesta Y “molestia”, dada la presencia de las variables X_i , $i=1, \dots, q$, es decir, $p = \Pr\{Y = 1 | X_1, \dots, X_q\}$.

Interesa medir la probabilidad de que la variable Y tome el valor 1 en función de X a través de un modelo lineal $p = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \dots + \beta_q \cdot X_q$. La transformación “logito de p ”, permite expresar linealmente la variable respuesta en función de las variables explicatorias de la siguiente forma:

$$\log \text{ito}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \dots + \beta_q \cdot X_q$$

que en función de p queda de la siguiente manera:

$$p = \frac{1}{1 + \exp-(\alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \dots + \beta_q \cdot X_q)}$$

La interpretación de los coeficientes o parámetros que acompañan a las variables explicativas es fundamental en el análisis de regresión logística. Cada β_i , expresado por e^{β_i} corresponde a la “razón de disparidad” u “odds ratio”, la cual es una poderosa herramienta analítica en investigación epidemiológica. La razón de disparidad “ ψ ” es una medida de asociación que ha encontrado amplio uso, sobre todo en epidemiología, ya que aproxima cuánto más probable (o improbable) es para la variable respuesta estar presente entre aquéllos con $X = 1$ que entre aquéllos con $X = 0$.

En el contexto del estudio de percepción de ruido, si Y denota la presencia o ausencia de molestia al ruido proveniente del exterior de la vivienda encuestada y si X denota si la persona es de sexo femenino ($X = 1$) o masculino ($X = 0$), entonces $\psi = 2$ indica que la molestia al ruido ocurre dos veces más frecuentemente entre las mujeres que entre los hombres en la población del estudio. Por lo tanto, se consideraría la variable o característica Sexo como un factor de riesgo en la presencia de molestia al ruido.

Aplicado el modelo de regresión logística, con un error estadístico $\alpha = 5 \%$, a los datos derivados de la encuesta de percepción de ruido, se obtuvieron los siguientes resultados, en cada ciudad:

Variable	β_i	Razón de Disparidad ψ
Flujo de Tránsito 0: Bajo o nulo 1: Alto	1,49	4,45
SEXO 0: Masculino 1: Femenino	0,73	2,08
Edad 1: [15-24] 2: [25-34] 3: [35-44] 4: [45-54] 5: [55 y más]	0,40 0,75 0,93 0,24 0,00	1,48 2,13 2,54 1,27 1,00
Constante (β_0)	-1,02	

Tabla 12.2.1 Resultados del modelo aplicado en Temuco

Siendo estas tres variables las que están asociadas a la molestia al ruido en Temuco, se concluye que el Flujo de tránsito en las afueras de las viviendas es un factor de riesgo que indica que la molestia al ruido ocurre más de cuatro veces más frecuentemente entre las personas que habitan viviendas expuestas a un Alto flujo de tránsito que entre las personas que habitan viviendas con Bajo o nulo flujo de tránsito. Asimismo, las mujeres tienen dos veces más chance que los hombres de manifestar su molestia al ruido. Puesto que la variable edad fue clasificada en 5 categorías, la interpretación de la razón de disparidad para cada intervalo de edad se realiza respecto a un intervalo fijo [55 años y más]. Así, la mayor chance se encuentra en el tercer intervalo de edad [35-44 años], en donde la probabilidad de manifestar la molestia al ruido es más de 2,5 veces más probable respecto a al intervalo [55 años y más].

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El modelo propuesto para explicar la probabilidad de que un individuo manifieste su molestia al ruido, en la ciudad de Temuco, dada la presencia de estos factores de riesgo es:

$$p = \frac{1}{1 + \exp(-(-1,02 + 1,49 \cdot \text{Flujo Tránsito} + 0,73 \cdot \text{Sexo} + 0,4 \cdot \text{Edad1} + 0,75 \cdot \text{Edad2} + 0,93 \cdot \text{Edad3} + 0,24 \cdot \text{Edad4}))}$$

Así, para un individuo con un Alto flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, de sexo femenino y de 40 años de edad, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp(-(-1,02 + 1,49 \cdot \{1\} + 0,73 \cdot \{1\} + 0,4 \cdot \{0\} + 0,75 \cdot \{0\} + 0,93 \cdot \{1\} + 0,24 \cdot \{0\}))} = 0,89$$

En cambio, para un individuo con un Bajo flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, de sexo masculino y de 20 años de edad, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp(-(-1,02 + 1,49 \cdot \{0\} + 0,73 \cdot \{0\} + 0,4 \cdot \{1\} + 0,75 \cdot \{0\} + 0,93 \cdot \{0\} + 0,24 \cdot \{0\}))} = 0,35$$

Utilizando el modelo anterior, para predecir la molestia al ruido en la ciudad de Temuco, se procedió a clasificar a los individuos a través de estos factores de riesgo. Si la probabilidad obtenida era mayor al 50 % se clasificó como molestia (Si) y en caso contrario como no molestia (No).

		Molestia al Ruido (Predicción)		
		Si	No	Total
Molestia al Ruido	Si	151	62	213
	No	66	97	163
Total		217	159	376

Luego, el modelo clasificó en forma certera al $(151+97) \div 376 = 66,0$ % de los individuos entrevistados.

Variable	β_i	Razón de Disparidad ψ
Flujo de Tránsito 0: Bajo o nulo 1: Alto	0,97	2,64
Constante (β_0)	-0,65	

Tabla 12.2.2 Resultados del modelo aplicado en Iquique

A un nivel de significación del 5 %, existe sólo una variable que está asociada a la molestia al ruido en Iquique. Se deduce que el Flujo de tránsito en las afueras de las viviendas es un factor de riesgo que indica que la molestia al ruido ocurre más de dos veces más frecuentemente entre las personas que habitan viviendas expuestas a un Alto flujo de tránsito que entre las personas que habitan viviendas con Bajo o nulo flujo de tránsito.

El modelo propuesto para explicar la probabilidad de que un individuo manifieste su molestia al ruido, en la ciudad de Iquique, dada la presencia de este factor de riesgo es:

$$p = \frac{1}{1 + \exp(-(-0,65 + 0,97 \cdot \text{Flujo Tránsito}))}$$

Así, para un individuo con un Alto flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp(-(-0,65 + 0,97 \cdot \{1\}))} = 0,58$$

En cambio, para un individuo con un Bajo flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp(-(-0,65 + 0,97 \cdot \{0\}))} = 0,34$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Utilizando el modelo anterior, para predecir la molestia al ruido en la ciudad de Iquique, se procedió a clasificar a los individuos a través de este factor de riesgo. Si la probabilidad obtenida era mayor al 50 % se clasificó como molestia (Si) y en caso contrario como no molestia (No).

		Molestia al Ruido (Predicción)		
		Si	No	Total
Molestia al Ruido	Si	74	66	140
	No	54	127	181
Total		128	193	321

Luego, el modelo clasificó en forma certera al $(74+127) \div 321 = 62,6$ % de los individuos entrevistados.

Variable	β_i	Razón de Disparidad ψ
Flujo de Tránsito 0: Bajo o nulo 1: Alto	1,24	3,46
RUIDO INTERNO 0: Si 1: No	-1,46	0,23
Edad 0: [40 y menos] 1: [más de 40]	0,63	1,87

Tabla 12.2.3 Resultados del modelo aplicado en Valparaíso

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Siendo estas tres variables las que están asociadas a la molestia al ruido en Valparaíso, se concluye que el Flujo de tránsito en las afueras de las viviendas es un factor de riesgo que indica que la molestia al ruido ocurre más de tres veces más frecuentemente entre las personas que habitan viviendas expuestas a un Alto flujo de tránsito que entre las personas que habitan viviendas con Bajo o nulo flujo de tránsito. Los individuos mayores de 40 años tienen un 87 % más de probabilidades que los individuos más jóvenes de manifestar su molestia al ruido. Por otra parte, la variable Ruido Interno en la vivienda encuestada actúa como un factor protector (asociación inversa), ya que la ausencia de ruido interno en la vivienda disminuye en un 77 % la chance de que exista molestia al ruido proveniente desde el exterior del hogar.

El modelo propuesto para explicar la probabilidad de que un individuo manifieste su molestia al ruido, en la ciudad de Valparaíso, dada la presencia de estos factores de riesgo es:

$$p = \frac{1}{1 + \exp-(1,24 \cdot \text{Flujo Tránsito} - 1,46 \cdot \text{Ruido Interno} + 0,63 \cdot \text{Edad})}$$

Así, para un individuo con un Alto flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, con Ruido Interno y de 50 años de edad, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp-(1,24 \cdot \{1\} - 1,46 \cdot \{0\} + 0,63 \cdot \{1\})} = 0,87$$

En cambio, para un individuo con un Bajo flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, sin Ruido Interno y de 30 años de edad, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp-(1,24 \cdot \{0\} - 1,46 \cdot \{1\} + 0,63 \cdot \{0\})} = 0,19$$

Utilizando el modelo anterior, para predecir la molestia al ruido en la ciudad de Valparaíso, se procedió a clasificar a los individuos a través de estos factores de riesgo. Si la probabilidad obtenida era mayor al 50 % se clasificó como molestia (Si) y en caso contrario como no molestia (No).

		Molestia al Ruido (Predicción)		
		Si	No	Total
Molestia al Ruido	Si	33	47	80
	No	11	121	132
	Total	44	168	212

Luego, el modelo clasificó en forma certera al $(33+121) \div 212 = 72,6$ % de los individuos entrevistados.

Aplicado el modelo de regresión logística en el conjunto de todos los datos, es decir sin hacer la diferencia entre ciudad, con un error estadístico $\alpha = 5$ %, se obtuvieron los siguientes resultados

Variable	β_i	Razón de Disparidad Ψ
Flujo de Tránsito 0: Bajo o nulo 1: Alto	1,05	2,86
SEXO 0: Masculino 1: Femenino	0,46	1,58
RUIDO INTERNO 0: Si 1: No	-0,76	0,47

Tabla 12.2.4 Resultados del modelo aplicado

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Siendo estas tres variables las que están asociadas a la molestia al ruido, se deduce que el Flujo de tránsito en las afueras de las viviendas es un factor de riesgo que indica que la molestia al ruido ocurre más de dos veces más frecuentemente entre las personas que habitan viviendas expuestas a un Alto flujo de tránsito que entre las personas que habitan viviendas con Bajo o nulo flujo de tránsito. Asimismo, las mujeres tienen un 58 % de chance más que los hombres de manifestar su molestia al ruido. Por otra parte, la variable Ruido Interno en la vivienda encuestada actúa como un factor protector (asociación inversa), ya que la ausencia de ruido interno en la vivienda disminuye en un 53 % la chance de que exista molestia al ruido proveniente desde el exterior del hogar.

El modelo propuesto para explicar la probabilidad de que un individuo manifieste su molestia al ruido, en la ciudad de Temuco, Iquique o Valparaíso, dada la presencia de estos factores de riesgo es:

$$p = \frac{1}{1 + \exp-(1,05 \cdot \text{Flujo Tránsito} + 0,46 \cdot \text{Sexo} - 0,76 \cdot \text{Ruido Interno})}$$

Así, para un individuo con un Alto flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, de sexo Femenino y con Ruido Interno, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp-(1,05 \cdot \{1\} + 0,46 \cdot \{1\} - 0,76 \cdot \{0\})} = 0,82$$

En cambio, para un individuo con un Bajo flujo de tránsito en el exterior de su vivienda, de sexo masculino y sin Ruido Interno, la probabilidad de que le moleste el ruido es

$$\frac{1}{1 + \exp-(1,05 \cdot \{0\} + 0,46 \cdot \{0\} - 0,76 \cdot \{1\})} = 0,32$$

Finalmente, utilizando el modelo anterior, para predecir la molestia al ruido, se procedió a clasificar a los individuos a través de estos factores de riesgo. Como se realizó anteriormente, si la probabilidad obtenida era mayor al 50 % se clasificó como molestia (Sí) y en caso contrario como no-molestia (No).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

		Molestia al Ruido (Predicción)		Total
		Si	No	
Molestia al Ruido	Si	213	208	421
	No	122	346	468
Total		335	554	889

Luego, el modelo clasificó en forma certera al $(213+346)÷889 = 62,9 \%$ de los individuos entrevistados en Temuco, Iquique y Valparaíso.

13. PLAN DE CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

Las ciudades presentan, por sus características propias, los niveles de ruido que se han desarrollado en el Capítulo 10. Del análisis de estos resultados y de las situaciones detectadas a partir de éstos, se ha elaborado un plan de control ambiental para cada ciudad. El plan descrito aquí, 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, y no serán coherentes sin la existencia de una permanente conciencia del tema del ruido como generador de contaminación acústica. Para esto será necesario implementar una campaña de difusión, señalando la importancia que tiene la participación ciudadana en la solución del problema ambiental, mediante folletos, video, charlas y/o capacitación, además se deberá orientar a la comunidad de cómo identificar en su sector focos de ruido, las medidas de control posibles a implementar y los pasos a seguir para denunciar el problema a las autoridades competentes.

Por otra parte y con la finalidad de verificar la eficiencia del Plan de Control de Ruido Ambiental adoptado, será de vital importancia mantener la información actualizada del presente estudio, repitiendo cada dos años mediciones en lugares estratégicos bajo la misma metodología aquí desarrollada.

Existen diversas medidas que pueden adoptarse para disminuir los índices de contaminación acústicas registrados en estas ciudades. En particular, deben considerarse las siguientes:

13.1 TEMUCO

Tránsito Terrestre. La primera medida deberá apuntar a mejorar, en la zona céntrica, los tiempos de desplazamientos de los vehículos, principalmente de locomoción colectiva, sincronizando tiempos de semáforos, prohibiendo paraderos no autorizados, aumentando el ancho de la calzada definiendo capacidades adecuadas para el correcto desplazamiento, esto implica proyectar nuevos estacionamientos, dando prioridad a los subterráneos. Otro factor preponderante, es el paso obligado de los vehículos provenientes del Norte o Sur por la Av. Caupolicán, compuestos principalmente por Buses y Camiones durante la noche, período más crítico. Una solución efectiva a descongestionar esta situación y por ende disminuir los niveles de ruido cercano a esta transitada avenida, será la ya adjudicada construcción de un By-Pass de 21(Km) de longitud, por el lado sur del río Cautín.

Tránsito Aéreo. En los sectores residenciales, en especial cercanos al aeropuerto Maquehue, se observaron gran cantidad de reclamos por el ruido generado producto tráfico aéreo a baja altura, problema ampliamente conocido en la ciudad, el que deberá ser solucionado por el cambio de orientación y/o ubicación de la pista, evitando de esta forma que las rutas de aproximación y despegue al aeropuerto queden sobre la ciudad.

Fuentes Fijas. Las principales fuentes fijas como fábricas e industrias, se encuentran ubicadas en sectores regulados especialmente para este funcionamiento, en la periferia de la ciudad, lo que se traduce en que muy pocas de las denuncias por ruidos molestos se deben a este tipo de fuentes, además de agruparse, en este Estrato 3, una baja densidad de población: cercana al 8%.

13.2 IQUIQUE

Tránsito Terrestre: Producto de la creciente alza de la tasa del parque vehicular de esta ciudad, se encontraron calles céntricas saturadas, provocando notorios incrementos en los niveles de ruido. Se recomienda trabajar en un plan de regulación en cuanto al uso de determinadas calles, acentuando las horas punta, evitando de esta forma la congestión vehicular y sus consecuencias (aceleraciones, desaceleraciones, bocinas, etc.). Además se detectó que las emisiones sonoras de la locomoción colectiva se encuentra sobre lo normal registrado en parques de similares características, esto por efectos del visible deterioro de los vehículos y su falta de mantenimiento.

Fuente Fijas: De las denuncias detectadas en el presente estudio se debieron a efectos provocados por personas, en su mayoría vecinos, tales como: equipos de sonido, fiestas o reuniones, peleas callejeras, pubs y discoteques, todas estas en horario nocturno. Será necesario contar con una mayor fiscalización de locales nocturnos, agrupados en el centro de la ciudad. El Estrato 3 (industrial), posee una alta densidad de población, cercana al 50%, esto implica que existen mucho más personas expuestas a los elevados niveles de ruidos registrado en esta zona que agrupa en su mayoría talleres mecánicos. Para esto se recomienda un estudio más en detalle de este sector, identificando que fuentes son las que superan los niveles exigidos, para posteriormente solicitar a estas, que realicen sus respectivas mejoras, a fin de cumplir la normativa.

13.3 VALPARAÍSO

Tránsito Terrestre: En esta ciudad existe, debido a su geografía, una distribución urbana muy particular, permitiendo la instalación en el plano de la ciudad, por sus requerimientos constructivos, comercio, talleres e industrias pequeñas. En los cerros de Valparaíso se encuentran, en su mayoría, viviendas lo que genera un importante desplazamiento en lo que a transporte urbano se refiere. Producto de sus pronunciadas pendientes y estrechas calles, se encontraron elevados niveles de ruido, superando en varios casos durante el día, los 70 dB(A). De igual forma sucede en el plano de la ciudad, donde prácticamente todas las observaciones de los afectados apuntan al tráfico como principal causal de su molestia. La solución para este problema deberá incorporar una evaluación de la demanda de transporte público, asignando recorridos por calles aptas para el tránsito de vehículos pesados, que tengan un ancho mínimo de 7(m) y pendientes no superiores al 20%.

Fuentes Fijas: En gran parte este problema está solucionado debido al adecuado ordenamiento Industrial y Portuario correspondiente al proyecto Placilla de Peñuelas, el cual agrupa a las principales fuentes fijas generadoras de ruido en un lugar adecuado con un correcto funcionar de sus accesos.

14. CONCLUSIONES.

- ✓ Se mejoró la metodología aplicada en la ciudad de Talcahuano en el año 1997, perfeccionando diversos aspectos, tanto de la encuesta en sí como también de las mediciones de ruido.
- ✓ Mediante la validación y posterior aplicación de una encuesta aleatoria estratificada, se detectaron los lugares donde el encuestado presentó molestia frente al ruido. Estos puntos fueron los seleccionados para realizar las respectivas mediciones, con lo cual se obtuvieron los Índices de Contaminación Acústica en sectores donde, de acuerdo a la percepción de la población encuestada, existe ruido y no en donde actualmente no lo hay.
- ✓ En base los resultados de la encuesta y las respectivas mediciones se hizo un análisis de correspondencia múltiple, resultando un perfil que caracteriza a un grupo de sujetos en estudio y modelando, mediante regresión logística, el riesgo o probabilidad de ocurrencia de la variable respuesta (molestia del ruido), durante un intervalo de tiempo específico, como una función de las variables explicatorias.
- ✓ Además, se pudo identificar zonas y problemas críticos de Contaminación Acústica mediante la distribución espacial y temporal de los niveles registrados, los que fueron procesados y graficados utilizando un Sistema de Información Geográfica^{xviii} (GIS), facilitando la detección y ubicación de los “puntos conflictivos”.
- ✓ Basándose en los problemas identificados se elaboró, con la ayuda de los sectores involucrados, un plan de Control de Ruido Ambiental, orientando la solución y tratamiento.
- ✓ Finalmente se apoyó a la infraestructura instrumental acústica, a las Instituciones participantes, entregándoles un Sonómetro Quest 2900 con calibrador.

14.1 TEMUCO

La prevalencia total fue de 56.8%, siendo la media del Leq día noche 63.7 dB(A), descompuesto en Leq mañana 61.6 dB(A), Leq tarde 60.7 y Leq Noche 54.8 dB(A). Para el Estrato 1 se obtuvo una prevalencia del 53.8% asociado a una media del Leq día noche de 62.7 dB(A), donde un 41.6% de los encuestados se observó bajo flujo vehicular, en cambio para el Estrato 2, cuya prevalencia fue del 69% se encontró una media del Leq día noche de 69.4 dB(A) con un 58.6% de los encuestados expuestos a un alto flujo, estos dos Estratos, corresponden a las zonas donde se concentra mayor densidad de población.

Ahora bien, de todos los encuestados que les afecta el ruido, el 75% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por las mismas personas (vecinos) y el tráfico vehicular, la que para los días de semana se concentra en el horario de la tarde y para los fines de semana durante la noche.

En el sector residencial (Estrato 1) se encontró que el 72% de las mediciones diurnas estaban por debajo de los 65 dB(A), en cambio para la noche el 55% no superó los 55 dB(A), ambos niveles considerados como límites aceptables por la OECD.

14.2 IQUIQUE

La prevalencia total fue de 43.6%, siendo la media del Leq día noche 68.4 dB(A), descompuesto en Leq mañana 64.5 dB(A), Leq tarde 65.0 y Leq Noche 58.2 dB(A). Para el Estrato 1 se obtuvo una prevalencia del 32.1% asociado a una media del Leq día noche de 67.6 dB(A), donde un 56.3% de los encuestados se observó bajo flujo vehicular, en cambio para el Estrato 3, cuya prevalencia fue del 50.0% se encontró una media del Leq día noche de 68.5 dB(A) con un 41.9% de los encuestados expuestos a un alto flujo, estos dos Estratos, corresponden a las zonas donde se concentra mayor densidad de población.

CONCLUSIONES

Ahora bien, de todos los encuestados que les afecta el ruido, el 71.9% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por las mismas personas (vecinos) y el tráfico vehicular, la que para los días de semana se concentra en el horario de la mañana y para los fines de semana durante la noche.

En el sector residencial (Estrato 1) se encontró que el 62% de las mediciones diurnas estaban por debajo de los 65 dB(A), en cambio para la noche el 43% no superó los 55 dB(A), ambos niveles considerados como límites aceptables por la OECD.

14.3 VALPARAÍSO

La prevalencia total fue de 37.8%, siendo la media del Leq día noche 68.7 dB(A), descompuesto en Leq mañana 64.3 dB(A), Leq tarde 64.4 y Leq Noche 60.4 dB(A). Para el Estrato 1 se obtuvo una prevalencia del 35.9% asociado a una media del Leq día noche de 68.7 dB(A), donde un 56.3% de los encuestados se observó bajo flujo vehicular, en cambio para el Estrato 3, cuya prevalencia fue del 50.0% se encontró una media del Leq día noche de 68.8 dB(A) con un 50.0% de los encuestados expuestos a un alto flujo, estos dos Estratos, corresponden a las zonas donde se concentra mayor densidad de población.

Ahora bien, de todos los encuestados que les afecta el ruido, el 48.1% opina que las mayores fuentes de ruido de su vecindario son las producidas por las mismas personas (vecinos) y el tráfico vehicular, la que para los días de semana se concentra en el horario de la mañana y para los fines de semana durante la noche.

En el sector residencial (Estrato 1) se encontró que el 59% de las mediciones diurnas estaban por debajo de los 65 dB(A), en cambio para la noche el 32% no superó los 55 dB(A), ambos niveles considerados como límites aceptables por la OECD.

15 BIBLIOGRAFÍA

- ⁱ Universidad de Santiago de Chile 1989. Estudio Base de Generación de Niveles de Ruido (RM)
- ⁱⁱ Varas, H., 1994. Epidemiología del Ruido Comunitario en la Comuna de Providencia. Universidad de Chile, Facultad de Medicina.
- ⁱⁱⁱ Pérez, M. A. Desarrollo y Aplicación de una Metodología Simple para la Determinación de Índices de Contaminación Acústica en una Zona Urbana, caso Comuna de Talcahuano. Tesis de Titulación. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería.
- ^{iv} Malchaire, Jacques B. & Horstman, Sanford W. Community noise survey of Cincinnati, Ohio.. Journal acoustic Society of America. Vol 58, July 1975.
- ^v Schultz, Theodore J. Synthesis of social surveys on noise annoyance. Journal Acoustic Society of America. Vol 64, August 1978.
- ^{vi} Stathis, Theodore C. Community noise Levels in Patras, Greece. Journal Acoustic Society of America. Vol 69, February 1981.
- ^{vii} Sánchez, José Ignacio. El ruido de tráfico en Valladolid. Universidad de Valladolid 1991.
- ^{viii} Sattler, Miguel Aloysio & Rott Joao Antonio A. Levantamento de ruído urbano orientado para receptor, com base e ruido de trafego. Primer Congreso Brasil-Argentina. 1994.
- ^{ix} Denver Noise Survey and Analysis of The Denver Noise Control Ordinance. Denver Department of Environmental Health, Environmental Protection Division, 1995.
- ^x Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. Journal of Sound and Vibration 206 (5) 1997.
- ^{xi} Gonzáles Alice Elizabeth. Aplicación de Técnicas Estadísticas al tratamiento de datos de ruido urbano. Memorias Primer Congreso Iberoamericano de Acústica 1998
- ^{xii} Gazolla Dimas Alberto. Ruído em ambiente urbano do trafego veicular: Resultados iniciais da aplicacao de uma metodologia de mapeamento sonoro para áreas urbanas e industriais. Memorias Primer Congreso Iberoamericano de Acústica. 1998.
- ^{xiii} Primera Reunión sobre Ruido Urbano – Procedimientos de Medición, Asociación de Acústicos Argentino – ADAA, 1995.

- ^{xiv} Magnusson, David, “Teoría de los Test”. 1979
- ^{xv} Azorín, Francisco, “Métodos y Aplicaciones del Muestreo”. 1996.
- ^{xvi} ISO 1996 Partes 1,2 y 3, “Descripción y Medición de Ruido Ambiental”
- ^{xvii} The U.S. Environmental Protection Agency Office of Noise Abatement and Control. 1974. “Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety”.
- ^{xviii} ArcView GIS, versión 3.0.