

Trabajo de Fin de Carrera  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Ambiental.

*“Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la  
ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para la Red  
Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito  
Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los  
Chillos y Tumbaco”*

Por:

Francisco José Rubianes Landázuri

Directora:

Ing. Katty Coral

Universidad Internacional SEK

2009

**Dedicatoria.**

*A mis Padres,*

*Por haberme dado todo lo que necesito para llegar lejos,  
por permitirme caer mil veces y ayudarme a levantar mil y una...*

*A la Mary Pity,*

*La casualidad nos hizo hermanos, el amor siempre nos hará amigos...*

*A Gea,*

*Por hacerme caso cuando le dije “vos resiste hasta que yo crezca”*

*A los cuatro, por su interminable paciencia....*

## **Agradecimientos**

Inicialmente, quiero agradecer a las siguientes personas que facilitaron sus conocimientos al servicio de este estudio.

A la Ing Katty Coral, Ing. Fabio Villalba e Ing. Ignacio Manríquez por su constante ayuda durante la carrera y en el desarrollo de este trabajo.

Al Doctor Jorge Oviedo, Ing. Bladimir Ibarra, Ing Marco Moreira, Ing Luis Bravo, Ing Juan Carlos Baca y al Doctor Rene Parra, representantes de CORPAIRE y DECIBEL, por su esmerada cooperación a lo largo de este proyecto.

Aprovechando la consecución de grandes y pequeños logros, es necesario recordar nuestro origen y el punto de partida de cada una de los caminos que recorreremos. Es por esto que deseo agradecer con mucho cariño a todas las personas que han estado presentes, no sólo en la consecución de este título, sino en cada vuelta de esquina que me ha tocado tomar:

A Dios, en cualquiera de sus presentaciones, por los constantes milagros y por mantenerme a salvo de sus seguidores,

A mi Papi y mi Mami, por tanto cariño, paciencia y confianza... (Demasiado que decir)

A mi hermana, por tornar inútiles todos mis esfuerzos por crecer y tratarme “como guagua mismo”, te quiero mucho ñañita.

A “la Andre”, por todos estos años de una amistad impecable... hasta el momento en que se nos ocurrió “abrir la boca”, desde entonces, gracias por tu amor y tu apoyo, mi vida.

A los Ingenieros Ambientales SEK-2009, por los 5 años obligados a vernos todos los días...

Al “Viejo” y al “Panchito” por apechugar junto conmigo el drama de ser los Ys entre tantas Xs

A “Sabor”, Carlos, Iris, Michi, Dani, Fer, “Negra” y “Pollo” por su amistad incondicional.

Al Didi, quien siempre supo ser, aún a la distancia, un ejemplo a seguir y un apoyo en los momentos más difíciles, Dios te bendiga.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
CAPITULO I INTRODUCCION	15
1.1    Planteamiento del Problema.	15
1.2    Objetivos.	16
1.3    Antecedentes.	16
CAPITULO II MARCO TEORICO	17
2.1    Definiciones.	17
2.1.1    Ruido.	17
2.1.2    Decibel.	17
2.1.3    Fuente Fija.	18
2.1.4    Nivel de Presión Sonora.	18
2.1.5    Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq).	18
2.1.6    Receptor.	18
2.1.7    Respuesta Lenta.	19
2.1.8    Ruido Estable.	19
2.1.9    Ruido Fluctuante.	19
2.1.10    Ruido Imprevisto.	19
2.1.11    Ruido de Fondo	19
2.1.12    Mapa de Ruido.	20
2.2    Características Físicas de Sonido.	20
2.3    Fuentes de contaminación por ruido.	20

2.4	Efectos del Ruido en las Personas.	21
2.4.1	Efectos fisiológicos.	22
2.4.1.1	Pérdida de capacidad auditiva.	22
2.4.1.2	Efectos fisiológicos no auditivos.	23
2.4.2	Efectos sobre el sueño.	23
2.4.3	Efectos sobre la comunicación.	23
2.4.4	Efectos sobre el trabajo.	24
2.4.5	El estrés.	24
2.5	Marco Legal.	25
2.5.1	Norma Técnica para el control de ruido causado por fuentes fijas y móviles. Ordenanza Metropolitana No. 213	25
2.5.2	Limites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas según el TULAS	26
2.5.3	Guías para el ruido urbano, Organización Mundial de la Salud	27
<b>CAPITULO III MARCO METODOLOGICO</b>		<b>28</b>
3.1	División de las Estaciones.	28
3.2	Descripción de las Áreas de Estudio.	29
3.2.1	Estaciones Calderón y Carapungo	30
3.2.2	Estación Centro	32
3.2.3	Estación Los Chillos:	33
3.2.4	Estación Tumbaco	35
3.3	Procedimiento de Muestreo.	36
3.3.1	División espacial del área de muestreo	36
3.3.2	Horarios de Monitoreo	38
3.3.3	Días de Monitoreo	38

3.3.4	Toma de Muestras.	38
3.3.5	Procedimiento de Muestreo.	39
3.3.5.1	Muestreo con Sonómetro Integrador	39
3.3.5.2	Muestreo con Sonómetro No-Integrador	40
3.3.6	Condiciones para el Muestreo	41
3.3.7	Georeferenciación de los puntos de muestreo	41
3.3.8	Metodología de registro de datos	42
3.4	Procedimiento de Análisis de Datos.	42
3.4.1	Metodología de tratamiento de datos generados por un sonómetro no integrador.	42
3.4.2	Promedios Mensuales por cada cuartil, para cada horario:	43
3.4.3	Promedios Quimestrales por cada cuartil, de cada horario:	44
3.5	Metodología de integración de datos con el SIG	45
3.5.1	Unificación de las Coordenadas Geográficas	45
3.5.2	Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap”	46
3.5.3	Configuración de los mapas de ruido según la norma ISO 1996-2 (ISO 1997 b)	48
3.6	Materiales y Equipos.	49
3.6.1	Sonómetro No Integrador:	49
3.6.2	Sonómetro Integrador Registrador:	50
3.6.3	Dispositivo GPS (Global Positioning System) con chip de alta sensibilidad:	51
3.6.4	Formato de Registro de datos:	51
3.6.5	Trípode:	54
3.6.6	Fase de Análisis	54
3.7	Comparación de Resultados Obtenidos con Sonómetro Integrador y Sonómetro no Integrador.	54
<b>CAPITULO IV RESULTADOS</b>		<b>56</b>

4.1	Datos Obtenidos.	56
4.1.1	Estación Calderón	56
4.1.1.1	Promedios Quimestrales de las Mañanas	56
4.1.1.2	Promedios Quimestrales de las Tardes	57
4.1.1.3	Promedios Quimestrales de la Noches	57
4.1.1.4	Gráfico comparativos de Promedios Quimestrales	58
4.1.2	Estación Carapungo	59
4.1.2.1	Promedios Quimestrales de las Mañanas	59
4.1.2.2	Promedios Quimestrales de las Tardes	59
4.1.2.3	Promedios Quimestrales de la Noches	60
4.1.2.4	Gráfico comparativos de Promedios Quimestrales	60
4.1.3	Estación Centro	61
4.1.3.1	Promedios Quimestrales de las Mañanas	61
4.1.3.2	Promedios Quimestrales de las Tardes	61
4.1.3.3	Promedios Quimestrales de la Noches	62
4.1.3.4	Grafico comparativos de Promedios Quimestrales	62
4.1.4	Estación Los Chillos	63
4.1.4.1	Promedios Quimestrales de las Mañanas	63
4.1.4.2	Promedios Quimestrales de las Tardes	63
4.1.4.3	Promedios Quimestrales de la Noches	64
4.1.4.4	Grafico comparativos de Promedios Quimestrales	64
4.1.5	Estación Tumbaco	65
4.1.5.1	Promedios Quimestrales de las Mañanas	65
4.1.5.2	Promedios Quimestrales de las Tardes	65
4.1.5.3	Promedios Quimestrales de la Noches	66

4.1.5.4	Grafico comparativos de Promedios Quimestrales	66
4.2	Mapas de Ruido.	67
4.2.1	Mapa de Promedios Totales del DMQ.	68
4.2.2	Mapa de Promedios de la Mañana del DMQ.	69
4.2.3	Mapa de Promedios de la Tarde del DMQ.	70
4.2.4	Mapa de Promedios de la Noche del DMQ.	71
4.2.5	Mapas de la Estación Calderón.	72
4.2.5.1	Mapa de Promedios de la Mañana.	72
4.2.5.2	Mapa de Promedios de la Tarde.	73
4.2.5.3	Mapa de Promedios de la Noche.	74
4.2.6	Mapas de la Estación Carapungo	75
4.2.6.1	Mapa de Promedios de la Mañana.	75
4.2.6.2	Mapa de Promedios de la Tarde.	76
4.2.6.3	Mapa de Promedios de la Noche.	77
4.2.7	Mapas de la Estación Centro.	78
4.2.7.1	Mapa de Promedios de la Mañana.	78
4.2.7.2	Mapa de Promedios de la Tarde.	79
4.2.7.3	Mapa de Promedios de la Noche.	80
4.2.8	Mapas de la Estación Los Chillos.	81
4.2.8.1	Mapa de Promedios de la Mañana.	81
4.2.8.2	Mapa de Promedios de la Tarde.	82
4.2.8.3	Mapa de Promedios de la Noche.	83
4.2.9	Mapas de la Estación Tumbaco.	84
4.2.9.1	Mapa de Promedios de la Mañana.	84
4.2.9.2	Mapa de Promedios de la Tarde.	85

4.2.9.3	Mapa de Promedios de la Noche.	86
4.3	Análisis de Resultados.	87
4.3.1	Estación Calderón	87
4.3.1.1	Análisis Temporal	87
4.3.1.2	Análisis Espacial	87
4.3.1.3	Análisis de Características	87
4.3.1.4	Análisis con Respecto a la Norma	87
4.3.2	Estación Carapungo	88
4.3.2.1	Análisis Temporal	88
4.3.2.2	Análisis Espacial	88
4.3.2.3	Análisis de Características	88
4.3.2.4	Análisis con Respecto a la Norma	89
4.3.3	Estación Centro	89
4.3.3.1	Análisis Temporal	89
4.3.3.2	Análisis Espacial	89
4.3.3.3	Análisis de Características	89
4.3.3.4	Análisis con Respecto a la Norma	90
4.3.4	Estación Los Chillos	90
4.3.4.1	Análisis Temporal	90
4.3.4.2	Análisis Espacial	90
4.3.4.3	Análisis de Características	90
4.3.4.4	Análisis con Respecto a la Norma	91
4.3.5	Estación Tumbaco	91
4.3.5.1	Análisis Temporal	91
4.3.5.2	Análisis Espacial	91

4.3.5.3	Análisis de Características	91
4.3.5.4	Análisis con Respecto a la Norma	92
4.4	Punto Sugerido para Ubicar la Estación de Monitoreo.	92
CAPITULO V CONCLUSIONES		92
CAPITULO VI RECOMENDACIONES		93
CAPITULO VI REFERENCIAS		95
CAPITULO VII ANEXOS		97
Anexo 1: Mapa de las estaciones a monitorearse		97
Anexo 2: Mapa de densidad Poblacional del DMQ		98
Anexo 3: Mapa de Uso de Suelo del DMQ		99
Anexo 4: Lista de Estaciones y Mapas de Ruido con valores tomados del estudio de DECIBEL		100
Anexo 5: Mapas de Google Earth y Fotografías de las estaciones monitoreadas.		104
Anexo 5.1: Estación Calderón		105
Anexo 5.2: Estación Carapungo		107
Anexo 5.3: Estación Centro		109
Anexo 5.4: Estación Los Chillos		111
Anexo 5.5: Estación Tumbaco		113

## RESUMEN

El siguiente trabajo de fin de carrera forma parte de un conjunto de 4 trabajos similares que contienen los resultados de una extensa campaña de medición de ruido, la misma que fue propuesta a la Facultad de Ciencias Ambientales de la UISEK por parte de CORPAIRE, durante el último trimestre del año 2008. Esta campaña consistió en el monitoreo de 19 puntos dentro del Distrito Metropolitano de Quito con el objetivo de desarrollar un mapa de ruido del mismo, a fin de determinar los puntos mas indicados para ubicar, a futuro, una red de monitoreo constante de ruido ambiental.

Para llevar a cabo el estudio, por motivos de logística, se dividió el DMQ en cuatro zonas con 5 estaciones cada una, a excepción de la zona 3 que sólo tiene 4 estaciones. Todas las mediciones se llevaron a cabo en diferentes días de la semana entre los meses febrero y junio del 2009. De esta forma cada estación cuenta con 3 muestras (mañana, tarde y noche) por cada uno de los cinco meses que duró el monitoreo. Cada muestra consta de mediciones de 1 minuto de duración cada una, realizadas en 16 puntos alrededor del “punto cero” de cada estación. Los 16 puntos corresponden a los cuartiles 25 m, 50 m, 75 m y 100 m desde el punto cero en cada una de las direcciones cardinales.

El presente documento analiza los resultados de monitoreo obtenidos en la zona 2 del Distrito Metropolitano de Quito, que comprende las siguientes estaciones: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco.

Los valores finales corresponden al promedio de 5 meses, por cuartil y para cada uno de los tres horarios. Dichos valores fueron utilizados para elaborar, mediante la herramienta informática ArcGis, los mapas de ruido necesarios para demostrar el comportamiento espacial del contaminante.

Al finalizar el estudio se encontró que el ruido ambiental es causado principalmente por los

vehículos de diferentes tipos que circulan en el distrito. Las fuentes minoritarias de ruido corresponden a industrias y comercios.

Luego del respectivo análisis, los cuatro lugares que preferencialmente deberían tener estaciones para la red de monitoreo de ruido en la ciudad de Quito son: Estación Camal, Estación Centro, Estación Jipijapa y Estación La Delicia, debido a sus características especiales en cuanto a sus altos niveles de ruido y densidad poblacional, importantes actividades comerciales, ubicación estratégica respecto a nuevos polos de desarrollo comercial y cercanía con vías de elevada circulación vehicular.

**Descriptores:** Ruido Ambiental, Mapa de Ruido, Decibel, Límite máximo permisible, Leq, SIG, Sonómetro, Tráfico Vehicular, Uso de suelo

## **ABSTRACT**

The present document is part of a four-volume study that contains the results of a long term program of noise monitoring proposed by CORPAIRE to the Faculty of Environmental Sciences of International University SEK. This program consisted in monitoring 19 points or stations within the Metropolitan District of Quito during the first semester of 2009. The final goal of the program was to develop a detailed map of noise in order to define the best locations to establish a basic net for environmental noise monitoring.

The Metropolitan District of Quito (DMQ) was divided in four zones, containing 5 stations each.. The measurements were taken every month, in different days of the week since February until June 2009. At the end of the monitoring, 3 samples (morning, afternoon and night) of each station, for every month were collected. A “sample” consists of one minute measurements of noise, taken on 16 points around the “zero point” Those 16 points correspond to quartiles 25 m, 50 m, 75 m and 100 m from the zero point , in every cardinal direction.

This document analyzes the results of the monitoring on Zone 2 of the DMQ. This zone includes the stations located in Calderon, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco.

The final data was used to develop noise maps of the District in order to demonstrate the spatial behavior of noise. Software like ARCGIS and Microsoft EXCEL were vital for the correct treatment of data.

The basic conclusion of the study is that the main source of noise is traffic of every kind. It was also demonstrated that a minor amount of noise is produced by industries and commercial activities.

Finally and after a wide analysis, four locations were chosen as principal options to place stations for the monitoring net of Quito: Camal, Centro, Jipijapa and La Delicia. Their special

characteristics such as noise level, population density, commercial activities and strategic location were accounted for such analysis.

Keywords: Environmental Noise, Noise Map, Decibel, Leq, GIS, Sonometer, Traffic, Vehicles.

## **CAPITULO I INTRODUCCION**

### **1.1 Planteamiento del Problema.**

El constante crecimiento y economía ascendente de las ciudades acarrearán problemas en diversos sentidos. Muchos de aquellos problemas involucran la degradación de las condiciones del ambiente, como calidad de aire, del paisaje, de aguas, entre otras. El Distrito Metropolitano de Quito, al ser la ciudad más importante del Ecuador, tampoco escapa a esta tendencia, por lo que se ha visto necesaria la implementación de diferentes sistemas de monitoreo y control de las variables implicadas. Se ha puesto un gran énfasis en varios campos de importancia, como la calidad de aire y al control de desechos, sin embargo se ha subestimado a la contaminación acústica y sus efectos.

Es importante recalcar que, como en el caso de muchos contaminantes ambientales, existen diversas normativas que regulan los niveles máximos de ruido permitidos. Sin embargo, y lastimosamente, sólo existen normas aplicables a la emisión de ruido por fuente fijas, mas no a la exposición al ruido ambiental. Esta falta de legislación, agregada al uso de tecnologías antiguas en vehículos, maquinarias y equipos, al escaso mantenimiento vial y de maquinaria, a la falta de previsión en los sistemas de movilización y al desconocimiento de los efectos adversos del ruido, causa una inoperatividad en cuanto a labores de control y mitigación de ruido.

Debido a los problemas crónicos que genera este contaminante, especialmente en la salud de las personas, su control se ha vuelto imprescindible. El primer paso fundamental para concretar esta vigilancia, es la cuantificación del ruido mediante sonometrías continuas para determinar el nivel de exposición al ruido ambiental. Esta es la razón por la cual, establecer un sistema de monitoreo constante del ruido en la región, se ha vuelto una cuestión crítica dentro del tema de planificación de la ciudad y para ello, el Distrito Metropolitano de Quito debe contar con un estudio técnico que establezca los niveles reales de ruido y su distribución espacial en la ciudad. Dicho estudio debe estar claramente desarrollado tomando en cuenta los puntos de mayor

presión sonora y densidad poblacional, así como sus respectivas ubicaciones en el DMQ mediante sistemas de información geográfica.

## **1.2 Objetivos.**

El principal objetivo de este estudio fue la determinación de los puntos más idóneos para el establecimiento de las estaciones de la Red de Monitoreo de Ruido de Quito. Para lograr este objetivo fundamental, fue necesario cumplir otros objetivos previos, como la identificación de los factores que influyen la variación del ruido en cada uno de los puntos de muestreo establecidos y el desarrollo de un mapa de ruido ambiental del DMQ

## **1.3 Antecedentes.**

Con el fin de determinar los niveles de ruido a lo largo de la ciudad, CORPAIRE llevó a cabo una serie de muestreos durante el año 2007, conducidos por la empresa consultora DECIBEL- Esta sucesión de monitoreos fue realizada en diferentes zonas del distrito, tanto en parroquias urbanas como rurales.

Aunque la finalidad de ambos estudios era similar, el monitoreo de DECIBEL y el presente trabajo difieren en cuanto a la metodología, pues, mientras este documento detalla muestreos de un minuto y en un periodo de 5 meses, las mediciones de DECIBEL se realizaron integrando durante 10 minutos, una sola vez, por lo que sus resultados no son valores de ruido ambiental, si no de exposición al ruido. Esta gran diferencia implica que no se pueden utilizar esos datos para adicionarlos a las medidas obtenidas en este estudio. Sin embargo, en el Anexo 4, se incluyen las tablas de datos recogidos por DECIBEL y dos mapas, realizados por los autores del presente trabajo, con la misma metodología utilizada para la creación de los mapas de este estudio.

## **CAPITULO II MARCO TEORICO**

### **2.1 Definiciones.**

#### **2.1.1 Ruido.**

De acuerdo al Dr. Ferran Tolosa Cabaní (2003), “el ruido es todo sonido compuesto de múltiples frecuencias, no articulado, de cierta intensidad, y que puede molestar o perjudicar a las personas”<sup>1</sup>. Según la Ing. Katty Coral (2008), el ruido es “todo sonido percibido no deseado por el receptor y que además, como todo agente físico, cuenta con sus propias características:

- No produce efectos acumulativos en el ambiente, pero si puede hacerlo en los seres vivos.
- Su área de influencia es menor a la de otros contaminantes atmosféricos.
- No se propaga por medio de otros sistemas naturales como el viento.
- El ruido tiene dos componentes, uno objetivo y uno subjetivo. El componente objetivo es el sonido en si, por ende puede ser medido y cuantificado. En tanto que el componente subjetivo es aquel en el cual el ruido es definido por la sensación que produce en el receptor y que por lo tanto no se sujeta a medición alguna.”<sup>2</sup>

Es debido a estas características físicas que se considera al ruido como un contaminante atmosférico y por lo tanto requiere la misma atención que cualquier otro elemento con la misma cualidad.

#### **2.1.2 Decibel.**

“Unidad dimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad media y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para descubrir niveles de presión, de potencia o intensidad sonora.”<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares Tomado de ruidos.org página de Granada contra el Ruido San Marcos, 5, 2ºE, 18005 Granada CIF : G18532036 -- Nº Reg. Prov. Asociaciones: 00/3.892, Secc. 1ª granada@ruidos.org.

<sup>2</sup> Coral, Katty. “Control de la Contaminación por Ruido” 2008.

<sup>3</sup> Definiciones del LIBRO VI ANEXO 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria 2002.

### 2.1.3 Fuente Fija.

“La fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social”<sup>4</sup>

### 2.1.4 Nivel de Presión Sonora.

“Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo media y una expresión sonora de referencia. Matemáticamente se define.

$$NPS = 20 \log_{10} \left[ \frac{PS}{20 * 10^{-6}} \right] \quad (1)$$

Donde PS es la presión sonora expresada en Pascales(N/m<sup>2</sup>)”<sup>5</sup>

### 2.1.5 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq).

“Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A (dB(A)), que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido”<sup>6</sup>

### 2.1.6 Receptor.

“Persona o personas afectadas por el ruido”<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> Definiciones del LIBRO VI ANEXO 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria 2002

<sup>6</sup> Ibid.

<sup>7</sup> Ibid.

### **2.1.7 Respuesta Lenta.**

“Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de un segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) lento.”<sup>8</sup>

### **2.1.8 Ruido Estable.**

“Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora en un rango inferior o igual a 5dB(A) Lento, observado en un periodo de tiempo igual a un minuto.”<sup>9</sup>

### **2.1.9 Ruido Fluctuante.**

“Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5dB(A) Lento, observado en un periodo de tiempo igual a un minuto.”<sup>10</sup>

### **2.1.10 Ruido Imprevisto.**

“Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5dB(A) Lento en un intervalo mayor a un segundo.”<sup>11</sup>

### **2.1.11 Ruido de Fondo**

“Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por fuente objeto de evaluación”<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Definiciones del LIBRO VI ANEXO 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria 2002

<sup>12</sup> Ibid.

### **2.1.12 Mapa de Ruido.**

Conjunto de mediciones del nivel sonoro de un determinado lugar que han sido plasmadas en un mapa geográfico y que muestran el nivel de presión, potencia o intensidad sonora de dicho sitio. En la actualidad los mapas de ruido se generan a partir de Sistemas de Información Geográfica.<sup>13</sup>

### **2.2 Características Físicas de Sonido.**

El sonido se produce por la vibración de los cuerpos: cualquier superficie que vibre genera perturbaciones análogas en el medio que se encuentra. Esa es la manera más sencilla de generar sonido.

Según Pablo Iglesias (2004), cualquier sonido sencillo, como una nota musical, puede describirse en su totalidad especificando tres características de su percepción: el tono, la intensidad y el timbre. Estas características corresponden exactamente a tres características físicas: la frecuencia, la amplitud y la composición armónica o forma de onda

La Intensidad, que depende de la amplitud, distingue un sonido fuerte de uno débil.

El Tono, relacionado con la frecuencia, diferencia un sonido agudo (tono alto) de un sonido grave (tono bajo).

El Timbre, dependiente de la forma de onda, distingue dos sonidos de la misma intensidad y tono, pero producido por distintas fuentes.<sup>14</sup>

### **2.3 Fuentes de contaminación por ruido.**

Existen tres focos de emisión de ruido que se relacionan con la forma que poseen, así, los focos pueden ser:

---

<sup>13</sup> Grupo de Acústica, Curso de Acústica en Bachillerato, Aplicaciones al estudio del ruido, <http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html>, 2003.

<sup>14</sup> Iglesias Simón, Pablo. "El diseñador de sonido: función y esquema de trabajo" ADE-Teatro N° 101. Julio-agosto de 2004. Páginas 199-215.

- Puntuales: Generadores de electricidad, maquinaria vibratoria etc.
- Espaciales: Discotecas, fábricas, etc.
- Lineal: un tren en movimiento, un avión y en general cualquier máquina que se desplace.<sup>15</sup>

Es importantísimo notar que el ruido se disipa de manera constante desde su fuente hasta una distancia determinada del punto de emisión en el que se vuelve imperceptible

En el ambiente urbano, la acumulación de diferentes ruidos produce la muy conocida contaminación sonora o acústica. Las fuentes de dicha contaminación son, entre otras:

- Vehículos en funcionamiento: buses, automóviles, tranvías, metros, maquinaria.
- Congestionamientos vehiculares: constante frenado, aceleración y pito.
- Equipos industriales.
- Obras de construcción y mantenimiento civil.
- Actividades deportivas y multitudinarias
- Aviones en vuelo bajo.
- Mercados y locales comerciales.
- Exendedores ambulantes: fruta, gas, etc

## **2.4 Efectos del Ruido en las Personas.**

Los efectos del ruido sobre el ser humano son ampliamente desconocidos por la sociedad. Por ejemplo, mucha gente ignora que el potencial de daño auditivo de una fuente de ruido no solo depende de su volumen, sino también de su duración. La siguiente tabla muestra los efectos de diferentes niveles de ruido, en diversos ambientes y tiempos de exposición:

---

<sup>15</sup> Instituto Nacional de Comunicación Humana, “Temas Básicos de audiología”, Editorial Trillas, México 2003

<b>Ambiente</b>	<b>Efecto crítico en la Salud</b>	<b>Nivel de sonido (dBA)</b>	<b>Tiempo de Exposición (horas)</b>
Areas abiertas	Molestia	50 - 55	16
Espacios Cerrados	Dificultad de habla	35	16
Dormitorios	Perturbación del sueño	30	8
Aulas de Clase	Perturbación en la comunicación	35	1
Areas comerciales, industriales y de tráfico	Sordera	70	24
Escuchar música con audífonos	Sordera	85	1
Ceremonias y entretenimiento	Sordera	100	4

(Organización Mundial de la Salud, "Occupational and community noise", 2001)

Del cuadro precedente, es fácilmente deducible la necesidad y la importancia de controlar y mitigar el ruido.

De manera general, un ambiente sonoro con un promedio de 70 dB se acepta como inocuo<sup>16</sup>, sin embargo, este elevado promedio es, cada vez más fácilmente rebasado en áreas urbanas; por lo cual, día tras día, son más las personas que sufren problemas fisiológicos relacionados con el ruido.

#### **2.4.1 Efectos fisiológicos.**

##### **2.4.1.1 Pérdida de capacidad auditiva.**

La exposición prolongada a ciertos niveles de ruido puede degenerar en una pérdida total de la audición. Esto es claramente observable en personas que laboran en ambientes ruidosos (fábricas, talleres cerrados, ensambladoras, etc.), por lo que la Organización Mundial de la Salud recomienda un límite de exposición ocupacional al ruido de 85 dB por 8 horas que, se estima, protegería de perder la audición a la mayoría de gente después de 40 años de labores.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Occupational and community noise", Organización Mundial de la Salud, febrero 2001

<sup>17</sup> Ibid.

### **2.4.1.2 Efectos fisiológicos no auditivos.**

La exposición a ruidos intempestivos produce en el sistema nervioso una serie de perturbaciones funcionales como respuesta de defensa del organismo ante una agresión externa. Entre esos cambios están, por ejemplo, aumento de la presión arterial, tensión muscular, descargas hormonales, aceleración del ritmo cardíaco y respiratorio, etc.

Los niveles de ruido altos también se consideran factores desencadenantes de algunas enfermedades cardiovasculares, del nerviosismo y de trastornos mentales.<sup>18</sup>

### **2.4.2 Efectos sobre el sueño.**

El ruido afecta negativamente el sueño en tres maneras diferentes:

- Generando dificultad o imposibilidad para dormir.
- Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar no sólo depende de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre este y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45 dBA la probabilidad de despertar es muy alta.
- Disminuyendo la calidad del sueño, acortando las fases más profundas del mismo, lo que aumenta la influencia de los efectos fisiológicos no auditivos.

Como consecuencia de todo lo anterior, la persona no contará con sueño reparador y sus capacidades se verán mermadas al día siguiente. Si la situación se torna crónica, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.<sup>19</sup>

### **2.4.3 Efectos sobre la comunicación.**

Las conversaciones mantienen, en tono normal, un nivel de entre 50 y 55 dBA pero pueden alcanzar 75 a 80 dBA si se las realiza a gritos. Se estima que, para que una palabra sea perfectamente entendible es necesario que su intensidad supere al ruido de fondo en 15 dB

---

<sup>18</sup> “Guidelines for Community Noise”, Organización Mundial de la Salud, 1999

<sup>19</sup> Ibid.

aproximadamente. Por lo tanto, en condiciones normales, un ruido superior a 35 o 40 dB produce en la comunicación oral dificultades que pueden salvarse, parcialmente, elevando el tono de voz. Sin embargo, a partir de 65 decibeles de ruido, mantener una conversación se vuelve demasiado complicado.

Esta molesta característica del ruido se debe a su naturaleza no aditiva, es decir, que los ruidos no se suman sino que se ocultan el uno al otro. Por eso, ante un nivel mayor de decibeles, un sonido más tenue (como la voz humana) se verá opacado y se corre el riesgo de perder la información que se intercambiaba. Estas pérdidas de información pueden acarrear mayores peligros si es una señal de advertencia o alerta la que ha sido opacada.<sup>20</sup>

#### **2.4.4 Efectos sobre el trabajo.**

Aparte de los efectos sobre el sueño que se traducen en una baja de eficiencia, el ruido disminuye la concentración cuando se realiza una tarea específica.

El ruido puede alterar el estado de alerta y contribuye a aumentar o disminuir la eficiencia de un trabajo. Es por eso que los trabajos que requieren mayor precisión y concentración deben llevarse a cabo en ambientes silenciosos.<sup>21</sup>

#### **2.4.5 El estrés.**

Las personas que hayan sufrido de forma crónica todos o algunos de los efectos del ruido, mencionados anteriormente, desarrollan una o varias de las afecciones siguientes:

- Cansancio crónico o Astenia,
- Insomnio,
- Enfermedades cardiovasculares,
- Trastorno del sistema inmune,

---

<sup>20</sup> Occupational and community noise”, Organización Mundial de la Salud, febrero 2001

<sup>21</sup> Ibid.

- Trastornos psicofísicos: ansiedad, manías, depresión, irritabilidad, náuseas, jaqueca y, en menor grado, neurosis o psicosis
- Cambios conductuales: hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.<sup>22</sup>

## 2.5 Marco Legal.

### 2.5.1 Norma Técnica para el control de ruido causado por fuentes fijas y móviles. Ordenanza Metropolitana No. 213

Esta norma tiene por objeto determinar los métodos y procedimientos para la determinación de los niveles de ruido ambiental provenientes de fuentes fijas y móviles, y los límites permisibles para emisiones de ruido de vehículos.

TABLA 1. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE: NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona Equipamientos y Protección <sup>(1)</sup>	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple <sup>(2)</sup>	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 <sup>(3)</sup>	65	55
Zona Industrial 3, 4, 5 <sup>(4)</sup>	70	60

Notas:

<sup>[1]</sup> Equipamientos se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. Uso de Protección Ecológica, es el suelo destinado al mantenimiento o recuperación de ecosistemas por razones de calidad ambiental y de equilibrio ecológico.

<sup>[2]</sup> Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.

<sup>[3]</sup> Industria de tipología de mediano impacto ambiental.

<sup>[4]</sup> Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.

<sup>22</sup> Ibid.

**TABLA 2 NIVELES PERMITIDOS DE RUIDO PARA AUTOMOTORES**

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA [rpm]	NPS MÁXIMO (dB[A])
Motocicletas o similares	Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos	De 4.000 a 5.000	90
Vehículos livianos	Automotores de cuatro ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos.	De 2.500 a 3.500	88
Vehículos pesados para carga	Automotores de cuatro ó más ruedas, destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilogramos.	De 1.500 a 2.500	90
Buses, busetas	Automotores pesados destinados al transporte de personas, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilos.	De 1.500 a 2.500	90

### 2.5.2 Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas según el TULAS

“Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 1.”

**TABLA 1  
NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO**

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

(tomada del Libro VI, Anexo V del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria)

### 2.5.3 Guías para el ruido urbano, Organización Mundial de la Salud

Cuadro 1 : Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

Ambiente Especifico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]	Tiempo [horas]	L <sub>max</sub> fast [dB]
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16	
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de clase e interior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño	30	Durante el descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia (fuente externa)	55	Durante el juego	-
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer	30	16	-
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	#1		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24	110
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año)	100	4	110
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1	110
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 #4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas	Deficiencia auditiva (adultos)	-	-	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	-	-	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación	Interrupción de la tranquilidad	#3		

#1: Lo más bajo posible.

#2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído.

#3: Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

#4: Con audífonos, adaptado a valores de campo libre.

## CAPITULO III MARCO METODOLOGICO

### 3.1 División de las Estaciones.

Previamente a la realización de este estudio se coordinó una reunión con representantes de CORPAIRE con el fin de determinar las diferentes estaciones en las cuales se realizarían los monitoreos. La lista de puntos destinados para esta investigación se detalla en la siguiente tabla:

**TABLA 1: Estaciones proporcionadas por CORPAIRE**

ESTACIONES		Adm. Zonal	Dirección
1	Pablo Arturo Suárez	La Delicia	Hospital Pablo Arturo Suárez
2	Estación Norte	Eugenio Espejo	En la Adm Zonal Norte
3	Mariscal	Eugenio Espejo	Cordero y Reina Victoria. Junto a Torres Ecuatoriana
4	La Alameda	Manuela Saenz	Observatorio Astronómico
5	Estación Centro	Manuela Saenz	Terraza de la Radio Municipal (ex Hogar Javier, García Moreno N2-57 y Sucre)
6	Eloy Alfaro	Eloy Alfaro	Alonso de Angulo Y Chiriboga. Adm. Zonal Eloy Alfaro.
7	Quitumbe	Quitumbe	Quitumbe Y Ñusta. Adm Zonal Quitumbe
8	Tumbaco	Tumbaco	Juan Montalvo E interoceánica. Adm Zonal Tumbaco
9	Los Chillos	Valle de los Chillos	Ilaló entre Pastaza y Corrientes. Adm Zonal Los Chillos
10	Calderón	Calderón	Padre Luis Vaccari N°976 y Cap. G. Calles. Adm Zonal Calderón
11	La Delicia	La Delicia	Prensa N66-101 y Cap. Ramon Chiriboga. Adm Zonal La Delicia
12	COFAVI	Eugenio Espejo	José Ma. Borrero Y Manuel Matheus. Est Bomberos
13	SOLCA	Eugenio Espejo	Eloy Alfaro Y los Pinos.
14	Carapungo	Calderón	Edificio Andinatel Carapungo (Super Manzana B, el Verjel S/N)
15	Cotocollao	La Delicia	Museo Cotocollao(Santa Teresa #70-121 entre Ignacio Loyola y Alfonso del Hierro)
16	Jipijapa	Eugenio Espejo	Patio de la Dirección Metropolitana Ambiental (Río Coca 1731 e Isla Fernandina)
17	Belisario	Eugenio Espejo	Terraza del Edificio Administrativo del Colegio San Gabriel (Av. América 3541)
18	El Camal	Eloy Alfaro	Terraza del Hosp. Patronato Municipal San José Sur (Adrián Navarro 1660 e Hinostraza)
19	Guamaní	Quitumbe	Patio de la Escuela Julio Enrique Moreno (Patricio Romero S/N y Lucía Alban)

Para efectos del presente trabajo, se acordó dividir al Distrito Metropolitano en cuatro áreas para repartir los puntos de la siguiente manera:

**TABLA 2: División de Estaciones de Monitoreo por Zonas.**

Participante	Zona	ESTACIONES		Adm. Zonal
		Nº	Nombre	
J. Fco Díaz I.	1	3	Mariscal	Eugenio Espejo
		6	Eloy Alfaro	Eloy Alfaro
		7	Quitumbe	Quitumbe
		18	El Camal	Eloy Alfaro
		19	Guamaní	Quitumbe
Fco. J Rubianes L.	2	5	Estación Centro	Manuela Saenz
		8	Tumbaco	Tumbaco
		9	Los Chillos	Valle de los Chillos
		10	Calderón	Calderón
		14	Carapungo	Calderón
Nadia Vásquez L.	3	2	Estación Norte	Eugenio Espejo
		4	La Alameda	Manuela Saenz
		16	Jipijapa	Eugenio Espejo
		17	Belisario	Eugenio Espejo
Andrés Izurieta C.	4	1	Pablo Arturo Suárez	La Delicia
		11	La Delicia	La Delicia
		12	COFAVI	Eugenio Espejo
		13	SOLCA	Eugenio Espejo
		15	Cotocollao	La Delicia

De esta manera, los puntos que forman parte del presente Trabajo de Fin de Carrera corresponden a las estaciones de la zona 2: Centro, Tumbaco, Los Chillos, Calderón y Carapungo.

### 3.2 Descripción de las Áreas de Estudio.

Todas las Referencias de las áreas de estudio que se muestran a continuación han sido obtenidas de las páginas web del Gobierno Municipal del DMQ correspondientes a cada administración zonal. Los datos meteorológicos como temperatura, precipitación y humedad fueron tomados de los boletines del INAMHI<sup>23</sup> salvo en donde se explique otra fuente.

<sup>23</sup> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología <http://www.inamhi.gov.ec>

### **3.2.1 Estaciones Calderón y Carapungo**

#### Localización política:

Tanto la estación CALDERÓN como la estación CARAPUNGO se encuentran en la parroquia Calderón, dentro de la Administración Zonal Calderón, la cual está ubicada al Noreste del Distrito Metropolitano. Su uso de suelo corresponde a RESIDENCIAL (ver ANEXO 3)

#### Clima:

Situada a una altura de 2.500 m.s.n.m., esta parroquia cuenta con un clima cálido-templado y seco, con temperaturas entre 10 y 25 °C como en la generalidad de la ciudad de Quito.

#### Población:

Cerca de 85000 personas habitan en la parroquia de Calderón, la que cuenta con una tasa de crecimiento y densidad poblacional en constante aumento debido a su proximidad a la ciudad y a su capacidad de desarrollo comercial e industrial. Este fenómeno genera cada vez mayores congestiones vehiculares que impactan directamente en los niveles de ruido ambiental de la zona.

#### Industria:

La parroquia de Calderón es una zona en expansión industrial y microempresarial. Entre las ocupaciones propias de la población están la agricultura (Guabas, guayabas, aguacates, limón, maíz, fréjol, habas, arvejas) y la artesanía (tallado en la madera, el repujado en cuero, los tejidos, y el tradicional mazapán)

También es fácil encontrar concesionarias de vehículos, mecánicas, aserraderos, restaurantes, mercados y locales comerciales de todo tipo.

#### Ubicación y Características de la estación Calderón:

- El punto cero de la estación está ubicado en la esquina de la Av. Padre Luis Vacari y Capitán Giovanni Calles, fuera del edificio de Adm. Zonal Calderón

- Coordenadas Geográficas: 0° 6'16.87"S 78°27'14.16"O

El punto cero de la estación Calderón se encuentra en la intersección de una avenida principal y una calle de menor importancia, las mismas que carecen de pendiente. La avenida Luis Vacari es una vía amplia, de circulación rápida y cuyo material de calzada es asfalto, el cual se encuentra en condiciones intermedias de desgaste, es decir, presenta pequeños baches y parches, así como una aspereza pronunciada debida al uso continuo. La avenida Giovanni Calles posee una alta circulación vehicular en su extensión sur, misma que exhibe una similar calidad de asfalto que la avenida Vacari. La extensión norte de la av. Calles luce una calzada de asfalto en iguales condiciones de desgaste que las mencionadas anteriormente, aunque el tránsito que por ella circula es menor. La presencia de un semáforo en la intersección provoca un constante frenado y aceleración de los vehículos. (ver ANEXO 5.1)

La zona, aunque mayoritariamente residencial, presenta varios locales comerciales así como un supermercado, por lo que la afluencia peatonal también es elevada.

#### Ubicación y Características de la estación Carapungo:

- Se encuentra fuera del edificio de Andinatel de Carapungo, el Verjel S/N Super Manzana B Segunda Etapa.
- Coordenadas Geográficas: 0° 5'43.79"S 78°26'58.68"O

El punto cero de la estación corresponde a la intersección de la calle El Verjel y Las Piedras, , ambas calles carecen de pendiente y presentan escaso tráfico y afluencia de gente.. La calle Verjel presenta calzada de adoquín con desgaste medio y poca actividad comercial. La calle que interseca la principal, Las Piedras, es una pequeña vía de doble sentido, con adoquín relativamente nuevo en su extensión norte y lastre en mal estado en la parte sur. El transito en la calle Las Piedras es prácticamente inexistente. Las mayores fuentes de ruido provienen de las residencias del lugar, varias de las cuales presentaron, al momento de las mediciones, volúmenes altos de música. Otra fuente representativa de ruido es el Centro de Educación Integral "Espíritu

Santo”, una escuela cercana que produce mayores niveles del contaminante al medio día, cuando los estudiantes abandonan el edificio. (ver ANEXO 5.2)

### **3.2.2 Estación Centro**

#### Localización política:

La estación CENTRO se ubica en la parroquia Centro Histórico, dentro de la Administración Zonal Manuela Sáenz. Su uso de suelo corresponde a ZONA DE EQUIPAMIENTO. (ver ANEXO 3)

#### Clima:

Esta parroquia del DMQ se encuentra aproximadamente a 2750 m.s.n.m. y presenta temperaturas entre los 10°-25°C, una humedad promedio de 80% y precipitación media de 84,5 mm anuales<sup>24</sup>

#### Industria:

El Centro Histórico es una zona mayormente dedicada a actividades turísticas-comerciales. En sus calles están los museos más importantes de la ciudad, además de un sinnúmero de galerías, iglesias y capillas. Es fácil encontrar almacenes de todo tipo de productos, restaurantes, cafés y otros servicios de atención a los turistas, por lo que es una zona de alta concurrencia.

A pesar de las medidas tomadas por la municipalidad para limitar la circulación de vehículos, con el fin de mejorar la calidad ambiental en cuanto a aire y acústica, la constante afluencia de grandes cantidades de personas contribuye a la generación de niveles considerables de ruido ambiental

---

<sup>24</sup> Tomado del Servicio de Información Meteorológica Mundial de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) <http://wwis.inm.es/137/c00291.htm>

### Ubicación y Características de la estación Centro:

- El punto cero de la estación Centro se ubica frente a la Radio Municipal en la García Moreno N2-57 entre Sucre y Bolívar, a 50 metros al sur de la Iglesia de la Compañía de Jesús.
- Coordenadas Geográficas: 0°13'17.47"S 78°30'50.03"O

Por encontrarse en la mitad de la cuadra entre las calles Sucre y Bolívar, sólo se tuvieron 8 puntos de muestreo correspondientes a los cuartiles 25 a 100 m en dirección Sur – Norte a lo largo de la calle García Moreno. Esta calle no presenta ningún tipo de pendiente y exhibe una capa asfáltica en muy buen estado, prácticamente lisa, lo que reduce la generación de ruido. Así mismo, otra característica que contribuye a limitar los niveles de ruido, es la velocidad a la que circula el tráfico en la zona, misma que es lenta y constante, sin mayor necesidad de frenados y aceleración. Las mayores fuentes de ruido son la constante presencia de peatones y los diversos negocios de la zona, muchos de los cuales presentan altos volúmenes en sus equipos de música. (ver ANEXO 5.3)

### **3.2.3 Estación Los Chillos:**

#### Localización política:

La estación Los Chillos se encuentra en la parroquia Alangasí y forma parte de la Administración Zonal Los Chillos, ubicada al suroriente de la ciudad de Quito. El uso de suelo de esta estación corresponde a ZONA RESIDENCIAL (ver ANEXO 3)

#### Clima:

Por estar en un parte baja del distrito (2500 m.s.n.m.), esta parroquia rural cuenta con un clima más cálido que la parte urbana de la ciudad. Se estima que tanto la temperatura como precipitación media anual son similares al resto del cantón (10°-25° C y de 84,5 mm respectivamente)

### Población:

Según estimaciones realizadas a partir del Censo poblacional realizado en el 2001 por el INEC, en la parroquia de Alangasí habitan 25000 personas.

### Industria:

El Valle de los Chillos es conocido entre los lugareños como el “dormitorio de Quito” pues una gran cantidad de residentes se trasladan cada día a trabajar en la ciudad. Este comportamiento es claramente visible en la parroquia de Alangasí, cuya vía de salida hacia Quito, conocida como “el Triángulo”, sufre de congestionamientos muy graves durante las horas pico. Sin embargo, la actividad comercial y turística de la parroquia es considerable, esto debido principalmente a que la parroquia constituye un destino turístico predilecto entre los ciudadanos. Es común encontrar pequeños comercios, restaurantes y picanterías en toda la parroquia.

Otra industria importante de la parroquia es la agricultura, cuyos referentes más significativos son el maíz choclo y las papas. Además de la agricultura y los servicios turísticos, existen otras industrias en la zona, como aserraderos, mecánicas, ferreterías y talleres de diversa naturaleza.

### Ubicación y Características de la estación Los Chillos:

- El punto cero de esta estación se encuentra en la esquina de la Av. Ilaló y Pastaza junto al edificio de la Administración Zonal Los Chillos.
- Coordenadas Geográficas: 0°17'52.13"S 78°27'20.38"O

El punto cero de la estación se encuentra en la intersección de una amplia avenida principal y una transversal secundaria. Ambas vías carecen de pendiente y presentan asfalto en su calzada. La avenida Ilaló es una vía rápida, con una densidad vehicular relativamente constante, aumentando ligeramente en horas pico (entre 7 y 8 de la mañana y al medio día). Su superficie de rodadura es lisa y sin presencia de agujeros. A lo largo de esta avenida se encuentran numerosos locales comerciales y un pequeño aserradero, ubicado en la intersección con la calle

Pastaza la misma que tiene una calzada en buen estado pero que presenta una aspereza considerable debida al uso propio de la vía. En esta calle existen pocos locales comerciales y el tráfico es moderado. Es importante mencionar que en el cuartil 100 norte se encuentra la entrada a la unidad educativa Jacques Dalcroze por lo que los niveles de ruido, tanto al comenzar, como al finalizar la jornada educativa, son mayores que durante el resto del día.

Las principales fuentes de ruido en la zona son el tráfico vehicular y las actividades realizadas en el aserradero. La presencia de peatones es escasa, pero constante, por lo que los niveles de ruido son igualmente estables. (ver ANEXO 5.4)

### **3.2.4 Estación Tumbaco**

#### Localización política:

La estación Tumbaco está en la parroquia del mismo nombre y pertenece a la Administración Zonal Tumbaco localizada al este del área urbana del distrito. Su uso de suelo corresponde a ZONA RESIDENCIAL. (ver ANEXO 3)

#### Clima:

Al igual que el valle de Los Chillos, el valle de Tumbaco se halla en una zona baja del distrito con 2500 m.s.n.m., por lo cual el clima es más cálido que en la ciudad. La temperatura oscila entre 10°-25° C y la precipitación media anual se mantiene en 84,5 mm.

#### Población:

38.498 habitantes (estimado 2008)

#### Industria:

Esta zona posee vastos lugares para el cultivo de maíz, fréjol, frutales, eucaliptos, alfalfa, arveja, cebada, hortalizas de ciclo corto lenteja, quinua, tomate, avena, pino, ciprés, nogal, flores, alcachofas y fresas. Las aves de corral y los cerdos constituyen importantes fuentes de ingresos.

### Ubicación y Características de la estación Tumbaco:

- El punto cero de la estación Tumbaco se encuentra en la esquina de la Av Interoceánica y Juan Montalvo.
- Coordenadas Geográficas: 0°12'52.97"S 78°24'22.48"O

La avenida Interoceánica es una vía muy transitada por vehículos de todo tipo, gran parte de los cuales son buses y camiones de carga. Esto se debe a que es una de las principales rutas de salida de la ciudad hacia el oriente del país. Debido a su importancia, la calidad del asfalto es óptima, sin embargo presenta una aspereza considerable debida, precisamente, a la densidad de tráfico de la vía. La calle Juan Montalvo es en su parte norte, un camino de asfalto con gran afluencia vehicular y peatonal. La actividad comercial en esta sección de la calle esta en auge y los niveles de ruido son, aunque más bajos que en la av. Interoceánica, relativamente altos. La dirección sur de la calle Juan Montalvo es mucho más tranquila: tanto la cantidad de vehículos como de peatones es inferior y la actividad comercial es escasa. En ambos sentidos, la capa asfáltica se encuentra en buen estado.

La principal fuente de ruido es, sin lugar a dudas, la avenida Interoceánica y su constante tráfico. La presencia de un semáforo en la intersección provoca la necesidad de frenar y acelerar, por lo que el problema se ve agravado. La actividad comercial de la zona también es una fuente representativa de ruido. (ver ANEXO 5.5)

### **3.3 Procedimiento de Muestreo.**

#### **3.3.1 División espacial del área de muestreo**

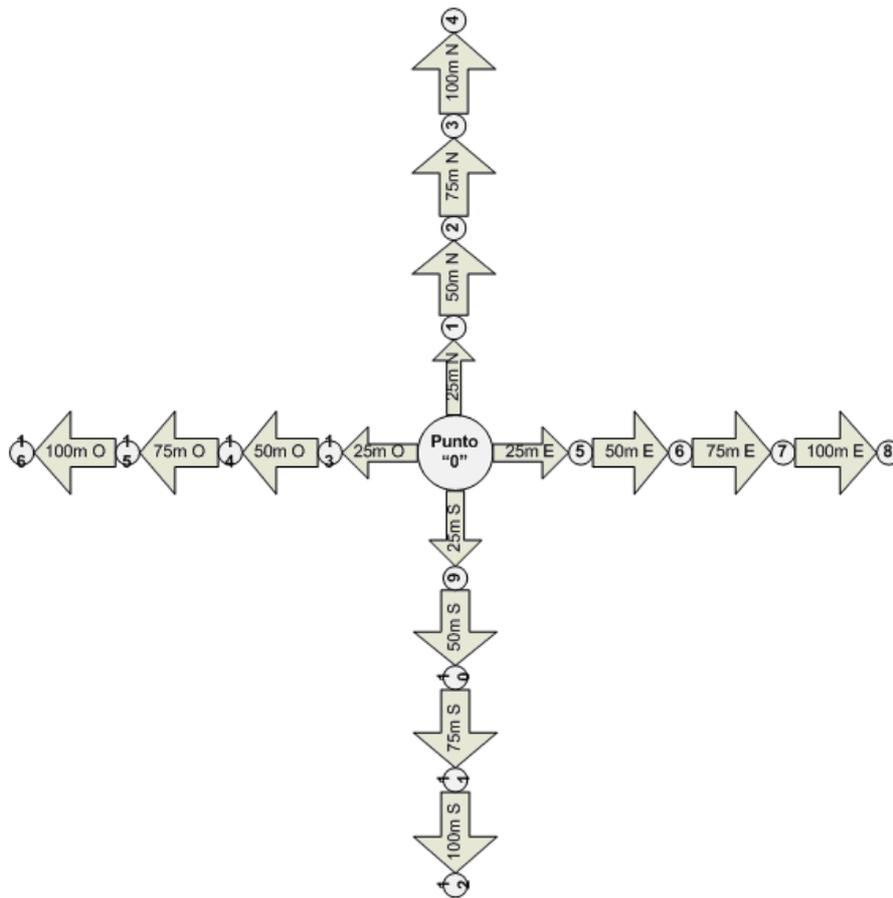
El área de muestreo comprende cinco estaciones designadas por CORPAIRE. En cada estación se determinó un “punto cero”, del cual parten cuatro ejes de 100 metros de longitud, que están dirigidos hacia los cuatro puntos cardinales. Cada eje está compuesto por cuatro cuartiles,

separados entre sí por 25 metros de longitud. De esta manera, cada estación tiene teóricamente los siguientes 16 cuartiles:

- Norte: 25N, 50N, 75N y 100N.
- Este: 25E, 50E, 75E y 100E.
- Sur: 25S, 50S, 75S y 100S.
- Oeste: 25O, 50O, 75O y 100O.

En la Figura 1, se explica gráficamente la división espacial del área de muestreo.

**FIGURA 1: Diagrama de Muestreo**



### **3.3.2 Horarios de Monitoreo**

Con el objetivo de formar una base datos con un universo de muestras significativo, que contenga datos de horas de alto tráfico como de horas de baja circulación vehicular, se determinaron tres horarios de monitoreo:

- Por la mañana, de 06:00 hasta 11:59
- Por la tarde, de 12:00 hasta 17:59
- Por la noche de 18:00 hasta las 24:00

Conforme a lo especificado en la normativa nacional para ruido de fuentes fijas, también se tomaron datos de ruido de fondo, mismo que sirve para tener una idea de la intensidad de ruido cuando existe una mínima afluencia de tráfico vehicular.

### **3.3.3 Días de Monitoreo**

Con el mismo objetivo del punto anterior, cada estación se monitoreó al azar durante los siete días de la semana, procurando tener mediciones tanto en días laborables como en fines de semana e inclusive feriados.

### **3.3.4 Toma de Muestras.**

La duración de toma de cada muestra fue de un minuto. Durante ese tiempo, cada 15 segundos, el sonómetro era girado 90 grados en dirección horizontal hacia la derecha, hacia cada punto cardinal, con el fin de que la muestra sea compuesta, en función del tiempo y del espacio, y tener un dato representativo de todo el radio de influencia que tiene cada punto de monitoreo.

Por otra parte, cada estación fue monitoreada tres veces por mes, una vez por cada horario, es decir, durante la mañana, tarde y noche.

### **3.3.5 Procedimiento de Muestreo.**

#### **3.3.5.1 Muestreo con Sonómetro Integrador**

- 1) Ubicarse sobre el punto cero de la estación.
- 2) Buscar en el GPS el punto 25 metros norte.
- 3) Recorrer 25m hacia el norte guiándose con el GPS. Esperar a que éste indique que se llegó al punto elegido.
- 4) Colocar el trípode sobre el suelo y extenderlo hasta la altura especificada de 1,5m.
- 5) Apuntar el micrófono del sonómetro hacia el norte.
- 6) Encender el sonómetro.
- 7) Escoger la función para medición en modo lento “Slow”.
- 8) Escoger la ponderación de frecuencia “A”, para medir ruido dBA (filtro para ambientes abiertos)
- 9) Escoger el tipo de medición de ruido “Leq” (Presión Sonora Equivalente)
- 10) Calibrar el tiempo de integración a 1 minuto.
- 11) Iniciar la medición.
- 12) Al cumplirse 15 segundos de medición, girar 90 grados hacia el este.
- 13) Al cumplirse 30 segundos de medición, girar 90 grados hacia el sur.
- 14) Al cumplirse 45 segundos de medición, girar 90 grados hacia el oeste.
- 15) Al cumplirse 60 segundos de medición, el sonómetro se detendrá automáticamente, mostrando en su pantalla el valor correspondiente a la Presión Sonora Equivalente medida y ponderada.
- 16) Anotar el valor en la hoja de registro, en la casilla correspondiente para ese cuartil.
- 17) Plegar el trípode.
- 18) Avanzar hasta el siguiente cuartil, caminando 25 metros en la misma dirección inicial.

- 19) Repetir el mismo procedimiento para cada cuartil hasta finalizar la medición en la estación.

### **3.3.5.2 Muestreo con Sonómetro No-Integrador**

- 1) Ubicarse sobre el punto cero de la estación.
- 2) Buscar en el GPS el punto 25 metros norte.
- 3) Recorrer 25m hacia el norte guiándose con el GPS. Esperar a que éste indique que se llegó al punto elegido.
- 4) Colocar el trípode sobre el suelo y extenderlo hasta la altura especificada de 1,5m.
- 5) Apuntar el micrófono del sonómetro hacia el norte.
- 6) Encender el sonómetro.
- 7) Escoger la función para medición en modo lento “Slow”.
- 8) Escoger la ponderación de frecuencia “A”, para medir ruido dBA (filtro para ambientes abiertos)
- 9) Iniciar la medición. Se debe considerar que el muestreo de ruido con este sonómetro se debe efectuar usando simultáneamente un cronómetro calibrado para 1 minuto.
- 10) Al cumplirse 15 segundos de medición, girar 90 grados hacia el este. Anotar el dato.
- 11) Al cumplirse 30 segundos de medición, girar 90 grados hacia el sur. Anotar el dato.
- 12) Al cumplirse 45 segundos de medición, girar 90 grados hacia el oeste. Anotar el dato.
- 13) Al cumplirse 60 segundos, anotar el dato y suspender la medición.
- 14) Plegar el trípode.
- 15) Avanzar hasta el siguiente cuartil, caminando 25 metros en la misma dirección inicial.

16) Repetir el mismo procedimiento para cada cuartil hasta finalizar la medición en la estación.

17) Integrar los datos obtenidos

### **3.3.6 Condiciones para el Muestreo**

Para realizar toma de muestras, se hizo una valoración de las condiciones que presentaba cada estación en lo relativo al espacio físico que tenía para el muestreo. Por lo tanto, acorde a la metodología definida para la división espacial de las estaciones, se identificó en cada una de ellas los puntos en los que se iba a efectuar el monitoreo. Finalmente, cada punto de monitoreo fue escogido en función del cumplimiento con los siguientes criterios:

- Desde el punto de monitoreo, debe haber una distancia horizontal libre de obstáculos físicos igual o mayor a 3m en 180 grados hacia el horizonte, medidos a partir del sonómetro.
- Desde el punto de monitoreo debe haber un espacio físico igual o mayor a 4 metros del centro del carril de la calle más próxima. Debe existir la posibilidad de situar el sonómetro a 1,5m sobre el nivel del suelo.

Adicionalmente cabe mencionar que, para evitar errores de medición, no se tomaron muestras cuando había condiciones de lluvia, ya que el golpe de las gotas de agua contra el suelo, aumenta considerablemente el ruido.

### **3.3.7 Georeferenciación de los puntos de muestreo**

Con el fin de registrar los datos geográficos necesarios para realizar el mapa de ruido, se tomaron las coordenadas geográficas de cada punto de monitoreo con un aparato GPS. Además esto sirvió para mantener la exactitud en la ubicación de los puntos de muestreo.

### 3.3.8 Metodología de registro de datos

Durante el muestreo, los datos de campo obtenidos fueron registrados en hojas con un formato especialmente diseñado para este fin, mismas que permitieron mantener un orden en la anotación de los datos. Posteriormente, luego de cada monitoreo, los datos fueron anotados en una hoja electrónica de Excel, con el mismo formato de la hoja de campo.

### 3.4 Procedimiento de Análisis de Datos.

#### 3.4.1 Metodología de tratamiento de datos generados por un sonómetro no integrador.

Debido a que los valores registrados por el sonómetro integrador no fueron calculados por este aparato considerando la variable tiempo, se precisó efectuar un tratamiento matemático con el fin de obtener el valor  $Leq$ , equivalente a los valores obtenidos por el sonómetro integrador.

**TABLA 3: Tratamiento de datos generados por un Sonómetro No-Integrador**

PUNTO	DETERMINACIÓN	1	2	3	4	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
25	Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Este	56,5	55,4	56,5	59,8	20	0,3	57,1	5,71	506990,7	168996,9
	Sur	57,0	56,3	58,7	59,3	20	0,3	57,8	5,78	606038,2	202012,73
	Oeste	59,8	54,8	56,8	55,8	20	0,3	56,8	5,68	478630,1	159543,36
					$\Sigma$	60				$\Sigma$	530553
										Log	5,72
										NPS <sub>eq</sub>	57,2

1. En las columnas “1”, “2”, “3” y “4” se colocaron los datos obtenidos del sonómetro, en decibeles A.
2. En la columna Pi(s) se colocó el tiempo de medición para cada medición.
3. Pi fracción corresponde a la fracción que representa cada Pi(s) por el tiempo total de medición.
4. PROM (NPSi) es el promedio de los valores “1”, “2”, “3” y “4”.
5. Este último valor se divide para 10.

6. Se eleva a 10 el valor obtenido en la anterior columna.
7. Finalmente se multiplica este resultado por Pi fracción.
8. La suma de todas las filas obtenidas da como resultado un valor que al someterlo a la función Log se obtiene el NPSeq deseado. Valor que es comparable al de un sonómetro integrador.

### 3.4.2 Promedios Mensuales por cada cuartil, para cada horario:

Los promedios mensuales para cada estación, de cada cuartil y por cada horario, se obtuvieron aplicando las siguientes ecuaciones:

#### Cuartil 25 metros

$$Leq25_{Mensual} = \frac{Leq25N + Leq25E + Leq25S + Leq25W}{4} \quad (2)$$

#### Cuartil 50 metros

$$Leq50_{Mensual} = \frac{Leq50N + Leq50E + Leq50S + Leq50W}{4} \quad (3)$$

#### Cuartil 75 metros

$$Leq75_{Mensual} = \frac{Leq75N + Leq75E + Leq75S + Leq75W}{4} \quad (4)$$

#### Cuartil 100 metros

$$Leq100_{Mensual} = \frac{Leq100N + Leq100E + Leq100S + Leq100W}{4} \quad (5)$$

**Donde:**

- **Leq:** Presión sonora equivalente en 1 minuto, promedio de 1 mes.
- **25:** Cuartil 25 metros.
- **50:** Cuartil 50 metros.
- **75:** Cuartil 75 metros.
- **100:** Cuartil 100 metros.
- **N:** Norte.
- **E:** Este.
- **S:** Sur.
- **W:** Oeste

### 3.4.3 Promedios Quimestrales por cada cuartil, de cada horario:

Una vez calculados los promedios por cada mes, se reunieron todos estos datos, y se aplicaron las fórmulas que se muestran a continuación:

**Cuartil 25 metros**

$$Leq25_{Quimestral} = \frac{Leq25_{mes\ 1} + Leq25_{mes\ 2} + Leq25_{mes\ 3} + Leq25_{mes\ 4} + Leq25_{mes\ 5}}{5} \quad (6)$$

**Cuartil 50 metros**

$$Leq50_{Quimestral} = \frac{Leq50_{mes\ 1} + Leq50_{mes\ 2} + Leq50_{mes\ 3} + Leq50_{mes\ 4} + Leq50_{mes\ 5}}{5} \quad (7)$$

**Cuartil 75 metros**

$$Leq75_{Quimestral} = \frac{Leq75_{mes\ 1} + Leq75_{mes\ 2} + Leq75_{mes\ 3} + Leq75_{mes\ 4} + Leq75_{mes\ 5}}{5} \quad (8)$$

## Cuartil 100 metros

$$Leq100_{Quimestral} = \frac{Leq100_{mes\ 1} + Leq100_{mes\ 2} + Leq100_{mes\ 3} + Leq100_{mes\ 4} + Leq100_{mes\ 5}}{5} \quad (9)$$

### Donde:

- **Leq:** Presión sonora equivalente en 1 minuto, promedio de 5 meses.
- **25:** Cuartil 25 metros.
- **50:** Cuartil 50 metros.
- **75:** Cuartil 75 metros.
- **100:** Cuartil 100 metros.
- **N:** Norte.
- **E:** Este.
- **S:** Sur.
- **W:** Oeste

Por lo tanto, luego de tener un valor promedio de 5 meses, por cuartil y para cada uno de los tres horarios, se obtuvieron 3 tablas de datos, correspondientes a los horarios de la mañana, tarde y noche. Este insumo sirvió para posteriormente generar los mapas de ruido.

## 3.5 Metodología de integración de datos con el SIG

### 3.5.1 Unificación de las Coordenadas Geográficas

Quito posee su propio sistema de referencia geográfica, llamado coordenadas UTMQ, que están basados en un sistema de referencia Nor-este. Por lo tanto, cuando CORPAIRE indicó la ubicación de los puntos donde se debía hacer el monitoreo, el primer paso fue unificar el sistema de referencia geográfico.

Luego, los datos tomados con el GPS correspondientes al levantamiento de los puntos de monitoreo fueron descargados, tabulados y mapeados en el programa ArcGis. Con esto, se pudo graficar un mapa de los sitios que fueron monitoreados y posteriormente interpolar este mapa

con los archivos Raster que se poseen actualmente en el municipio de Quito, pertenecientes a su base de datos de Sistemas de Información Geográfica.

Posteriormente, se ingresaron los valores promediados que fueron el resultado del monitoreo quimestral de las estaciones.

### **3.5.2 Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap”<sup>25</sup>**

“El programa ArcMap dentro de su herramienta *Spatial Analyst*, tiene ciertas aplicaciones que permiten modelar la correlación espacial de datos puntuales, ello implica calcular su valor en función de su localización geográfica y comportamiento en su entorno más o menos próximo.

Con este antecedente, se decidió usar el método *Inverse Distance Weighted* (IDW), mismo que únicamente depende de un parámetro, el exponente que indica la mayor o menor ponderación de la distancia inversa entre el punto problema y los datos (Power) para generar un área de influencia de un factor a calcular. Ello implica que nunca generará valores fuera de rango de los datos. Para este estudio, el modelo IDW es aplicable, ya que se adapta a fluctuaciones significativas de los datos medidos, como es el caso de los Leq, generados en el monitoreo de ruido ambiental de una ciudad, a diferencia del otro método de interpolación (Spline), que no soporta las salidas de rango excesivas en las zonas relativamente próximas, cosa que sucede en este estudio, debido a la diferencia de niveles de ruido entre estaciones próximas

IDW calcula un estimado de distancia inversa ponderada, en la cual los puntos lejanos al centro de la celda (y su vecindad) obtienen un valor más bajo que los cercanos, interpolando la información para obtener en el caso de este estudio, el comportamiento del ruido y la dispersión que éste ocasiona.

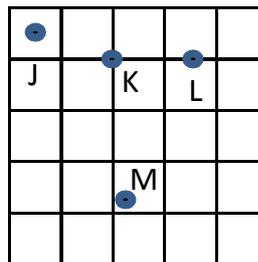
---

<sup>25</sup> Proaño, A. (2007) “Monitoreo De Ruido Para Operaciones Hidrocarburíferas En Plataformas Helitransportables Dentro Del Parque Nacional Yasuní, Durante La Fase Constructiva De Perforación Exploratoria”. UISEK (TESIS DE GRADO)

Al momento de convertir la información puntual a información raster, se generan varias deficiencias, como es el caso de que el valor de un punto se encuentre en el borde de dos o más celdas, es así que en el método IDW, se distinguen 4 situaciones para determinar en cuál celda cae el punto:

- j.** un punto está exactamente en medio de una celda
- k.** Un punto está exactamente en el borde de las 4 celdas
- l.** Un punto está exactamente en el borde de las 4 celdas y equidistante a las otras dos celdas más cercanas
- m.** todos los otros casos

**FIGURA 2: Situaciones diferentes para la conversión punto a cuadrícula mediante el método IDW**



En la situación J, el punto coincide con el centro de la cuadrícula y el valor del punto es asignado exclusivamente a esa celda. Esto es como se realiza tanto en los métodos “simple” e “IDW”. En las situaciones K, L, el sistema SIG asigna arbitrariamente el valor del punto a uno de las cuatro o dos celdas. En lugar de usar reglas arbitrarias, el IDW utiliza una técnica de distancia balanceada ponderada en la cual el valor de un punto se asigna a más de una celda en situaciones K, L y M.

En la situación K, el valor del punto es dividido equitativamente entre las 4 celdas. En la situación L, se divide el valor del punto entre las 2 celdas. En la situación M, se asignan los valores de distancias inversas ponderadas a las 4 celdas más cercanas usando la siguiente

ecuación, en la cual la distancia de un punto a una celda es calculada como la distancia desde la ubicación del punto al centro de la celda. La ecuación de asignación de valores ponderados es la siguiente:

$$Z_i = \frac{1}{d_i * \sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} * Z_p \quad (10)$$

**Donde:**

**Z<sub>i</sub>:** valor de la celda i

**Z<sub>p</sub>:** valor del punto p

**D<sub>i</sub>:** distancia del punto p al centro de la celda I

**n:** número de las celdas entre las que p se encuentra.

Posteriormente, teniendo ya un mapa de ruido que diferencie espacialmente las variaciones de presión sonora equivalente y las diferencie por colores, se aplicó la función “Contour” que está dentro de la herramienta Spatial Analyst. Esta función dibuja isolíneas a manera de contornos representando valores de constantes de celda, lo que significa que esta función es capaz de graficar isófonas o líneas que unen puntos con un mismo valor de presión sonora equivalente

### 3.5.3 Configuración de los mapas de ruido según la norma ISO 1996-2 (ISO 1997 b)<sup>26</sup>

“Se desarrolló una estructura para la elaboración de los mapas de ruido, que considera la norma ISO 1996-2 (ISO 1997 b) que establece los criterios para la realización y confección de mapas de ruido, en el que se ha de representar los niveles de presión sonora en tramos de 5 dB, intervalos que serán representados por un color y trama asociada, que se exponen en la siguiente tabla:”

---

<sup>26</sup> Bravo, Luis y Chávez, Miguel. “DEFINICION Y PLANIFICACION DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LA CONTAMINACION ACUSTICA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO” Línea base de los niveles de ruido ambiental, para la Dirección Metropolitana Ambiental y CORPAIRE, por DECIBEL Ingeniería Acústica. Quito-2008

Nivel Sonoro (dBA)	Nombre del Color	Color	Trama	Grado de Contaminación
>35	Verde Claro		Puntos pequeños, densidad baja	No contaminado
35 – 40	Verde		Puntos medianos, densidad media	
40 – 45	Verde Oscuro		Puntos grandes, densidad alta	
45 – 50	Amarillo		Líneas verticales, densidad baja	
50 – 55	Ocre		Líneas verticales, densidad media	
55 – 60	Naranja		Líneas verticales, densidad alta	
60 – 65	Cinabrio		Entramado de cruces, densidad baja	
65 – 70	Carmín		Entramado de cruces, densidad media	Contaminado
70 – 75	Rojo Lila		Entramado de cruces, densidad alta	Levemente Saturado
75 – 80	Azul		Rayas verticales anchas	Saturado
< 80	Azul Oscuro		Totalmente negro	Muy Saturado

Tabla 9.- Definición de tramas de contaminación acústica establecidas en la Norma ISO 1996-2

### 3.6 Materiales y Equipos.

#### 3.6.1 Sonómetro No Integrador:

Durante el primer mes de la fase de campo se utilizó un sonómetro no integrador que realiza mediciones de ruido den dBA y cuyas especificaciones se encuentran detalladas a continuación.

**TABLA 4: Características del Sonómetro No-Integrador**

Marca	Thomas Scientific
Escala de medición	65-130 dB
Escala de frecuencia	30 Hz – 12 kHz
Ponderación de frecuencia	“A” y “C”
Tiempo de respuesta	Rápido y Lento
Escala de linealidad	65 dB
Resolución en pantalla	0.1 dB
Rango de Error	± 2 dB

**FIGURA 3: Sonómetro No Integrador**



### 3.6.2 Sonómetro Integrador Registrador:

Posteriormente en el mes de marzo, se comenzó a utilizar un sonómetro integrador que, igual al anterior, mide ruido en dBA y posee las siguientes especificaciones.

**TABLA 5: Características del Sonómetro Integrador**

<b>Marca</b>	Extech Instruments
<b>Escala de medición</b>	30-130 dB
<b>Escala de frecuencia</b>	31.5 Hz – 8 kHz
<b>Ponderación de frecuencia</b>	“A” y “C”
<b>Tiempo de respuesta</b>	Rápido, Lento e Impulso
<b>Escala de linealidad</b>	100 dB
<b>Resolución en pantalla</b>	0.1 dB
<b>Rango de Error</b>	± 1.5 dB

**FIGURA 4: Sonómetro Integrador**



### 3.6.3 Dispositivo GPS (Global Positioning System) con chip de alta sensibilidad:

Utilizado para referenciar geográficamente los puntos de muestreo. Sus características son las siguientes:

*TABLA 6: Características del Dispositivo de Geo-Posicionamiento Satelital*

<b>Marca</b>	Garmin
<b>Modelo</b>	LEGEND Etrex
<b>Característica</b>	Chip de alta sensibilidad
<b>Rango de Error</b>	± 3m (24 satélites)

### 3.6.4 Formato de Registro de datos:

Los formatos mostrados en la siguiente página fueron diseñados específicamente con motivo de esta campaña de muestreo.

**TABLA 6: Formato de Registro de datos para mediciones con Sonómetro No-Integrador**

Hoja de Registro de Datos - Sonometría Tesis Ruido																								
Fecha	DOMINGO 20-02-2009							Estación																
Hora	12h00 - 13h40							Ubic. GPS	078° 28'12,3" W			00°08'10,2" S												
Altitud	2889 m.s.n.m							Respons.																
Jbic. GPS	078° 28'12,5" W			00°08'09,3" S			078° 28'11,6" W			00°08'09,8" S			078° 28'12,2" W			00°08'11,0" S			078° 28'13,2" W			00°08'10,4" S		
Dirección	CUARTIL 25m Norte				CUARTIL 25m Este				CUARTIL 25m Sur				CUARTIL 25m Oeste											
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora								
Vorte	65,4	00:09:91			63,6	00:09:51			72,6	00:07:48			78,1	00:12:11										
Este	75,9	00:07:62			59,3	00:06:77			62,9	00:02:15			74,4	00:05:26										
Sur	79,1	00:07:71			61,5	00:07:97			74,6	00:14:52			61,1	00:10:43										
Deste	68,1	00:09:32			62,3	00:08:95			61,1	00:03:07			59,3	00:06:63										
Jbic. GPS	078° 28'12,6" W			00°08'08,5" S			078° 28'10,7" W			00°08'09,4" S			078° 28'12,0" W			00°08'11,9" S			078° 28'14,2" W			00°08'10,5" S		
Dirección	CUARTIL 50m Norte				CUARTIL 50m Este				CUARTIL 50m Sur				CUARTIL 50m Oeste											
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora								
Vorte	74,5	00:10:66			64,9	00:06:84			73,8	00:08:25			64,2	00:08:01										
Este	66,7	00:10:27			52,8	00:06:96			69,0	00:03:63			53,0	00:15:56										
Sur	75,5	00:05:56			55,5	00:05:51			62,7	00:04:86			65,9	00:11:58										
Deste	72,5	00:09:96			54,9	00:11:00			65,3	00:09:46			62,8	00:03:38										
Jbic. GPS	078° 28'12,8" W			00°08'07,7" S			078° 28'09,7" W			00°08'09,1" S			078° 28'11,9" W			00°08'12,7" S			078° 28'15,0" W			00°08'10,7" S		
Dirección	CUARTIL 75m Norte				CUARTIL 75m Este				CUARTIL 75m Sur				CUARTIL 75m Oeste											
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora								
Vorte	67,3	00:07:89			66,0	00:08:66	Pito		70,0	00:04:44			53,3	00:05:62										
Este	75,9	00:06:83			74,2	00:07:39			65,7	00:04:38			63,3	00:08:85										
Sur	68,8	00:08:38			52,0	00:12:33			68,0	00:04:77			72,2	00:07:74	Moto									
Deste	73,2	00:06:69			-	-			69,5	00:07:06			64,1	00:05:45										
Jbic. GPS	078° 28'13,0" W			00°08'08,9" S			078° 28'09,9" W			00°08'08,7" S			078° 28'11,7" W			00°08'13,5" S			078° 28'15,7" W			00°08'10,9" S		
Dirección	CUARTIL 100m Norte				CUARTIL 100m Este				CUARTIL 100m Sur				CUARTIL 100m Oeste											
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora								
Vorte	74,6	00:04:88			68,0	00:04:24			65,9	00:12:62			68,8	00:04:36										
Este	62,3	00:06:36			64,1	00:03:57			60,7	00:11:24			69,7	00:06:32										
Sur	69,4	00:08:61			54,3	00:09:37			65,3	00:11:63			60,1	00:08:46										
Deste	52,6	00:05:27			51,1	00:08:45			63,8	00:05:52			61,5	00:11:80										

**TABLA 8: Formato de Registro de datos para mediciones con Sonómetro Integrador**

Hoja de Registro de Datos - Sonometría Tesis Ruido																
Fecha	MARTES 12-05-2009				Estación											
Hora	12:10 - 12:50				Ublo. GP8	078° 28' 12,3" W				00° 08' 10,2" S						
Altitud	2889 m.s.n.m				Respon.s.											
Ublo. GP8	078° 28' 12,5" W		00° 08' 09,3" S		078° 28' 11,6" W		00° 08' 09,8" S		078° 28' 12,2" W		00° 08' 11,0" S		078° 28' 13,2" W		00° 08' 10,4" S	
Dirección	CUARTIL 25m Norte				CUARTIL 25m Este				CUARTIL 25m Sur				CUARTIL 25m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	80,3	0:01:00			77,5	0:01:00			79,9	0:01:00			77,7	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ublo. GP8	078° 28' 12,6" W		00° 08' 08,5" S		078° 28' 10,7" W		00° 08' 09,4" S		078° 28' 12,0" W		00° 08' 11,9" S		078° 28' 14,2" W		00° 08' 10,5" S	
Dirección	CUARTIL 50m Norte				CUARTIL 50m Este				CUARTIL 50m Sur				CUARTIL 50m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	77,9	0:01:00			65,7	0:01:00			73,5	0:01:00			69,7	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ublo. GP8	078° 28' 12,8" W		00° 08' 07,7" S		078° 28' 09,7" W		00° 08' 09,1" S		078° 28' 11,9" W		00° 08' 12,7" S		078° 28' 15,0" W		00° 08' 10,7" S	
Dirección	CUARTIL 75m Norte				CUARTIL 75m Este				CUARTIL 75m Sur				CUARTIL 75m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	74,9	0:01:00			68,2	0:01:00			73,8	0:01:00			68,1	0:01:00		
Sur																
Oeste																
Ublo. GP8	078° 28' 13,0" W		00° 08' 06,9" S		078° 28' 09,9" W		00° 08' 08,7" S		078° 28' 11,7" W		00° 08' 13,5" S		078° 28' 15,7" W		00° 08' 10,9" S	
Dirección	CUARTIL 100m Norte				CUARTIL 100m Este				CUARTIL 100m Sur				CUARTIL 100m Oeste			
	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora	dbA	Tiempo m:s:ds	Obs	Hora
Norte																
Este	71,6	0:01:00			67,0	0:01:00			75,9	0:01:00			68,7	0:01:00	Esmeril en lubricadora	
Sur																
Oeste																

### **3.6.5 Trípode:**

Para mantener el sonómetro a la altura reglamentaria de 1,5 m así como para poder manipularlo con la mayor suavidad posible durante los muestreos, se utilizó un trípode para cámaras marca LOOK.

### **3.6.6 Fase de Análisis**

Para el análisis de los datos, el diseño de los mapas de ruido y la redacción del presente texto, se utilizaron las siguientes herramientas informáticas:

- **Computador Intel Core2Duo:** Procesamiento de datos y elaboración de mapas de ruido.
- **Computador HP Pavilion dva-1223la:** Procesamiento de hojas de cálculo de datos y redacción
- **Programa ArcGIS:** Manejo de Sistemas de Información Geográfica para elaboración de mapas de ruido.
- **Microsoft Excel:** Procesamiento de hojas de cálculo
- **Microsoft Word:** Redacción del texto.

### **3.7 Comparación de Resultados Obtenidos con Sonómetro Integrador y Sonómetro no Integrador.**

Debido a que el primer mes de la campaña de monitoreo, se realizó el muestreo de ruido usando un sonómetro No-Integrador, fue necesario comparar la validez de los datos con aquellos generados con el sonómetro integrador. Para esto, se tomó una muestra del mes de junio con ambos sonómetros y se aplicó la fórmula que se muestra a continuación:

$$\%E = \frac{d_i^* - d_{ni}^*}{d_i^*} \times 100 \quad (11)$$

**Donde;**

$d_i$ : dato de sonómetro integrador

$d_{ni}$ : dato de sonómetro no-integrador

Luego de aplicar esta fórmula para todos los datos tomados en el mes de febrero y junio, se concluye que el porcentaje de error entre los datos de cada equipo está en el rango de 0 a 3%, por lo que los datos obtenidos durante el mes de febrero son válidos para este estudio y por tanto trazables a aquellos obtenidos en los cuatro meses restantes con el sonómetro integrador.

En la Tabla 7 se encuentra un ejemplo de la validación de los datos del sonómetro no integrador:

**TABLA 7: Comparación entre datos medidos con los sonómetros integrador y no integrador**

	Mañana - Junio Estación Calderón				Promedio %E
	25N	25E	25S	25O	
<b><math>d_i</math> (dBA)</b>	73,1	76,2	75	74,3	
<b><math>d_{ni}</math> (dBA)</b>	71,9	76,4	75,5	72,2	
<b>%E</b>	1,64%	0,26%	0,67%	2,83%	<b>1,35%</b>

## CAPITULO IV RESULTADOS

### 4.1 Datos Obtenidos.

Las siguientes tablas presentan los datos obtenidos de los muestreos realizados.

#### 4.1.1 Estación Calderón

##### 4.1.1.1 Promedios Quimestrales de las Mañanas

Cuartil	Dirección	Mañana				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	72,5	71,5	72,3	75,6	73,1
	Este	75,9	76,9	73,0	78,7	76,2
	Sur	74,5	74,2	74,5	76,4	75,0
	Oeste	75,0	74,8	72,7	75,5	74,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>74,5</b>	<b>74,4</b>	<b>73,1</b>	<b>76,6</b>	<b>74,7</b>
50 metros	Norte	71,3	70,6	71,4	75,1	72,4
	Este	74,3	75,6	74,6	77,2	75,8
	Sur	73,0	71,5	71,2	74,3	72,3
	Oeste	75,4	75,7	73,5	76,8	75,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>73,5</b>	<b>73,4</b>	<b>72,7</b>	<b>75,9</b>	<b>74,0</b>
75 metros	Norte	70,2	69,7	71,1	74,2	71,7
	Este	73,2	75,9	73,5	76,5	75,3
	Sur	71,9	70,8	72,1	72,9	71,9
	Oeste	73,5	74,6	74,2	74,4	74,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>72,2</b>	<b>72,8</b>	<b>72,7</b>	<b>74,5</b>	<b>73,3</b>
100 metros	Norte	69,5	68,9	69,1	72,1	70,0
	Este	74,9	75,4	73,2	76,3	75,0
	Sur	70,5	69,9	70,5	71,0	70,5
	Oeste	74,5	74,3	74,6	75,6	74,8
	<b>PROMEDIO</b>	<b>72,4</b>	<b>72,1</b>	<b>71,9</b>	<b>73,8</b>	<b>72,6</b>

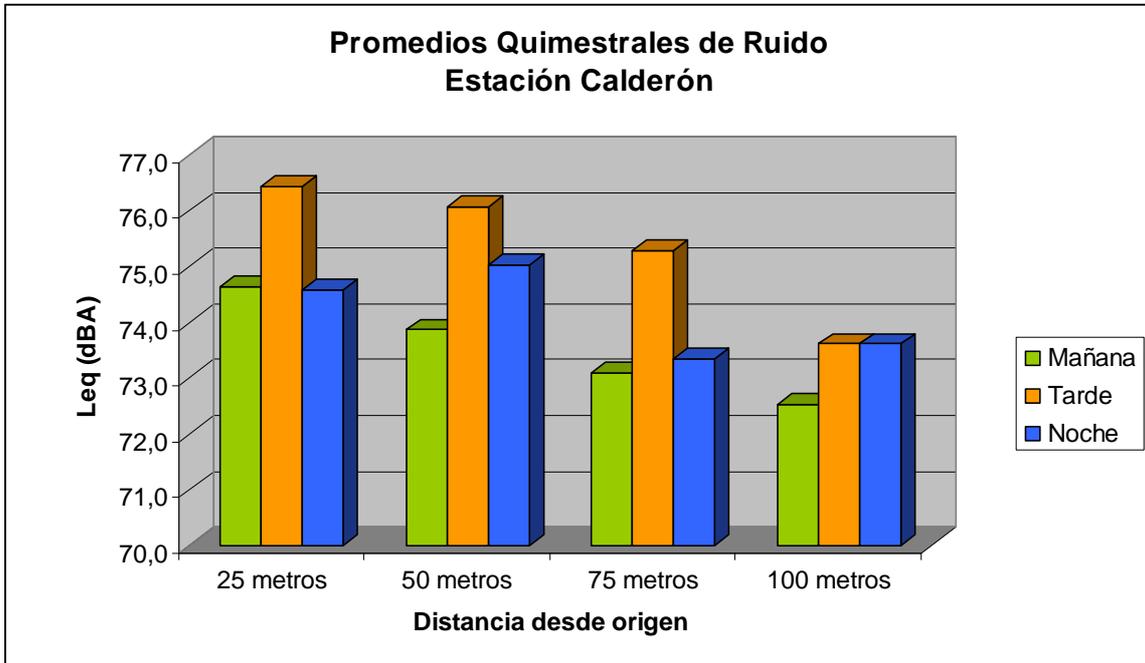
#### 4.1.1.2 Promedios Quimestrales de las Tardes

Cuartil	Dirección	Tarde				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	73,8	74,7	75,4	76,1	76,0
	Este	77,1	78,9	76,8	77,6	78,6
	Sur	74,0	76,4	76,1	74,3	75,1
	Oeste	75,6	77,7	77,1	78,5	79,0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>75,1</b>	<b>76,9</b>	<b>76,4</b>	<b>76,6</b>	<b>77,2</b>
50 metros	Norte	73,1	73,5	73,2	76,0	74,9
	Este	78,0	77,9	77,1	77,3	78,2
	Sur	76,1	75,7	75,6	74,0	73,4
	Oeste	78,9	77,1	76,8	77,4	77,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>76,5</b>	<b>76,1</b>	<b>75,7</b>	<b>76,2</b>	<b>75,9</b>
75 metros	Norte	72,5	73,0	73,4	75,8	75,1
	Este	77,0	78,1	75,6	76,9	75,9
	Sur	73,2	75,3	75,3	73,8	72,9
	Oeste	76,5	76,7	76,4	77,9	74,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>74,8</b>	<b>75,8</b>	<b>75,2</b>	<b>76,1</b>	<b>74,5</b>
100 metros	Norte	70,8	69,4	73,0	70,1	71,3
	Este	76,1	76,9	74,9	76,5	74,6
	Sur	74,1	74,8	74,6	75,1	71,9
	Oeste	68,9	69,9	76,5	76,5	76,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>72,5</b>	<b>72,8</b>	<b>74,8</b>	<b>74,6</b>	<b>73,5</b>

#### 4.1.1.3 Promedios Quimestrales de la Noches

Cuartil	Dirección	Noche				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	75,7	73,2	73,4	72,6	75,4
	Este	73,0	74,0	72,5	72,4	73,5
	Sur	73,8	73,4	76,1	75,4	72,1
	Oeste	78,1	76,5	76,1	76,6	78,0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>75,2</b>	<b>74,3</b>	<b>74,5</b>	<b>74,3</b>	<b>74,8</b>
50 metros	Norte	74,3	75,5	70,9	71,6	73,2
	Este	73,2	75,0	74,1	75,4	73,4
	Sur	74,5	76,4	76,6	75,7	75,8
	Oeste	75,6	78,3	77,5	77,6	75,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>74,4</b>	<b>76,3</b>	<b>74,8</b>	<b>75,1</b>	<b>74,6</b>
75 metros	Norte	72,1	71,9	71,6	72,9	69,4
	Este	76,4	76,8	75,4	73,6	72,6
	Sur	72,2	71,9	69,4	72,0	73,1
	Oeste	74,3	75,7	75,1	74,4	75,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>73,8</b>	<b>74,1</b>	<b>72,9</b>	<b>73,2</b>	<b>72,8</b>
100 metros	Norte	71,4	70,7	70,2	69,9	70,6
	Este	77,0	74,8	76,5	76,1	75,4
	Sur	74,5	73,4	72,9	72,3	72,1
	Oeste	76,6	75,4	76,9	72,6	72,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>74,9</b>	<b>73,6</b>	<b>74,1</b>	<b>72,7</b>	<b>72,8</b>

#### 4.1.1.4 Gráfico comparativos de Promedios Quimestrales



## 4.1.2 Estación Carapungo

### 4.1.2.1 Promedios Quimestrales de las Mañanas

Cuartil	Dirección	Mañana				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	62,9	64,3	63,8	65,8	64,6
	Este	65,0	64,7	65,5	67,2	65,8
	Sur	63,6	63,8	63,9	62,2	63,3
	Oeste	62,3	64,8	64,7	64,6	64,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>63,5</b>	<b>64,4</b>	<b>64,5</b>	<b>65,0</b>	<b>64,6</b>
50 metros	Norte	64,0	62,1	63,1	64,3	63,2
	Este	66,0	65,2	66,7	66,5	66,1
	Sur	65,6	63,0	62,4	70,1	65,2
	Oeste	63,5	66,7	65,4	64,9	65,6
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64,8</b>	<b>64,3</b>	<b>64,4</b>	<b>66,5</b>	<b>65,0</b>
75 metros	Norte	63,8	63,4	64,0	63,5	63,6
	Este	68,9	66,4	70,8	64,1	67,1
	Sur	62,5	61,7	61,1	63,4	62,1
	Oeste	66,6	67,4	65,9	65,5	66,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,5</b>	<b>64,7</b>	<b>65,5</b>	<b>64,1</b>	<b>64,8</b>
100 metros	Norte	65,4	65,0	65,6	65,3	65,3
	Este	65,3	66,7	62,3	63,2	64,1
	Sur	64,3	62,0	64,4	63,6	63,3
	Oeste	67,5	68,4	67,8	66,9	67,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,6</b>	<b>65,5</b>	<b>65,0</b>	<b>64,8</b>	<b>65,1</b>

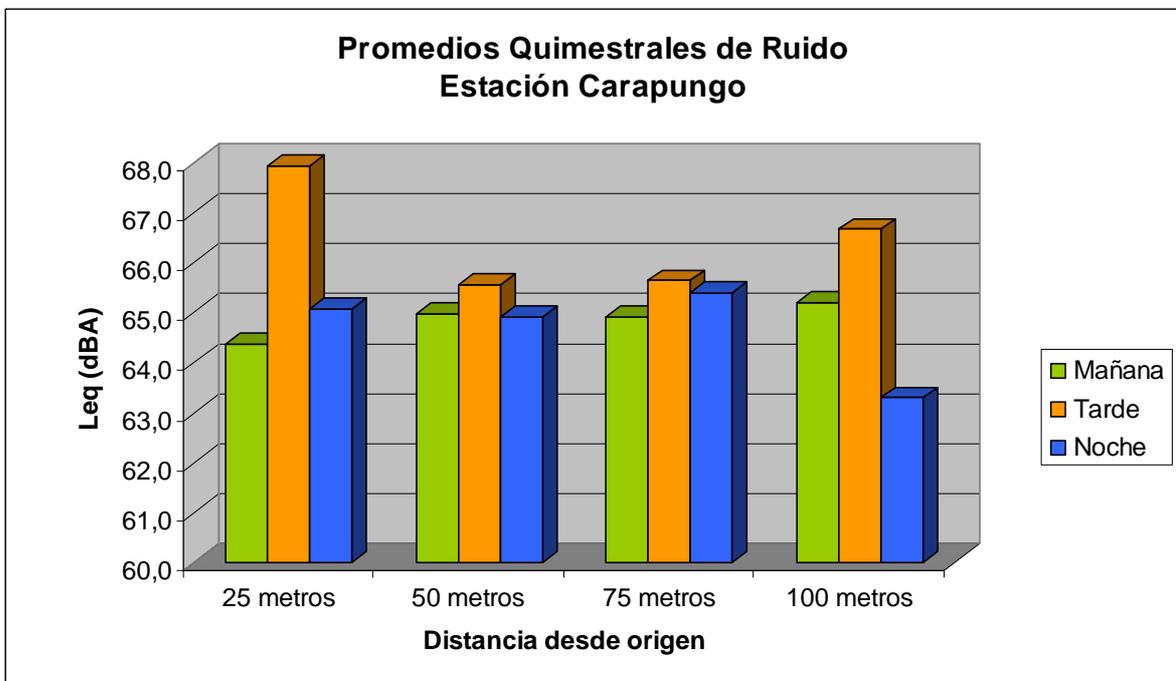
### 4.1.2.2 Promedios Quimestrales de las Tardes

Cuartil	Dirección	Tarde				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	65,9	66,4	66,4	64,2	65,6
	Este	67,0	69,2	68,7	67,8	68,6
	Sur	66,5	67,1	67,5	72,0	69,6
	Oeste	70,1	68,8	69,2	70,4	67,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,4</b>	<b>67,9</b>	<b>68,0</b>	<b>68,6</b>	<b>67,9</b>
50 metros	Norte	66,0	65,8	66,2	63,9	62,9
	Este	66,4	65,4	64,2	66,3	63,5
	Sur	65,2	63,2	64,3	63,1	65,3
	Oeste	69,7	69,1	69,4	65,2	66,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,8</b>	<b>65,9</b>	<b>66,0</b>	<b>64,6</b>	<b>64,5</b>
75 metros	Norte	63,1	65,4	65,8	66,7	64,3
	Este	66,8	67,4	66,1	65,3	64,5
	Sur	63,4	60,4	62,3	65,7	63,2
	Oeste	68,9	69,5	70,1	69,7	64,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,6</b>	<b>65,7</b>	<b>66,1</b>	<b>66,9</b>	<b>64,0</b>
100 metros	Norte	65,5	70,5	63,9	66,9	68,5
	Este	64,7	64,3	67,4	64,5	62,7
	Sur	60,9	68,9	64,5	62,3	61,7
	Oeste	72,0	72,4	71,4	70,9	69,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,8</b>	<b>69,0</b>	<b>66,8</b>	<b>66,2</b>	<b>65,6</b>

#### 4.1.2.3 Promedios Quimestrales de la Noches

Cuartil	Dirección	Noche				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	63,2	63,4	62,6	64,5	65,1
	Este	66,1	66,5	61,0	65,7	64,8
	Sur	64,9	65,2	64,3	67,0	63,7
	Oeste	65,4	68,0	67,6	67,8	64,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64,9</b>	<b>65,8</b>	<b>63,9</b>	<b>66,3</b>	<b>64,6</b>
50 metros	Norte	63,6	64,5	63,4	61,8	62,4
	Este	63,5	63,5	67,4	66,8	66,9
	Sur	63,4	64,1	65,4	62,5	60,9
	Oeste	66,7	65,9	68,3	67,4	69,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64,3</b>	<b>64,5</b>	<b>66,1</b>	<b>64,6</b>	<b>65,0</b>
75 metros	Norte	65,0	64,3	64,1	62,3	64,4
	Este	66,4	67,3	67,1	62,1	68,4
	Sur	59,4	58,6	57,0	60,1	62,1
	Oeste	75,2	69,5	68,7	70,4	75,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,5</b>	<b>64,9</b>	<b>64,2</b>	<b>63,7</b>	<b>67,7</b>
100 metros	Norte	61,0	60,0	61,5	63,4	65,2
	Este	63,4	65,7	62,8	64,2	64,6
	Sur	55,2	54,9	56,7	57,0	55,0
	Oeste	70,4	71,5	73,2	69,8	70,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>62,5</b>	<b>63,0</b>	<b>63,6</b>	<b>63,6</b>	<b>63,8</b>

#### 4.1.2.4 Gráfico comparativos de Promedios Quimestrales



### 4.1.3 Estación Centro

#### 4.1.3.1 Promedios Quimestrales de las Mañanas

		Mañana				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	60,6	74,3	55,2	67,1	65,5
	Sur	64,6	64,2	69,1	63,8	65,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>62,6</b>	<b>69,3</b>	<b>62,2</b>	<b>65,5</b>	<b>65,6</b>
50 metros	Norte	66,5	67,5	74,6	66,6	69,6
	Sur	68,0	70,2	64,1	71,9	68,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,3</b>	<b>68,9</b>	<b>69,4</b>	<b>69,3</b>	<b>69,2</b>
75 metros	Norte	70,0	73,4	74,9	70,5	72,9
	Sur	67,2	73,2	69,8	70,3	71,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>68,6</b>	<b>73,3</b>	<b>72,4</b>	<b>70,4</b>	<b>72,0</b>
100 metros	Norte	67,6	66,8	75,6	66,2	69,5
	Sur	60,1	56,1	64,2	75,3	65,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>63,9</b>	<b>61,5</b>	<b>69,9</b>	<b>70,8</b>	<b>67,4</b>

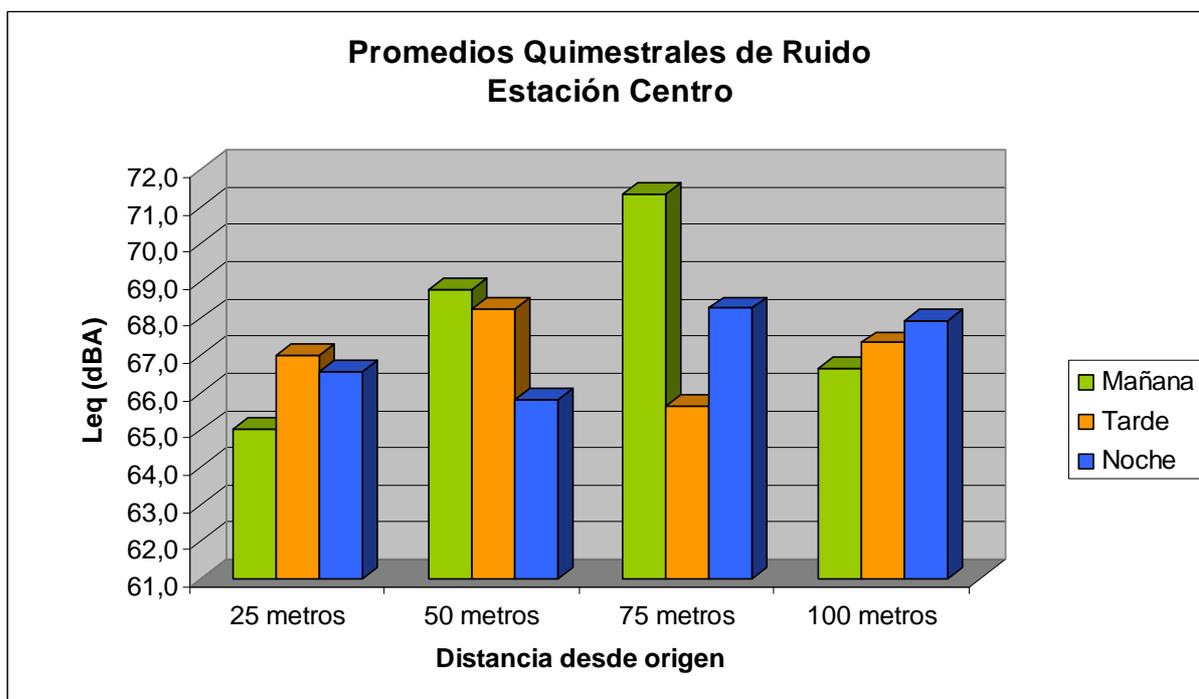
#### 4.1.3.2 Promedios Quimestrales de las Tardes

		Tarde				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	65,6	66,4	71,4	66,4	71,2
	Sur	63,5	65,5	68,1	65,6	66,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64,6</b>	<b>66,0</b>	<b>69,8</b>	<b>66,0</b>	<b>68,8</b>
50 metros	Norte	66,9	66,3	66,8	65,6	64,2
	Sur	69,1	71,0	70,8	72,0	69,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>68,0</b>	<b>68,7</b>	<b>68,8</b>	<b>68,8</b>	<b>67,1</b>
75 metros	Norte	59,1	55,3	57,8	58,8	65,4
	Sur	72,1	75,7	71,7	70,4	70,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,6</b>	<b>65,5</b>	<b>64,8</b>	<b>64,6</b>	<b>67,8</b>
100 metros	Norte	65,6	66,2	66,3	64,8	66,6
	Sur	69,4	73,4	66,5	64,6	70,0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,5</b>	<b>69,8</b>	<b>66,4</b>	<b>64,7</b>	<b>68,3</b>

### 4.1.3.3 Promedios Quimestrales de la Noches

Cuartil	Dirección	Noche				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	68,6	67,5	66,2	64,8	68,8
	Sur	62,6	70,3	66,9	65,8	64,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,6</b>	<b>68,9</b>	<b>66,6</b>	<b>65,3</b>	<b>66,5</b>
50 metros	Norte	67,1	66,8	64,6	65,2	66,3
	Sur	63,1	66,5	68,7	66,5	63,5
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,1</b>	<b>66,7</b>	<b>66,7</b>	<b>65,9</b>	<b>64,9</b>
75 metros	Norte	70,0	69,6	68,5	69,3	70,3
	Sur	62,3	64,6	68,0	69,8	70,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,2</b>	<b>67,1</b>	<b>68,3</b>	<b>69,6</b>	<b>70,3</b>
100 metros	Norte	68,5	69,5	66,8	69,9	70,1
	Sur	61,7	67,8	65,1	71,9	68,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,1</b>	<b>68,7</b>	<b>66,0</b>	<b>70,9</b>	<b>69,1</b>

### 4.1.3.4 Grafico comparativos de Promedios Quimestrales



#### 4.1.4 Estación Los Chillos

##### 4.1.4.1 Promedios Quimestrales de las Mañanas

Cuartil	Dirección	Mañana				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	62,5	61,2	70,7	61,9	64,6
	Este	67,9	64,8	70,8	63,4	64,1
	Sur	68,9	66,3	69,2	68,3	67,9
	Oeste	70,0	65,9	69,5	69,7	68,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,3</b>	<b>64,6</b>	<b>70,1</b>	<b>65,8</b>	<b>66,3</b>
50 metros	Norte	66,9	61,5	59,0	67,5	62,7
	Este	73,5	70,9	74,9	74,3	72,1
	Sur	63,2	59,4	62,1	64,1	61,9
	Oeste	70,1	65,6	62,1	72,1	66,6
	<b>PROMEDIO</b>	<b>68,4</b>	<b>64,4</b>	<b>64,5</b>	<b>69,5</b>	<b>65,8</b>
75 metros	Norte	60,0	53,9	59,5	52,4	55,3
	Este	68,9	70,9	69,5	70,3	70,3
	Sur	65,1	62,1	57,2	60,1	59,8
	Oeste	67,3	68,9	70,0	71,6	70,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>65,3</b>	<b>64,0</b>	<b>64,1</b>	<b>63,6</b>	<b>63,9</b>
100 metros	Norte	65,7	61,6	55,5	64,8	60,6
	Este	70,1	65,5	70,5	70,2	69,9
	Sur	63,9	64,3	59,2	54,3	59,3
	Oeste	69,6	71,1	68,3	70,4	69,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,3</b>	<b>65,6</b>	<b>63,4</b>	<b>64,9</b>	<b>64,9</b>

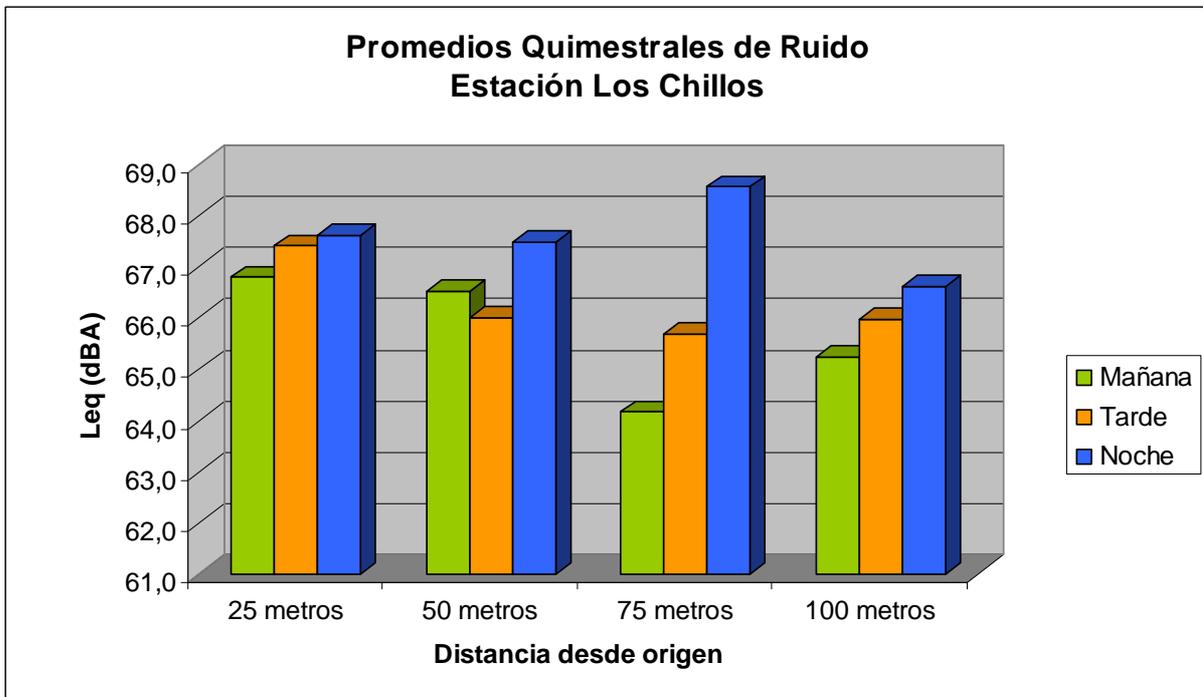
##### 4.1.4.2 Promedios Quimestrales de las Tardes

Cuartil	Dirección	Tarde				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	65,4	64,8	67,9	63,5	62,5
	Este	67,1	68,9	63,1	74,6	69,5
	Sur	65,9	63,7	64,1	67,2	65,4
	Oeste	71,5	70,1	69,8	72,1	71,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,5</b>	<b>66,9</b>	<b>66,2</b>	<b>69,4</b>	<b>67,1</b>
50 metros	Norte	63,2	62,9	62,4	67,9	63,0
	Este	67,9	67,2	68,1	69,4	68,5
	Sur	62,0	58,6	64,1	58,3	63,0
	Oeste	73,1	68,0	72,3	70,0	70,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,6</b>	<b>64,2</b>	<b>66,7</b>	<b>66,4</b>	<b>66,2</b>
75 metros	Norte	64,9	67,9	66,5	57,7	63,8
	Este	68,0	65,8	69,8	68,4	67,6
	Sur	60,9	51,8	63,3	65,6	63,1
	Oeste	70,9	65,5	73,4	69,5	69,5
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,2</b>	<b>62,8</b>	<b>68,3</b>	<b>65,3</b>	<b>66,0</b>
100 metros	Norte	63,5	56,7	67,3	67,7	59,9
	Este	70,5	72,1	67,9	70,1	69,4
	Sur	60,1	62,1	53,1	65,3	55,2
	Oeste	72,1	71,3	73,1	69,8	72,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>66,6</b>	<b>65,6</b>	<b>65,4</b>	<b>68,2</b>	<b>64,2</b>

#### 4.1.4.3 Promedios Quimestrales de la Noches

		Noche				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cuartil	Dirección	Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	64,1	65,0	63,2	63,5	66,0
	Este	69,7	72,6	80,9	69,3	71,2
	Sur	64,4	62,5	63,1	64,1	63,8
	Oeste	70,1	69,1	69,6	69,8	70,2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,1</b>	<b>67,3</b>	<b>69,2</b>	<b>66,7</b>	<b>67,8</b>
50 metros	Norte	63,2	64,2	57,5	63,9	61,2
	Este	70,2	73,5	70,4	69,6	71,5
	Sur	66,7	61,7	67,0	64,7	66,4
	Oeste	71,2	69,8	76,7	70,5	70,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,8</b>	<b>67,3</b>	<b>67,9</b>	<b>67,2</b>	<b>67,3</b>
75 metros	Norte	61,5	61,6	63,4	61,1	63,4
	Este	71,2	70,3	76,7	72,9	73,5
	Sur	64,1	67,1	65,5	68,0	65,6
	Oeste	72,1	71,4	74,2	74,4	73,3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,2</b>	<b>67,6</b>	<b>70,0</b>	<b>69,1</b>	<b>69,0</b>
100 metros	Norte	60,9	62,9	61,0	66,9	66,5
	Este	73,0	71,3	74,6	72,0	74,1
	Sur	55,1	64,1	59,1	65,7	55,1
	Oeste	70,6	71,6	67,3	70,9	69,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64,9</b>	<b>67,5</b>	<b>65,5</b>	<b>68,9</b>	<b>66,4</b>

#### 4.1.4.4 Grafico comparativos de Promedios Quimestrales



## 4.1.5 Estación Tumbaco

### 4.1.5.1 Promedios Quimestrales de las Mañanas

Cuartil	Dirección	Mañana				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	67,6	67,7	62,7	68,5	66,3
	Este	75,6	78,9	77,8	74,1	76,9
	Sur	74,5	73,5	75,2	67,6	72,1
	Oeste	74,3	72,0	75,3	73,1	73,5
	<b>PROMEDIO</b>	<b>73,0</b>	<b>73,0</b>	<b>72,8</b>	<b>70,8</b>	<b>72,2</b>
50 metros	Norte	63,3	64,2	64,7	67,9	65,6
	Este	70,9	65,9	70,1	74,6	70,2
	Sur	65,9	66,3	64,9	64,9	65,4
	Oeste	73,1	72,1	76,5	73,3	74,0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>68,3</b>	<b>67,1</b>	<b>69,1</b>	<b>70,2</b>	<b>68,8</b>
75 metros	Norte	69,5	65,8	70,4	66,5	67,6
	Este	72,1	73,6	70,1	70,7	71,5
	Sur	63,4	64,6	61,6	59,8	62,0
	Oeste	74,6	75,8	73,9	73,6	74,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>69,9</b>	<b>70,0</b>	<b>69,0</b>	<b>67,7</b>	<b>68,9</b>
100 metros	Norte	66,6	64,4	65,9	65,7	65,3
	Este	71,5	71,9	66,7	73,0	70,5
	Sur	67,6	67,3	68,8	64,7	66,9
	Oeste	73,0	72,4	71,5	74,3	72,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>69,7</b>	<b>69,0</b>	<b>68,2</b>	<b>69,4</b>	<b>68,9</b>

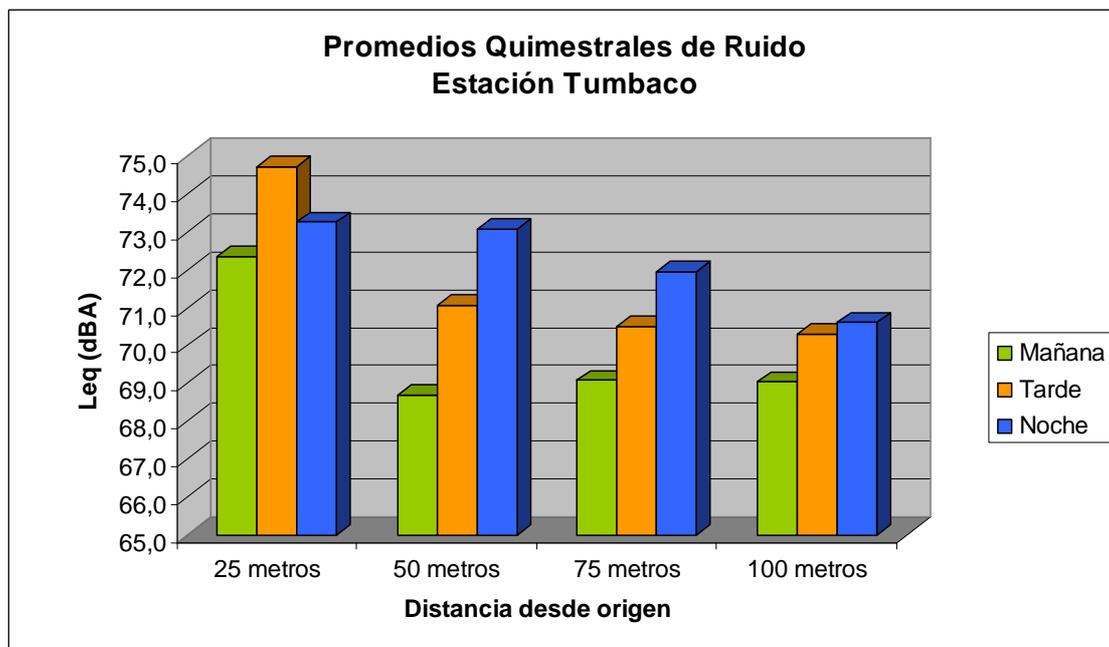
### 4.1.5.2 Promedios Quimestrales de las Tardes

Cuartil	Dirección	Tarde				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	69,1	68,9	68,7	69,0	70,1
	Este	76,6	77,6	76,4	79,5	77,2
	Sur	73,3	74,5	76,1	72,8	75,8
	Oeste	78,4	78,5	77,9	74,8	79,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>74,4</b>	<b>74,9</b>	<b>74,8</b>	<b>74,0</b>	<b>75,6</b>
50 metros	Norte	68,2	65,4	67,5	67,1	67,8
	Este	72,9	69,9	73,9	77,6	78,1
	Sur	70,6	70,5	61,2	65,3	66,9
	Oeste	74,9	74,1	77,4	75,3	76,7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>71,7</b>	<b>70,0</b>	<b>70,0</b>	<b>71,3</b>	<b>72,4</b>
75 metros	Norte	66,7	65,6	69,4	65,5	65,8
	Este	75,5	74,5	75,8	78,3	76,6
	Sur	64,5	63,2	70,1	58,7	63,5
	Oeste	75,6	76,0	73,9	74,6	76,4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>70,6</b>	<b>69,8</b>	<b>72,3</b>	<b>69,3</b>	<b>70,6</b>
100 metros	Norte	64,1	65,0	63,2	63,1	64,7
	Este	76,4	73,8	77,1	74,0	75,7
	Sur	66,3	72,3	64,9	65,1	64,7
	Oeste	76,1	75,4	72,8	75,8	75,8
	<b>PROMEDIO</b>	<b>70,7</b>	<b>71,6</b>	<b>69,5</b>	<b>69,5</b>	<b>70,2</b>

#### 4.1.5.3 Promedios Quimestrales de la Noches

Cuartil	Dirección	Noche				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		Leq mes 1 (dBA)	Leq mes 2 (dBA)	Leq mes 3 (dBA)	Leq mes 4 (dBA)	Leq mes 5 (dBA)
25 metros	Norte	66,4	66,8	65,7	67,3	64,5
	Este	72,3	74,9	76,8	74,6	79,8
	Sur	73,1	74,5	73,3	70,9	71,5
	Oeste	79,0	76,8	78,7	78,6	79,5
	<b>PROMEDIO</b>	<b>72,7</b>	<b>73,3</b>	<b>73,6</b>	<b>72,9</b>	<b>73,8</b>
50 metros	Norte	69,8	68,7	66,4	67,5	66,9
	Este	79,5	76,8	78,9	76,9	77,8
	Sur	68,8	69,9	67,5	68,3	69,4
	Oeste	77,6	77,8	76,9	77,0	78,9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>73,9</b>	<b>73,3</b>	<b>72,4</b>	<b>72,4</b>	<b>73,3</b>
75 metros	Norte	65,4	63,5	62,3	64,5	68,7
	Este	79,5	78,8	79,5	80,1	77,6
	Sur	67,5	67,8	66,4	67,3	66,8
	Oeste	76,5	77,3	79,5	74,6	75,6
	<b>PROMEDIO</b>	<b>72,2</b>	<b>71,9</b>	<b>71,9</b>	<b>71,6</b>	<b>72,2</b>
100 metros	Norte	65,1	64,0	63,4	61,5	60,9
	Este	79,1	76,4	74,8	78,3	76,5
	Sur	63,4	65,8	67,3	68,4	65,2
	Oeste	75,4	76,5	76,8	77,1	76,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>70,8</b>	<b>70,7</b>	<b>70,6</b>	<b>71,3</b>	<b>69,7</b>

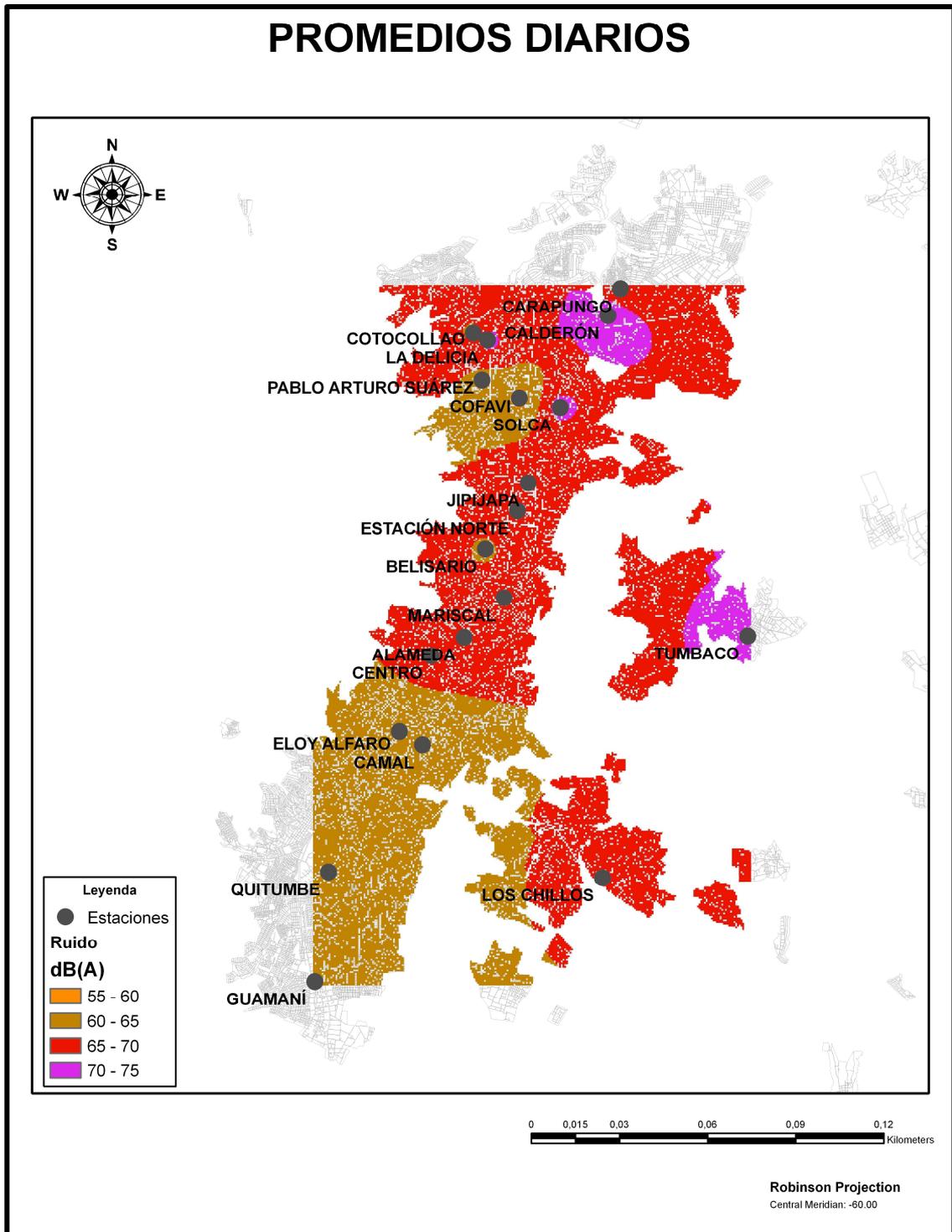
#### 4.1.5.4 Grafico comparativos de Promedios Quimestrales



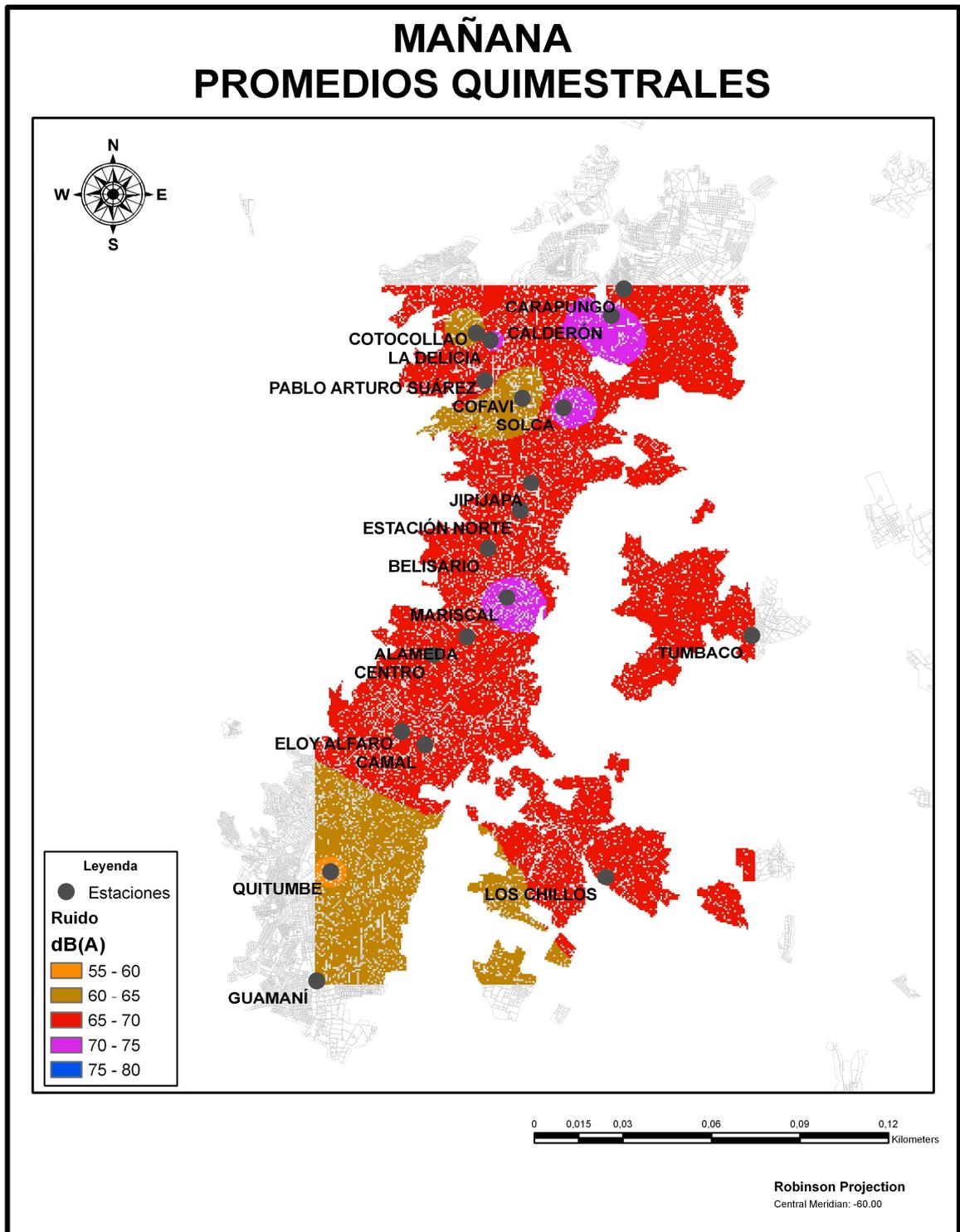
## **4.2 Mapas de Ruido.**

Una vez reunidos, analizados y tratados, los datos se utilizaron para realizar los mapas que se muestran en las siguientes páginas. En la leyenda de los mismos se encuentra el valor 1 DOT= 200 en el espacio “Densidad Poblacional” Este valor indica que un punto equivale a 200 personas.

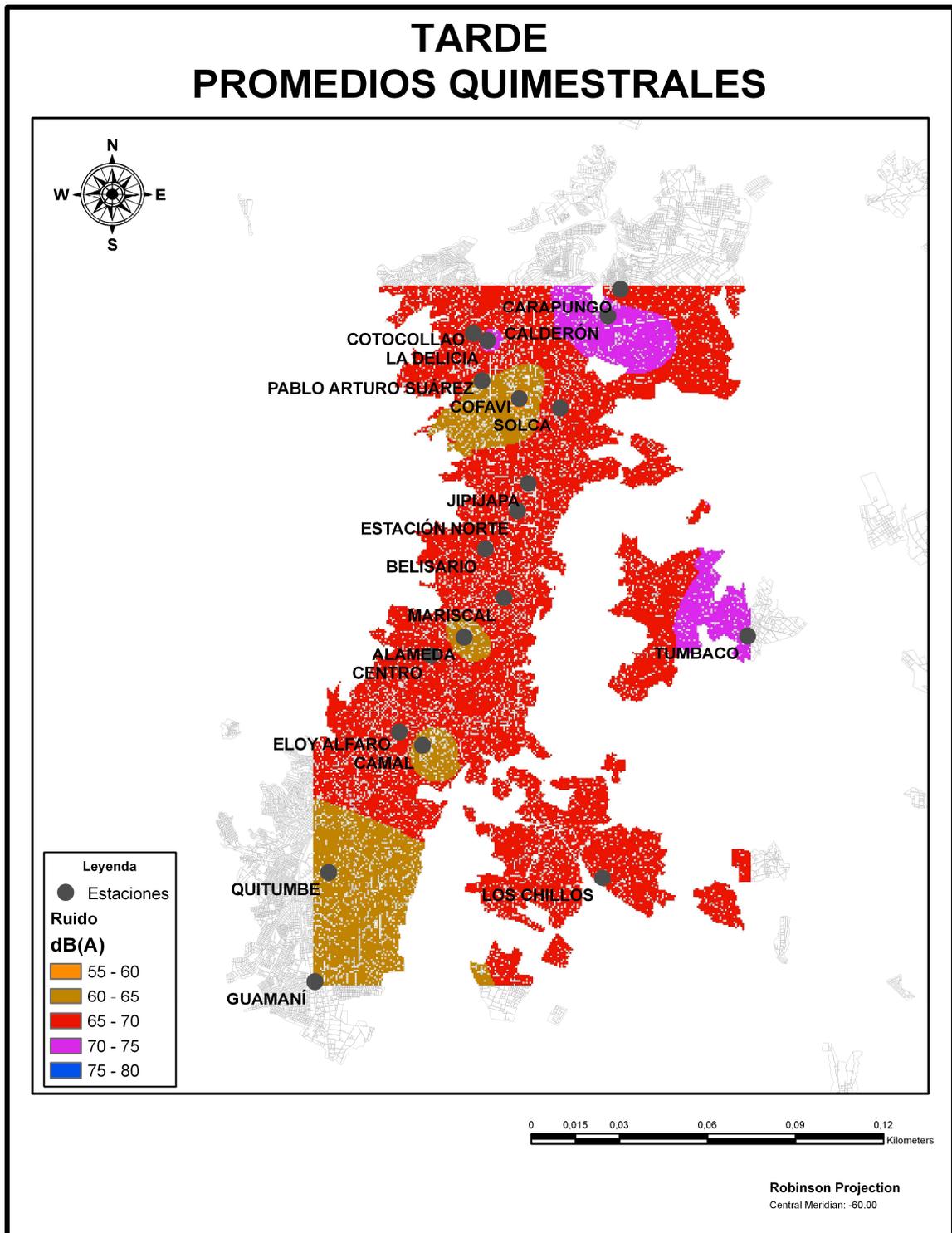
#### 4.2.1 Mapa de Promedios Totales del DMQ.



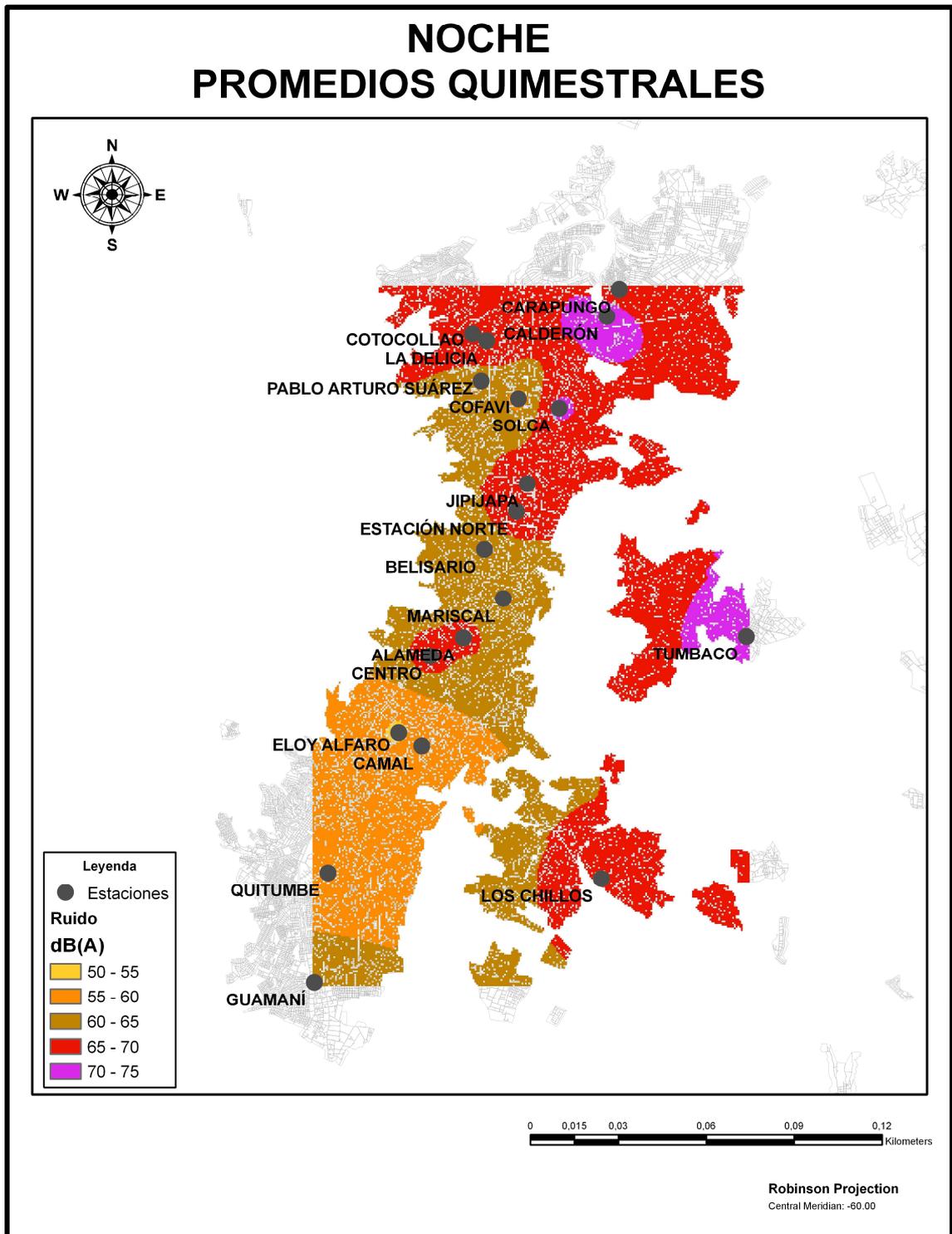
#### 4.2.2 Mapa de Promedios de la Mañana del DMQ.



### 4.2.3 Mapa de Promedios de la Tarde del DMQ.

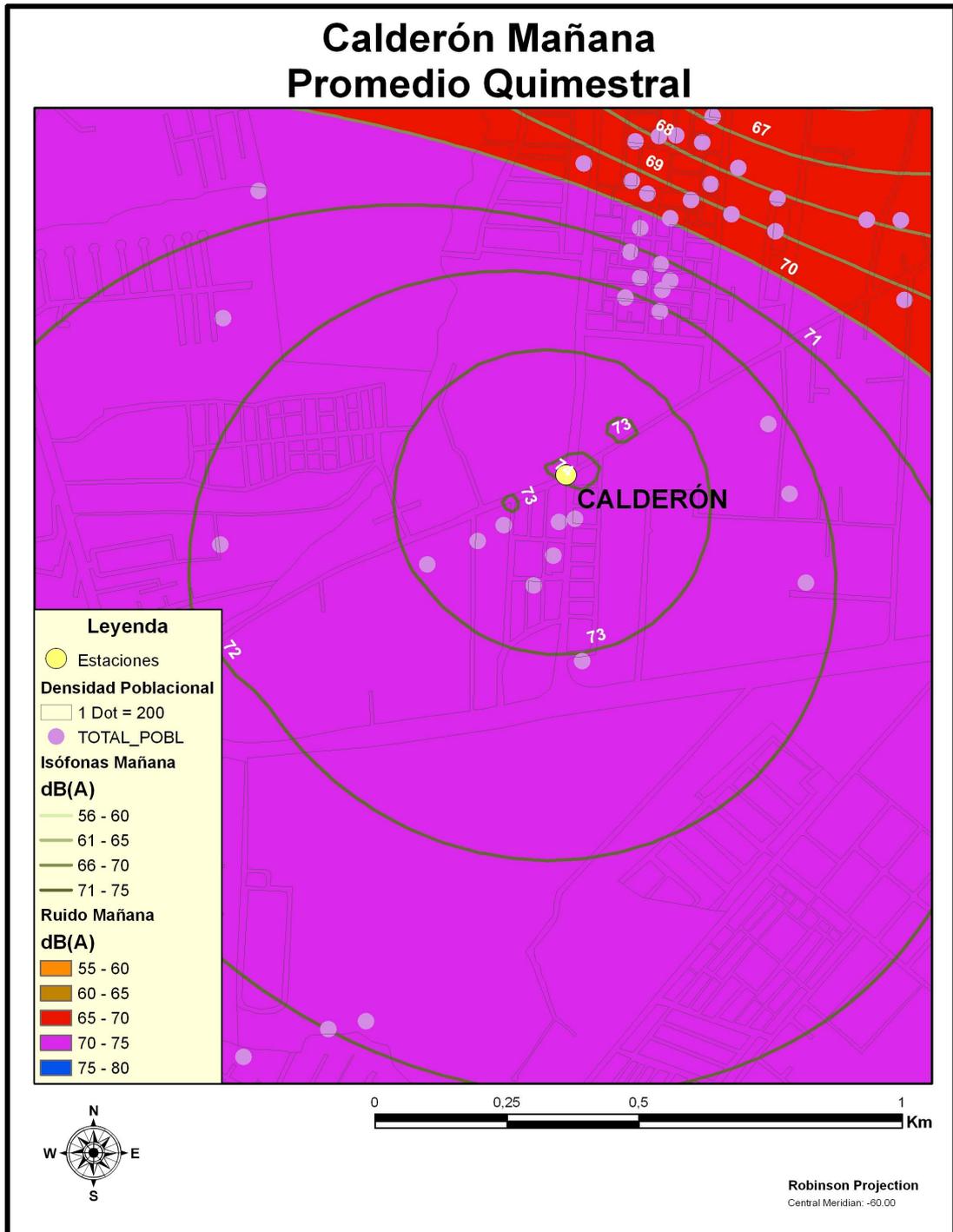


#### 4.2.4 Mapa de Promedios de la Noche del DMQ.

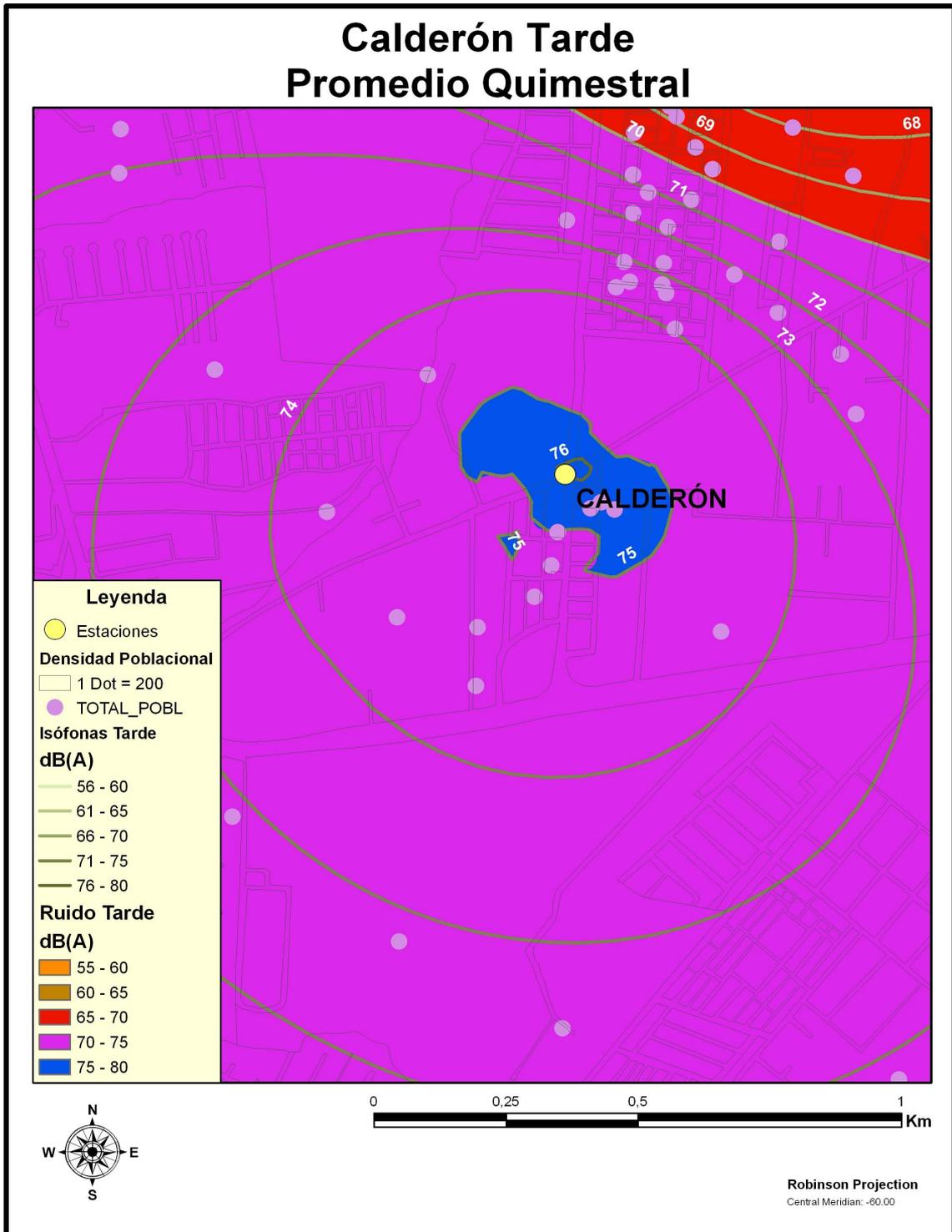


#### 4.2.5 Mapas de la Estación Calderón.

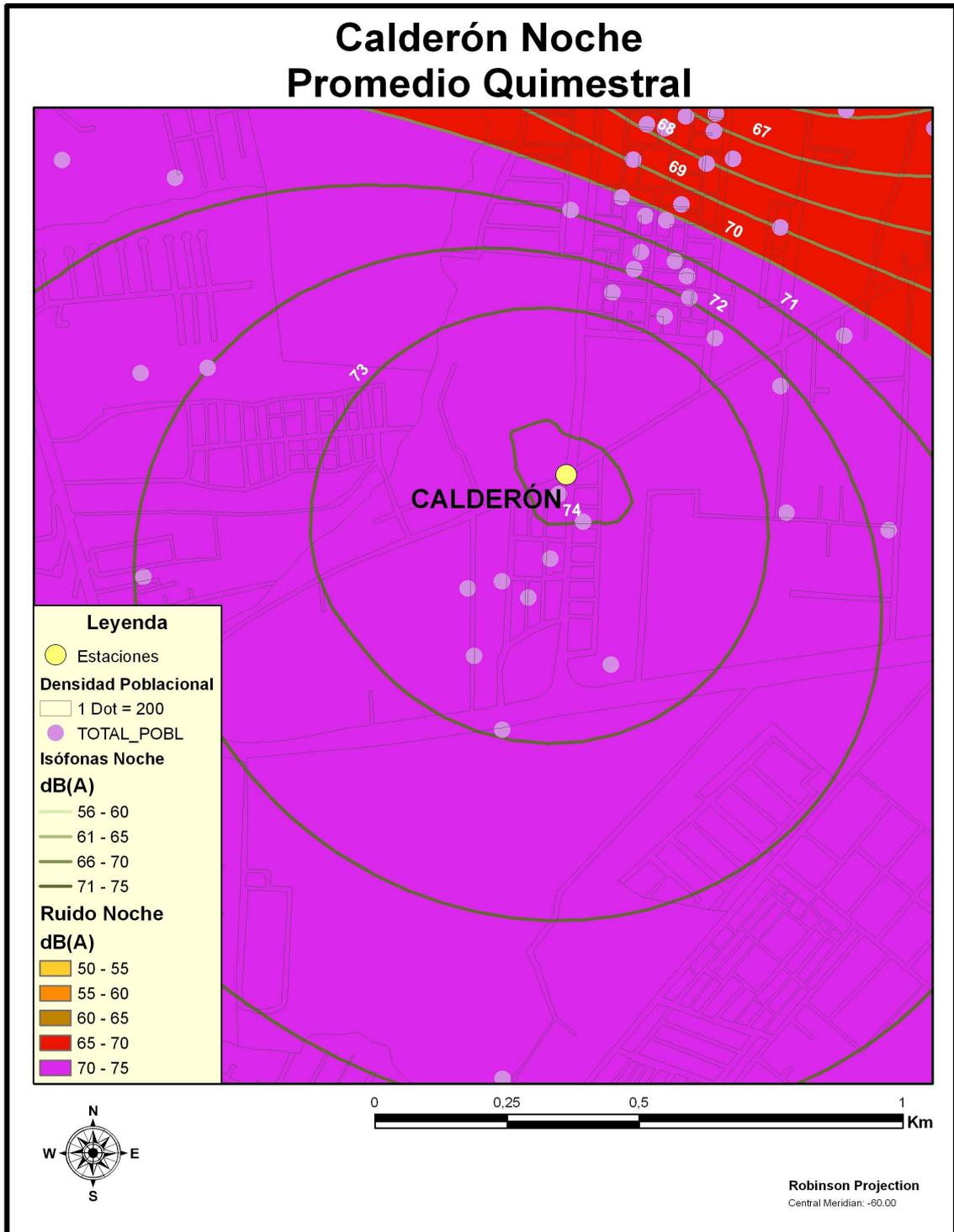
##### 4.2.5.1 Mapa de Promedios de la Mañana.



4.2.5.2 Mapa de Promedios de la Tarde.

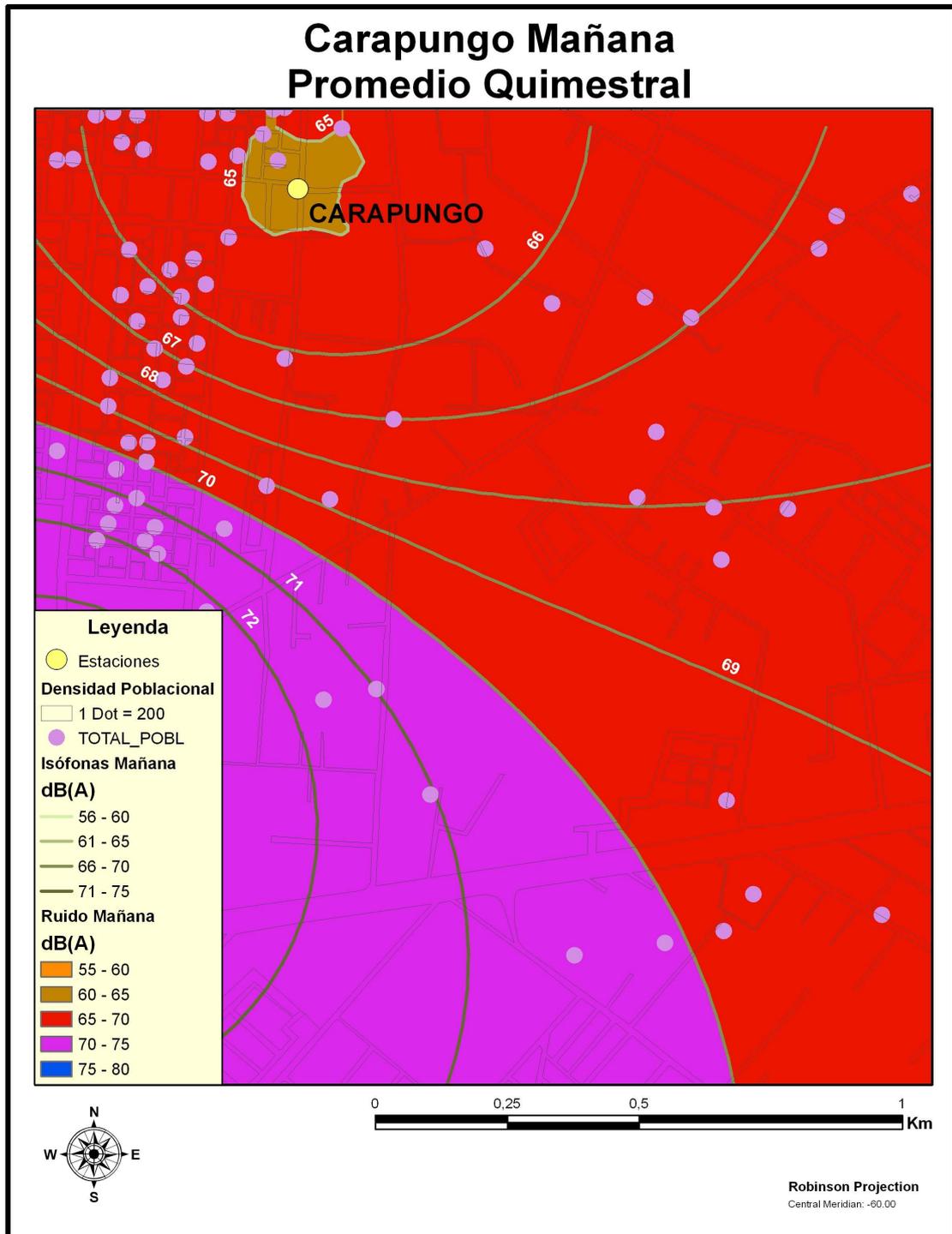


### 4.2.5.3 Mapa de Promedios de la Noche.

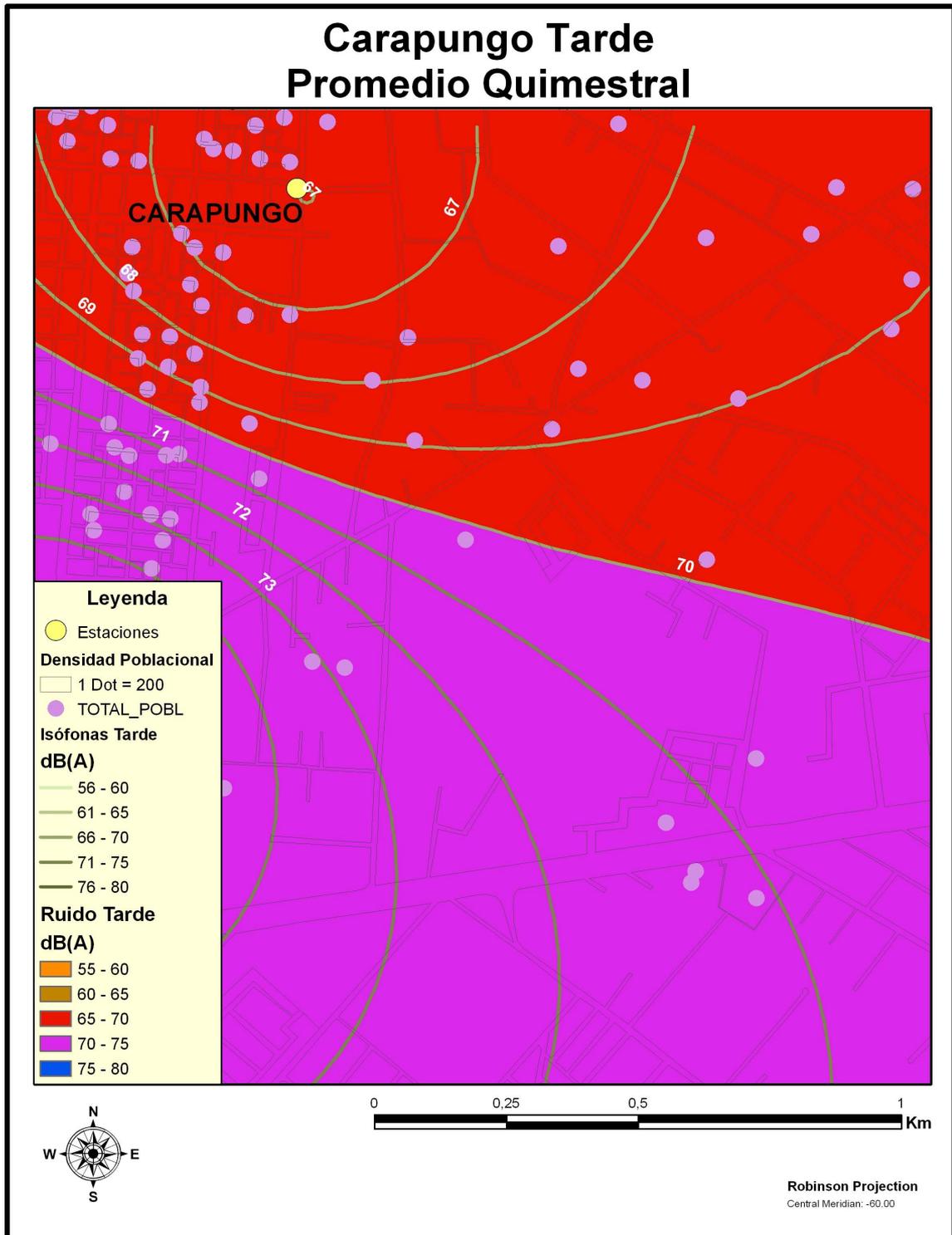


## 4.2.6 Mapas de la Estación Carapungo

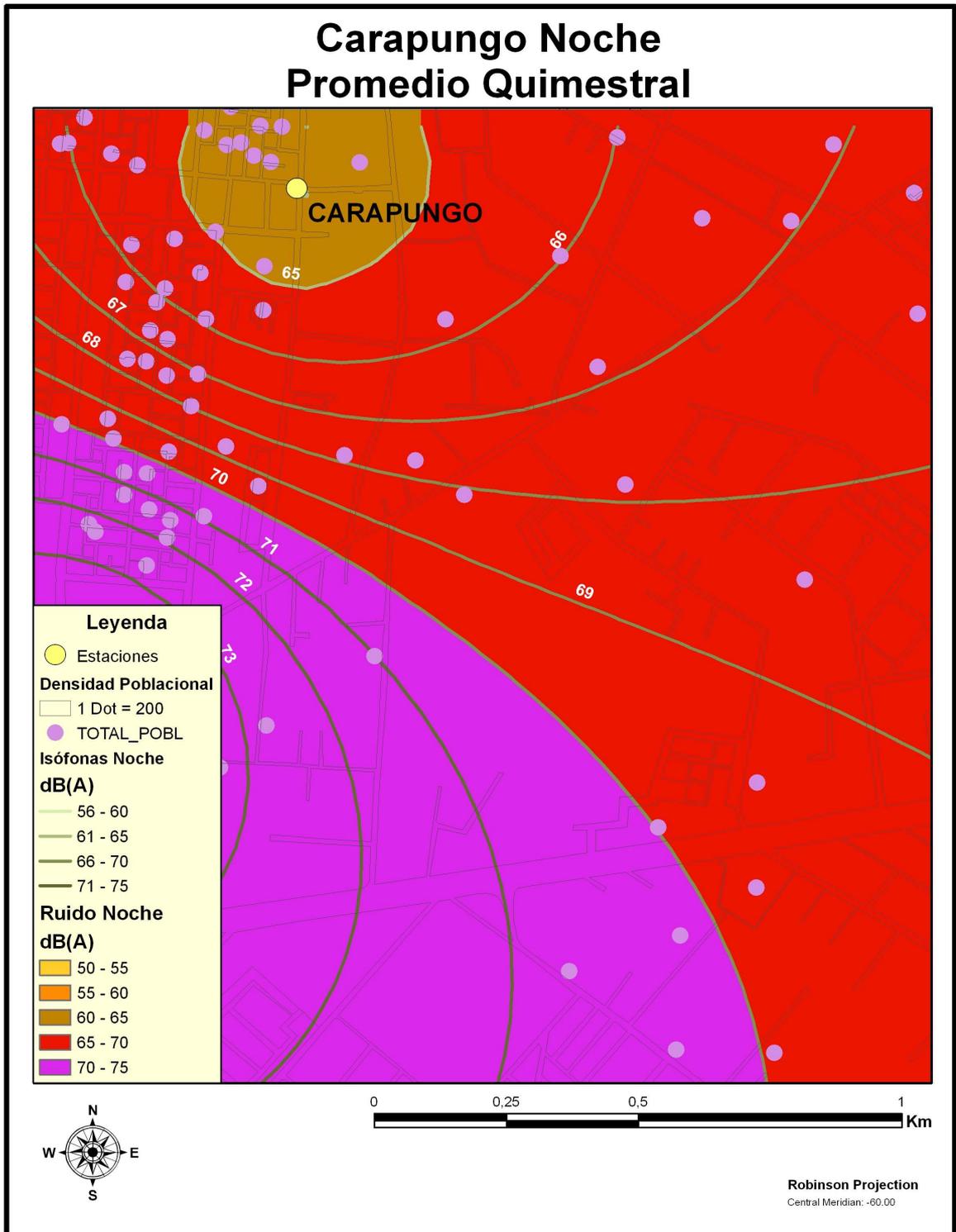
### 4.2.6.1 Mapa de Promedios de la Mañana.



#### 4.2.6.2 Mapa de Promedios de la Tarde.

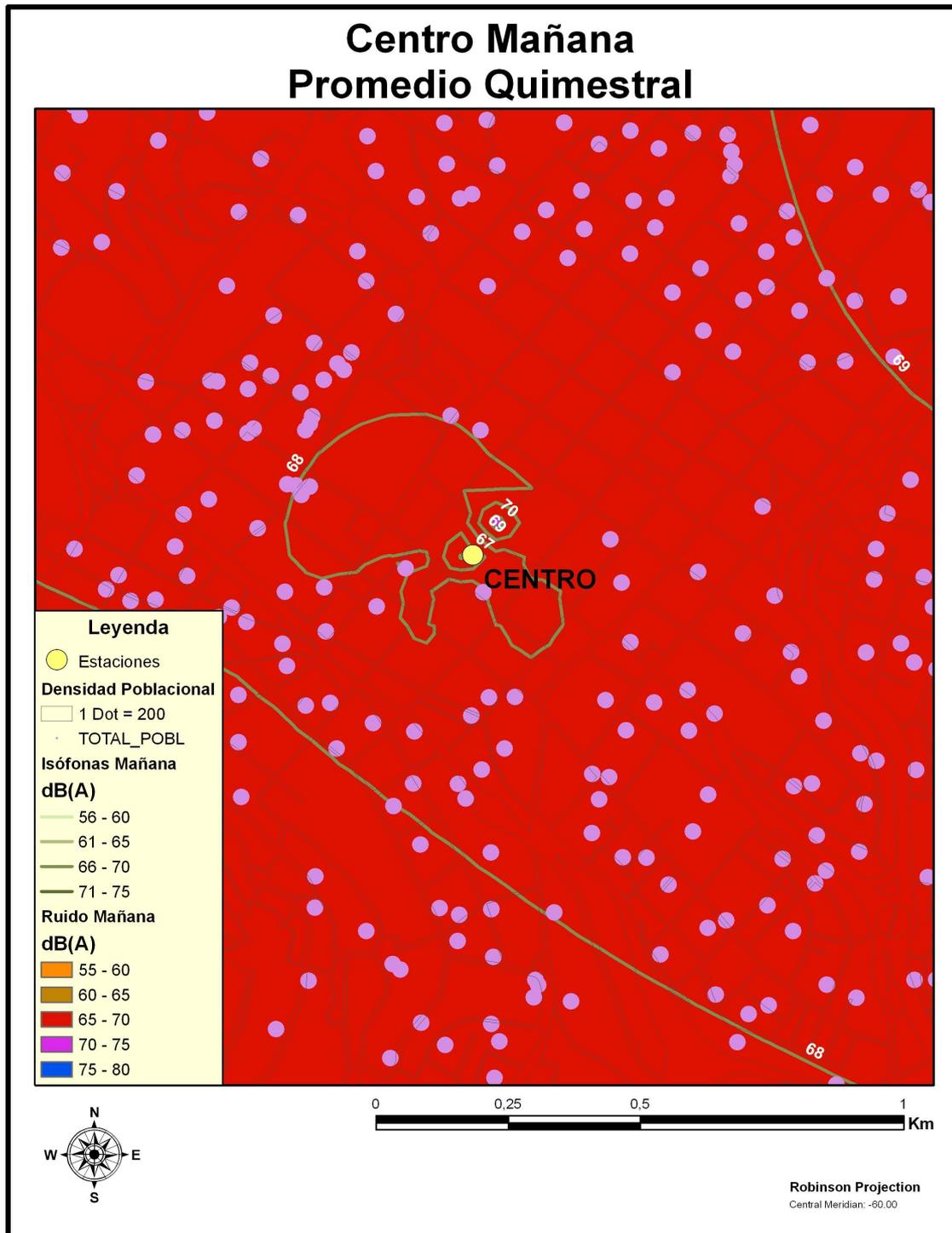


### 4.2.6.3 Mapa de Promedios de la Noche.

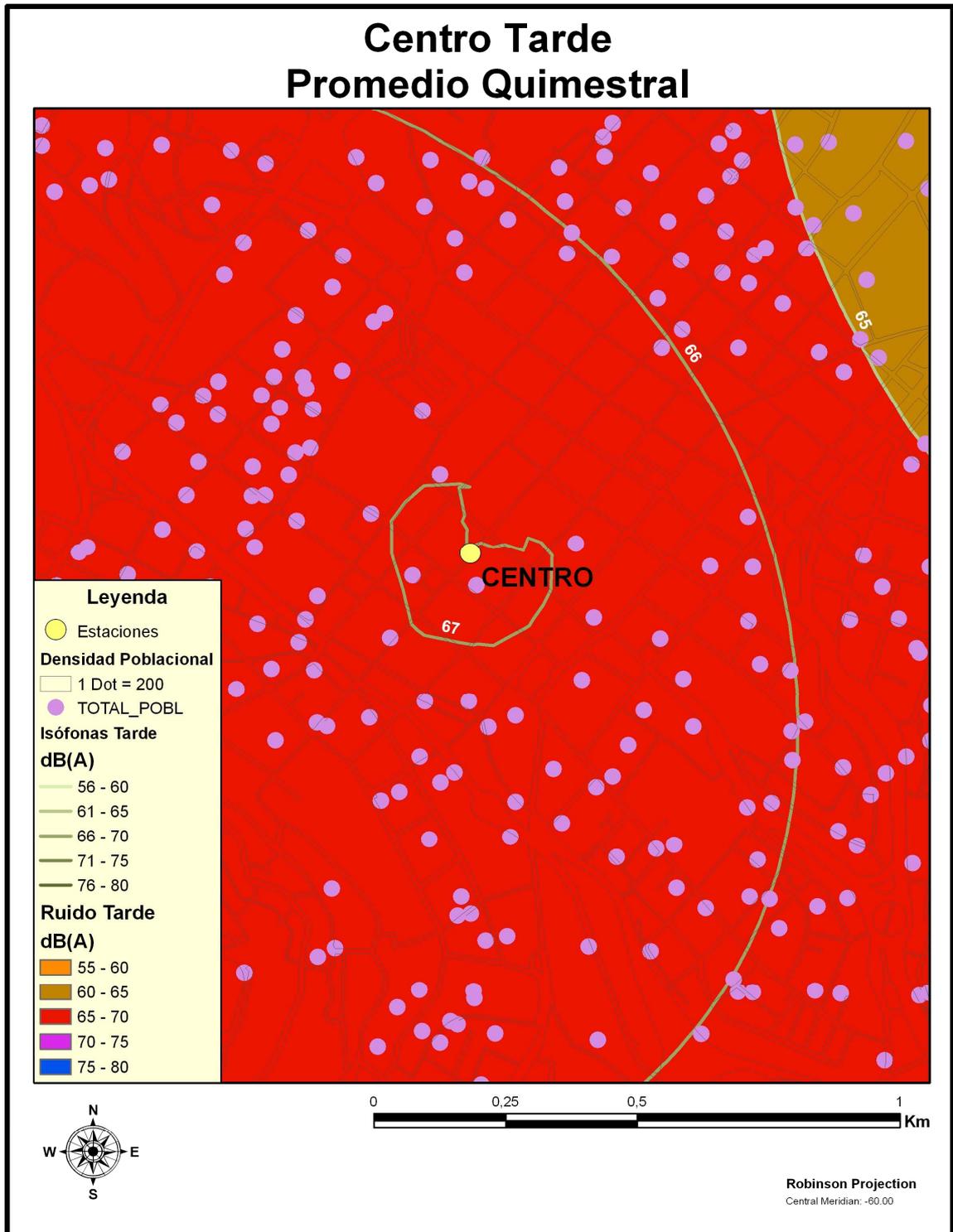


#### 4.2.7 Mapas de la Estación Centro.

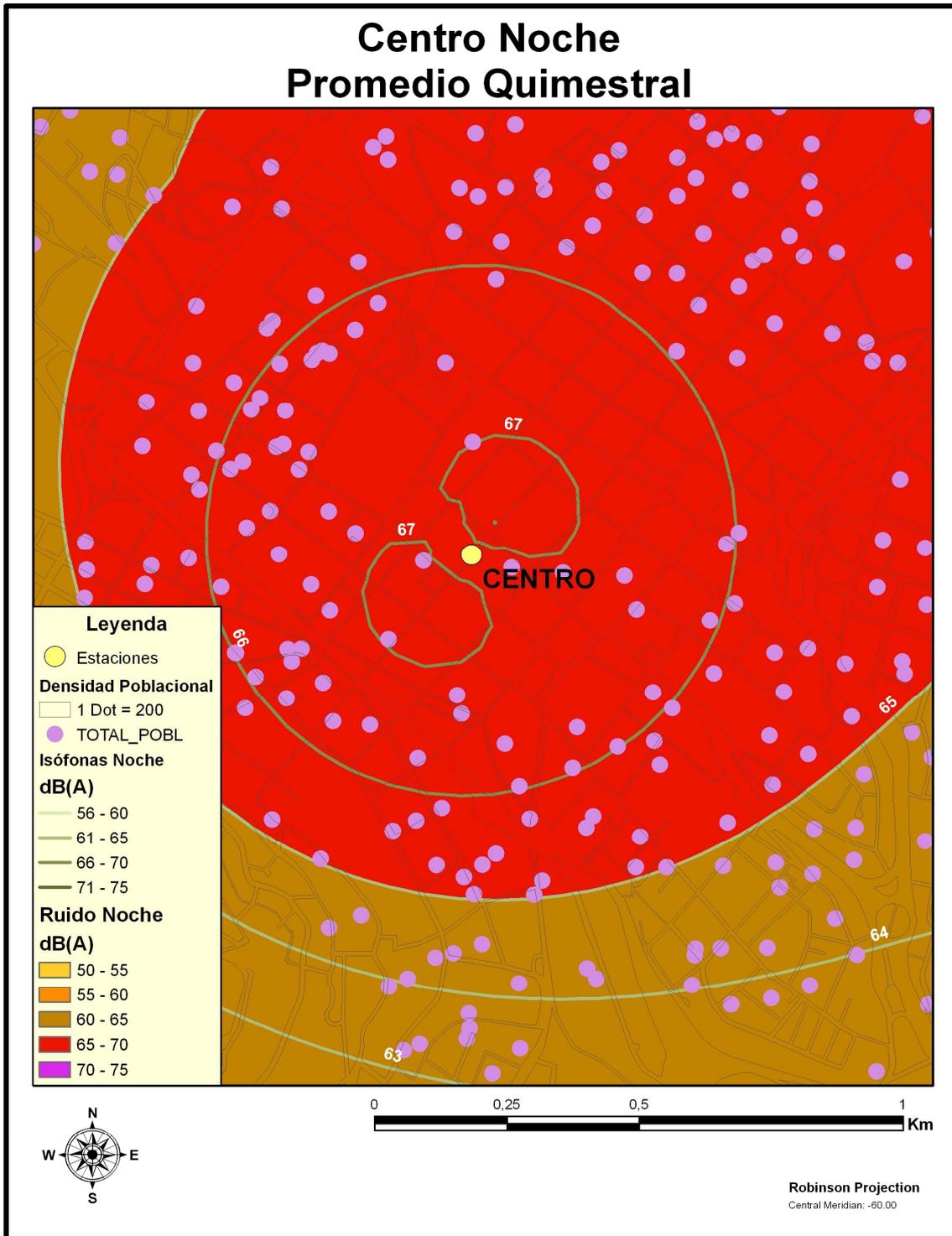
##### 4.2.7.1 Mapa de Promedios de la Mañana.



#### 4.2.7.2 Mapa de Promedios de la Tarde.

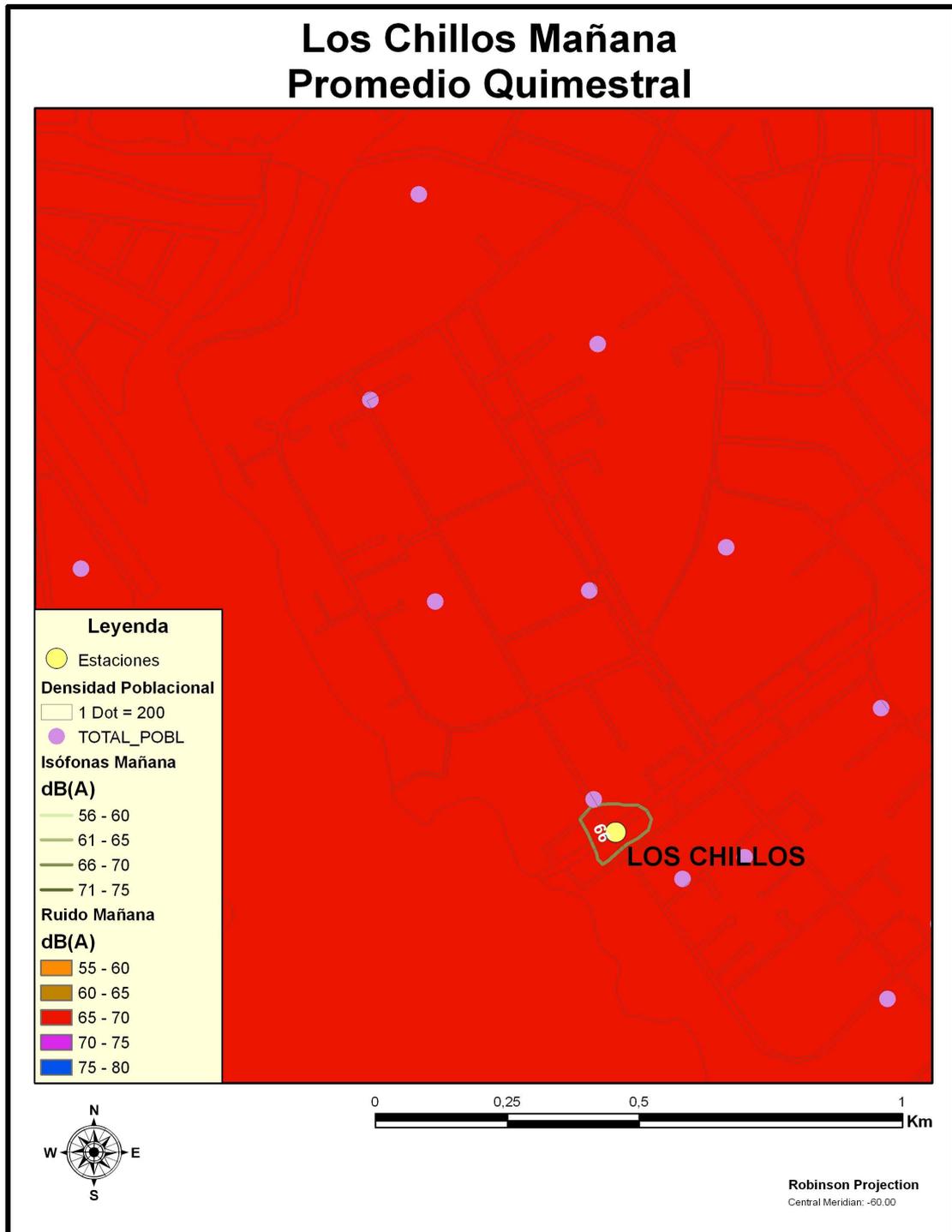


### 4.2.7.3 Mapa de Promedios de la Noche.

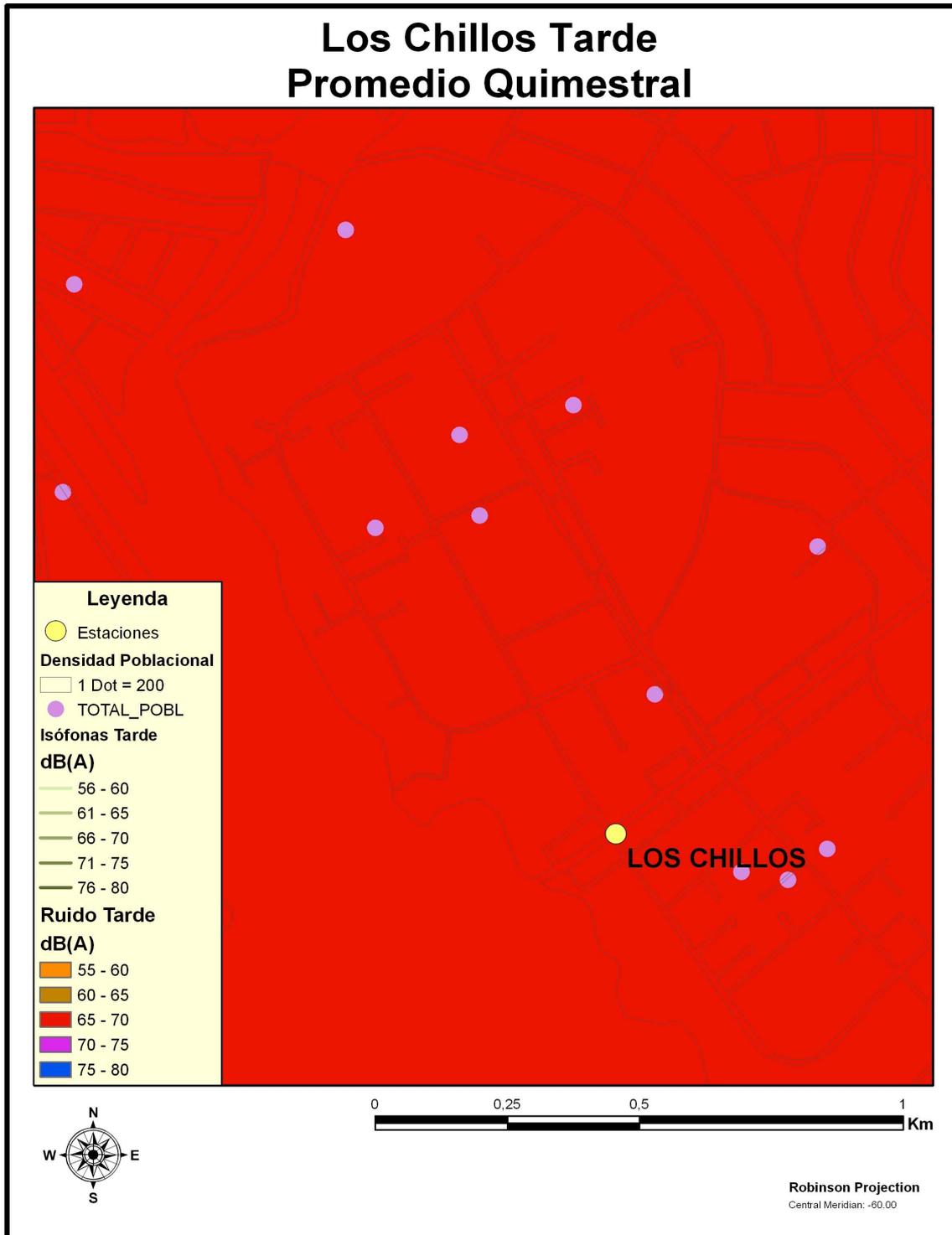


#### 4.2.8 Mapas de la Estación Los Chillos.

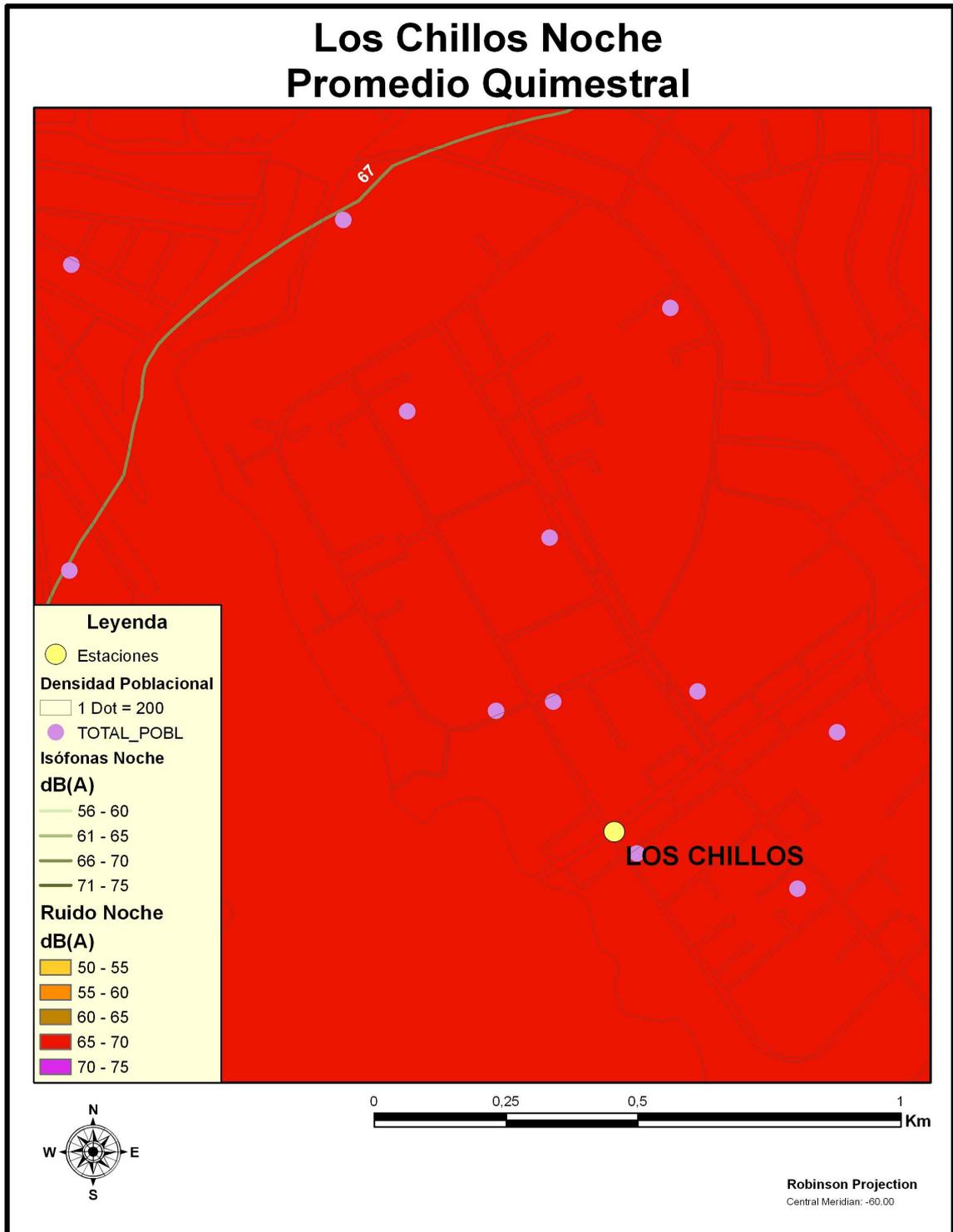
##### 4.2.8.1 Mapa de Promedios de la Mañana.



#### 4.2.8.2 Mapa de Promedios de la Tarde.

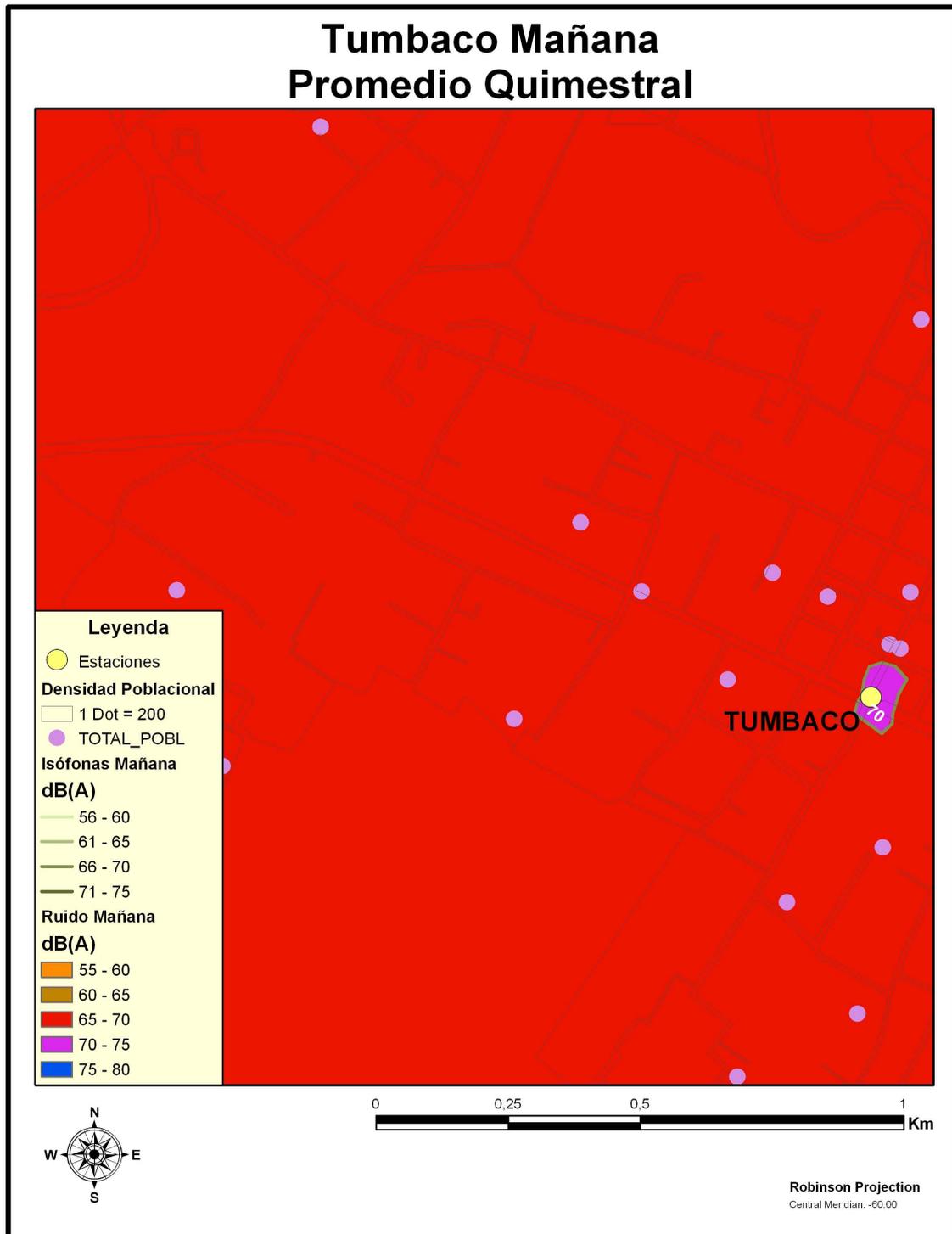


### 4.2.8.3 Mapa de Promedios de la Noche.

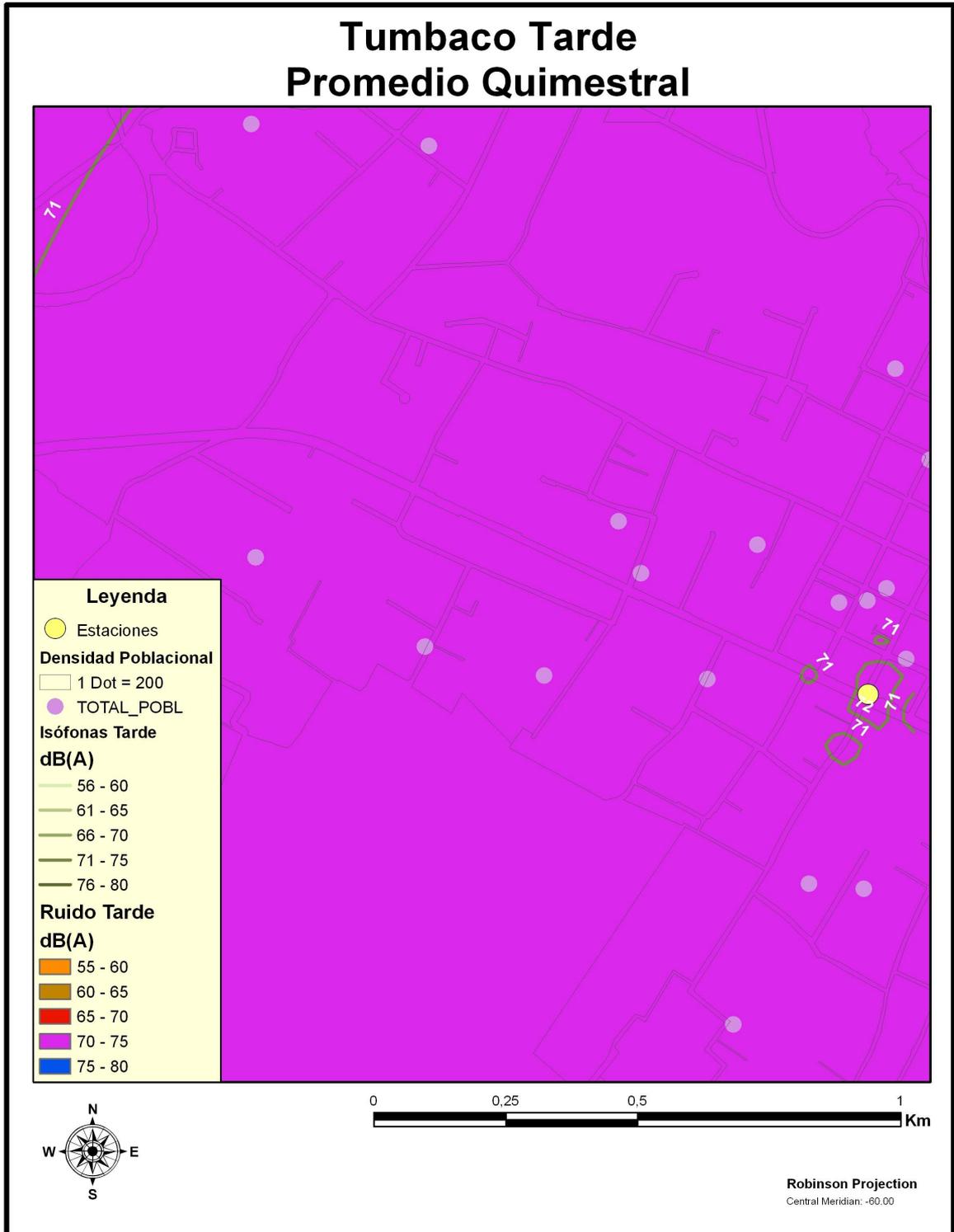


#### 4.2.9 Mapas de la Estación Tumbaco.

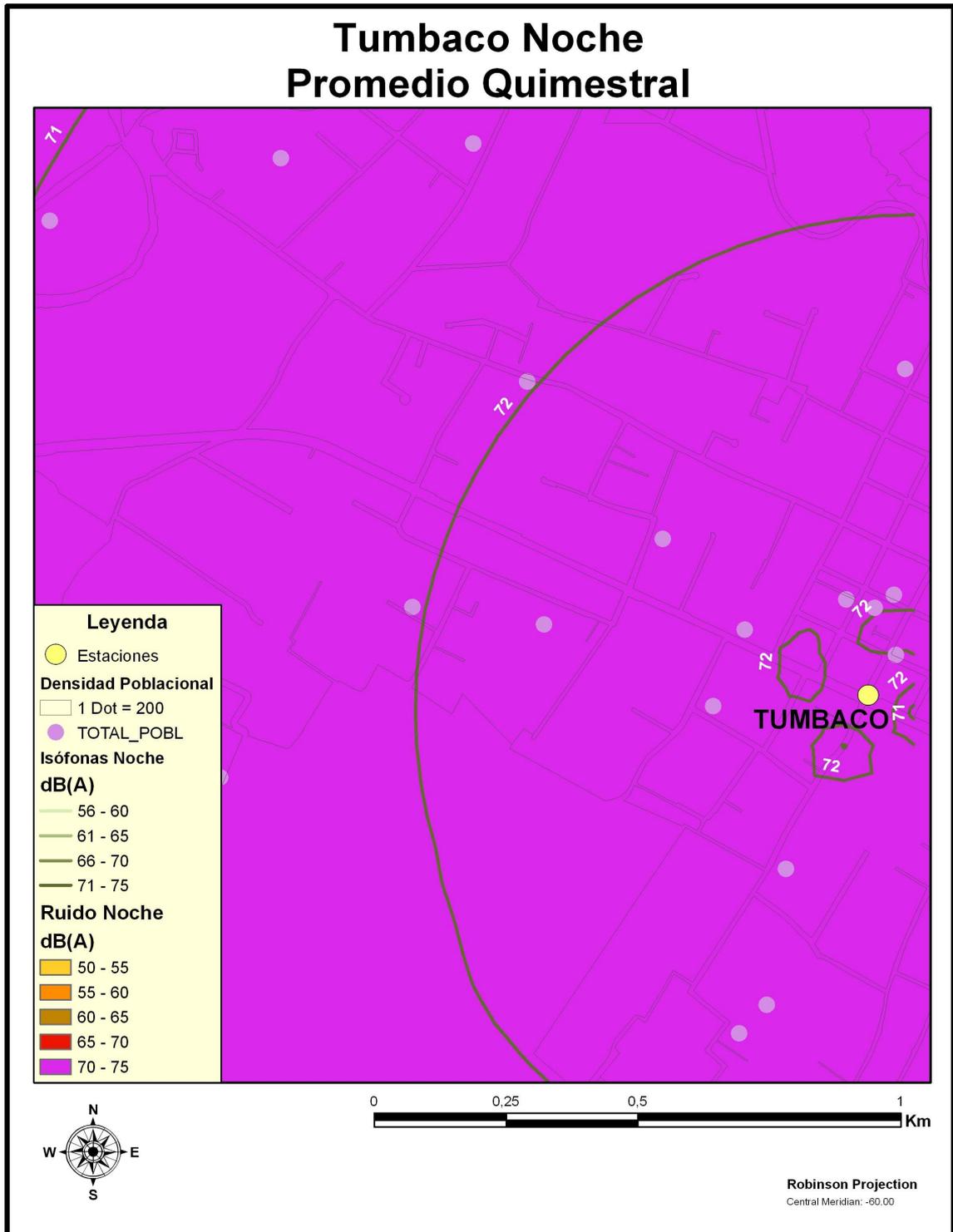
##### 4.2.9.1 Mapa de Promedios de la Mañana.



#### 4.2.9.2 Mapa de Promedios de la Tarde.



### 4.2.9.3 Mapa de Promedios de la Noche.



### **4.3 Análisis de Resultados.**

#### **4.3.1 Estación Calderón**

##### **4.3.1.1 Análisis Temporal**

Esta estación de monitoreo presenta los picos más altos de ruido durante la tarde (de 12:00 a 18:00 horas). Esto se debe al elevado tráfico que se produce en dos “horas pico” dentro de ese periodo: la hora del almuerzo y el retorno de los trabajadores hacia sus casas. Este comportamiento decrece hacia la noche debido a la disminución paulatina del tránsito. Se pudo notar que los niveles de ruido en el mes de junio fueron los más bajos, lo que probablemente corresponde a la finalización de clases en escuelas y colegios.

##### **4.3.1.2 Análisis Espacial**

El punto con el nivel de ruido más alto coincide con el punto cero de la estación, es decir con la intersección de la Av. Luis Vacari y la av. Calles. Esto se debe al frenado y a la aceleración de los automotores, causada por la presencia del semáforo que controla el tráfico. A esta característica se suma el tránsito de buses que realizan sus paradas en la esquina.

##### **4.3.1.3 Análisis de Características**

La zona presenta, mayoritariamente, edificios residenciales, concordando con el uso de suelo que le asigna la norma. Sin embargo, los niveles de ruido son elevados para un área de esas características y esto se debe principalmente a la considerable cantidad de vehículos que circulan por las vías correspondientes a la estación. Este problema se ve agravado por la condición propia del pavimento, cuya aspereza causa mayores niveles de ruido.

##### **4.3.1.4 Análisis con Respecto a la Norma**

Los niveles máximos de ruido permisibles para fuentes fijas en zonas residenciales son 50 dB(A) de 6:00 a 20:00 horas y de 40 dB(A) de 20:00 a 6:00 horas. Si se toma en cuenta ese

límite, esta estación incumple la norma las 24 horas del día.

#### **4.3.2 Estación Carapungo**

##### **4.3.2.1 Análisis Temporal**

Los niveles de ruido en esta estación permanecen relativamente constantes, aunque se nota un ligero aumento durante el periodo de la tarde debido al movimiento causado por la salida de clases de los alumnos de la escuela cercana

##### **4.3.2.2 Análisis Espacial**

Al contrario de la estación Calderón, Carapungo presenta un punto cero menos ruidoso que el entorno. Esto se debe a que, a pesar de estar ubicado en una intersección, el origen de esta estación es escasamente concurrido y los vehículos que por el transitan, lo hacen a baja velocidad. De igual manera, la baja presencia de comercios provoca que la afluencia de peatones sea reducida.

Es importante mencionar que la influencia de la estación Calderón sobre este punto es innegable, como se puede comprobar en los mapas de la zona. Esta influencia produce que los niveles de ruido hacia el norte de la estación Carapungo sean más bajos que los niveles en la parte sur de la misma.

##### **4.3.2.3 Análisis de Características**

Por ser una zona meramente residencial, los niveles de ruido son relativamente bajos. Sin embargo, en cuanto los materiales de la calzada de las dos calles que confluyen en la estación no son los mejores o no se encuentran en el mejor de los estados, el tránsito constituye la principal fuente de ruido de este punto.

#### **4.3.2.4 Análisis con Respecto a la Norma**

A pesar de lo bajo de los niveles de ruido, esta estación incumple la norma de 50 dB(A) de 6:00 a 20:00 horas y de 40 dB(A) de 20:00 a 6:00 horas durante todo el día.

### **4.3.3 Estación Centro**

#### **4.3.3.1 Análisis Temporal**

Los niveles de ruido más altos registrados en esta estación corresponden al periodo matutino (6:00 a 12:00) y corresponden a las horas del día de mayor movimiento turístico y comercial de la zona.

#### **4.3.3.2 Análisis Espacial**

Los niveles más altos de ruido fueron registrados en los cuartiles 50 y 75. El cuartil 50S corresponde a la intersección de las calles García Moreno y Simón Bolívar, misma que es controlada por un signo de “pare”. En esta intersección, es común que los conductores aceleren, frenen y hagan uso del pito.

Por otro lado, el cuartil 75N corresponde a la entrada a la Iglesia de la Compañía de Jesús, monumento histórico que atrae gran cantidad de visitantes durante todo el año, por lo que la presencia de peatones es elevada y constante.

#### **4.3.3.3 Análisis de Características**

Por ser una zona de equipamiento, la estación Centro se encuentra rodeada por diversos comercios y servicios turísticos. Esto produce que los niveles de ruido sean más elevados, en oposición a los bajos límites que impone la norma para estas áreas. En general, las características de la zona que ayudan a mantener bajos los niveles de ruido son: una escasa velocidad de circulación, una perfecta calidad de la calzada y una baja afluencia vehicular.

Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, la fuente más representativa de ruido son los comercios de la zona y la afluencia de peatones.

#### **4.3.3.4 Análisis con Respecto a la Norma**

La norma indica un nivel de presión sonora equivalente máximo de 45 dB(A) durante el día y de 35 dB(A) durante la noche para las zonas de equipamiento, sin embargo en esta estación los niveles, aunque relativamente bajos, se hallan muy por encima de esos límites.

#### **4.3.4 Estación Los Chillos**

##### **4.3.4.1 Análisis Temporal**

Aunque los niveles de ruido son relativamente estables, es visible que los valores más altos se presentan durante el periodo nocturno. Esto se debe a que, la hora pico de retorno del trabajo (generalmente, en Quito) ocurre a partir de las 18:00 y no más temprano como en otros puntos del Distrito.

##### **4.3.4.2 Análisis Espacial**

La intersección de la av. Ilaló y la calle Pastaza, que corresponde al punto cero de esta estación, presentó los valores más altos de ruido. Esto se debe, indudablemente, a la presencia del semáforo de control de la intersección. Los niveles de ruido van decreciendo paulatinamente hacia los puntos exteriores de la estación y repuntan en el cuartil 100. Esto se debe a la presencia de otras intersecciones importantes a esa distancia del punto cero.

##### **4.3.4.3 Análisis de Características**

La estación corresponde a una zona residencial y mantiene niveles de ruido relativamente bajos con respecto a las demás estaciones de la Zona 4. Las causas principales para que se produzcan estos bajos niveles de ruido son: la excelente calidad del asfalto en la av. Ilaló y el escaso tránsito vehicular en la calle Pastaza.

La presencia de un aserradero en la intersección de las calles no resultó ser una fuente significativa de ruido, pues los equipos de trabajo, potenciales generadores del contaminante, no funcionan constantemente, sino, por el contrario, de manera muy esporádica.

#### **4.3.4.4 Análisis con Respecto a la Norma**

Esta estación, al igual que las anteriores, no cumple la norma de límites máximos para zonas residenciales.

#### **4.3.5 Estación Tumbaco**

##### **4.3.5.1 Análisis Temporal**

En el cuartil 25 se notó un elevado nivel de ruido, debido, principalmente, a la presencia de una parada de bus en la av. Interoceánica. En los demás cuartiles se observó que el valor nocturno era más elevado que los valores de la mañana y tarde. Esto es fácilmente explicable por la alta densidad de tráfico pesado que circula por la Interoceánica en horas de la noche.

A pesar de que los valores medidos sean muy elevados, los promedios bajan drásticamente debido a la influencia del ramal sur de la calle Juan Montalvo, la cual en sus cuartiles más alejados presentó niveles bajos de ruido.

##### **4.3.5.2 Análisis Espacial**

La estación Tumbaco constituye, en su generalidad, un foco de ruido que eleva los niveles del contaminante en toda la zona. Los valores más altos corresponden, como en la mayoría de las anteriores estaciones, a la intersección controlada por un semáforo.

##### **4.3.5.3 Análisis de Características**

A pesar de corresponder a una zona residencial, es claro que los comercios abundan en el

área, por lo que los niveles de ruido permanecen altos. La principal fuente de ruido corresponde a los vehículos que ruedan por la desgastada calzada de la avenida Interoceánica.

#### **4.3.5.4 Análisis con Respecto a la Norma**

De igual comportamiento que el resto de estaciones, Tumbaco, incumple la norma de niveles máximos de ruido para zonas residenciales.

#### **4.4 Punto Sugerido para Ubicar la Estación de Monitoreo.**

Tomando en cuenta la densidad poblacional, la factibilidad de medida y los niveles de ruido, se recomienda la ubicación de una estación de monitoreo constante de ruido en la estación Centro, de la Zona 2. Las razones para esta decisión se detallan a continuación:

- De todas las estaciones de la zona 2, es en el Centro Histórico donde se reúne la mayor densidad poblacional, por lo que, en caso de ubicarse una estación de monitoreo en el área, serviría a mayor cantidad de gente que cualquier otro punto.
- En la Radio Municipal ya se encuentra una estación de monitoreo de calidad de aire, por lo cual, ubicar un punto de muestreo constante de ruido es altamente factible.
- Los niveles de ruido, a pesar de no ser los más altos de la zona 2, siguen siendo elevados y afectan a gran cantidad de gente.
- La forma de la ciudad de Quito (extremadamente larga para el escaso ancho que posee) obliga a la ubicación de una estación céntrica que provea datos que sirvan de unión entre la información proporcionada por las estaciones del sur y las del norte.

### **CAPITULO V CONCLUSIONES**

- La metodología desarrollada para el estudio fue práctica para el efecto, sin embargo se encontró que la escasez de puntos de muestreo no permite tener interpolaciones precisas en ciertas áreas del distrito donde no hay estaciones cerca, por ejemplo zonas como Guangopolo, Cumbayá, la vía Intervalles, el Trébol y otros.

- A pesar de que los datos del sonómetro no integrador fueron validados mediante el uso del sonómetro integrador, el disponer de este último facilitó enormemente las labores de muestreo.
- Se encontró que en muchos puntos, como es el caso de la estación Centro y Carapungo, los altos niveles de ruido corresponden a fuentes diferentes a la circulación vehicular.
- Durante el periodo de monitoreo, se realizaron muestreos con la ayuda de terceras personas, esto produjo que se realicen las tomas de muestras de forma más eficiente.
- A pesar de que el estudio fue realizado a cabalidad como se propuso, es difícil determinar una sola estación por zona para la ubicación de la estación de monitoreo constante.
- Durante el proceso de elaboración del estudio, pudo comprobarse que una red de monitoreo de ruido que conste de solamente 4 estaciones, como propone CORPAIRE, es insuficiente para obtener datos confiables del ruido en la ciudad.

## **CAPITULO VI RECOMENDACIONES**

- Se recomienda, para estudios futuros, que se tome en cuenta mayor cantidad de puntos de muestreo, de manera que pueda obtenerse información más precisa.
- Se recomienda a la Facultad adquirir más equipos de fonometría integradores, de esta manera, los monitoreos se llevarían a cabo de manera más precisa y rápida y por lo tanto se obtendrían datos más confiables.
- Se recomienda a los realizadores de futuros estudios como este, centren su atención no sólo en el tráfico vehicular, sino que profundicen en otras fuentes probables de ruido, ya que, como se comprobó, en algunas estaciones, existían otros focos importantes de ruido.
- Se recomienda realizar los muestreos de ruido en grupos de dos o tres personas, no solo por facilidad en cuanto al monitoreo en si, sino también para efectos de seguridad pues los equipos que se utilizan son delicados y costosos, lo que puede atraer la atención de terceros mal intencionados.
- Se recomienda a CORPAIRE, realizar las gestiones necesarias, para ampliar la red

de monitoreo de ruido a más de cuatro estaciones, de manera que se pueda mantener un control de los niveles de ruido más eficazmente.

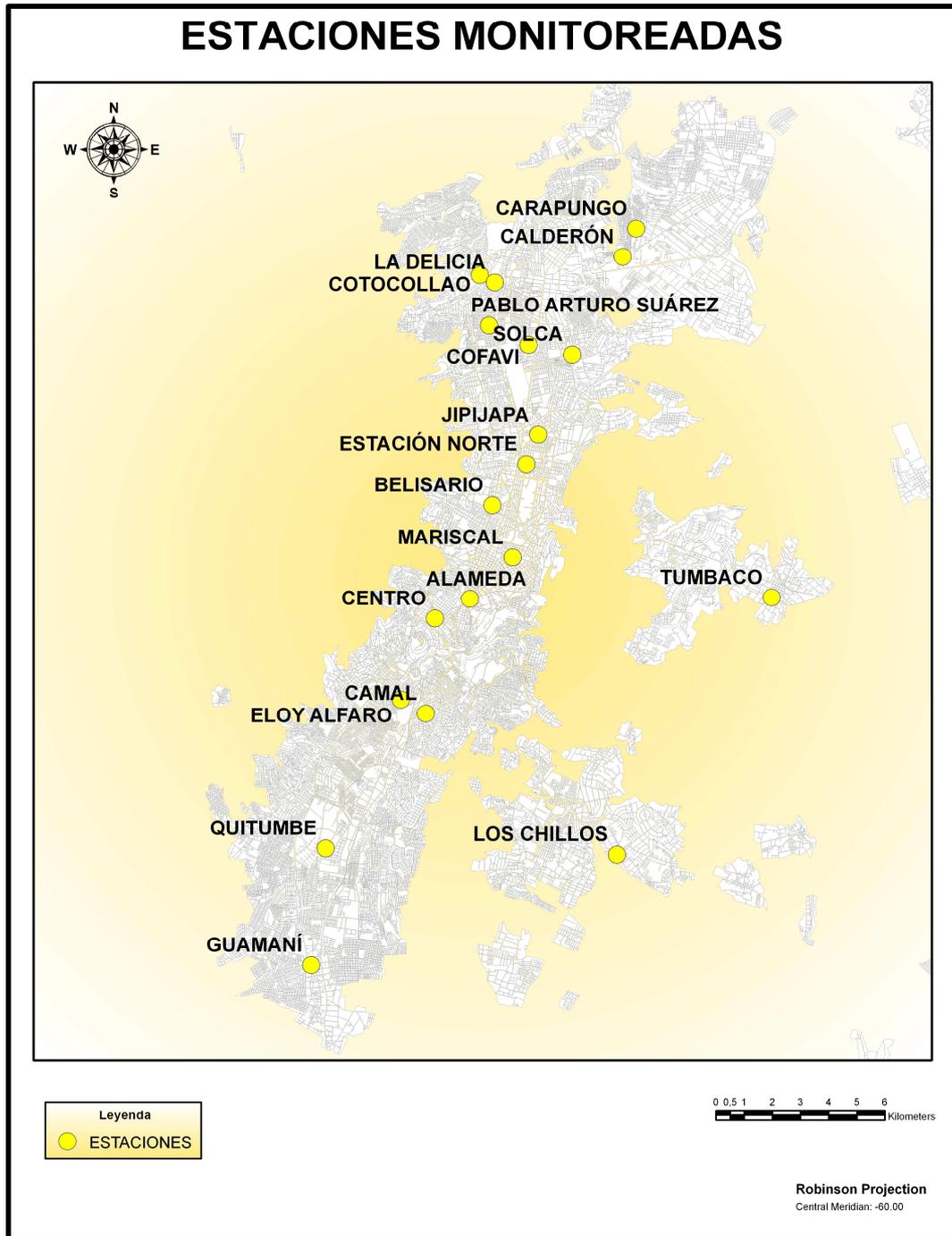
## CAPITULO VI REFERENCIAS

- Bravo, Luis y Chávez, Miguel. “DEFINICION Y PLANIFICACION DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LA CONTAMINACION ACUSTICA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO” Línea base de los niveles de ruido ambiental, para la Dirección Metropolitana Ambiental y CORPAIRE, por DECIBEL Ingeniería Acústica. Quito-2008
- Henao Robledo, Fernando, “Reisgos Físicos 1: Ruido, Vibraciones, Precisiones anormales” Ecoe Ediciones, Bogotá 2007
- Iglesias Simón, Pablo; "El diseñador de sonido: función y esquema de trabajo", ADE-Teatro N° 101. Julio-agosto de 2004. Páginas 199-215.
- Instituto Nacional de Comunicación Humana, Temas Básicos de audiología, Editorial Trillas, México 2003
- Niemann, H. and Maschk, C. Final report. Noise effects and morbidity. OMS. 2004
- Organización Mundial de la Salud “Occupational and community noise”, publicación, febrero 2001
- Organización Mundial de la Salud "Guidelines for Community Noise”, publicación, 1999
- Organización Panamericana de la Salud. "Criterios de salud ambiental: El ruido". Mexico; 1980.
- Ruiz Padillo, Diego Pablo, “Comentarios sobre los distintos tipos de sonómetros, sus especificaciones técnicas y su uso”. Enero 2003, Departamento de Física Aplicada Facultad de Ciencias universidad de Granada, España.
- Servin Rivas, Ilhuicamina. Primer congreso mexicano de acústica. Academia de Acústica, ESIME, IPN. Monterrey, NL, México, 22 y 23 de septiembre de 1994.

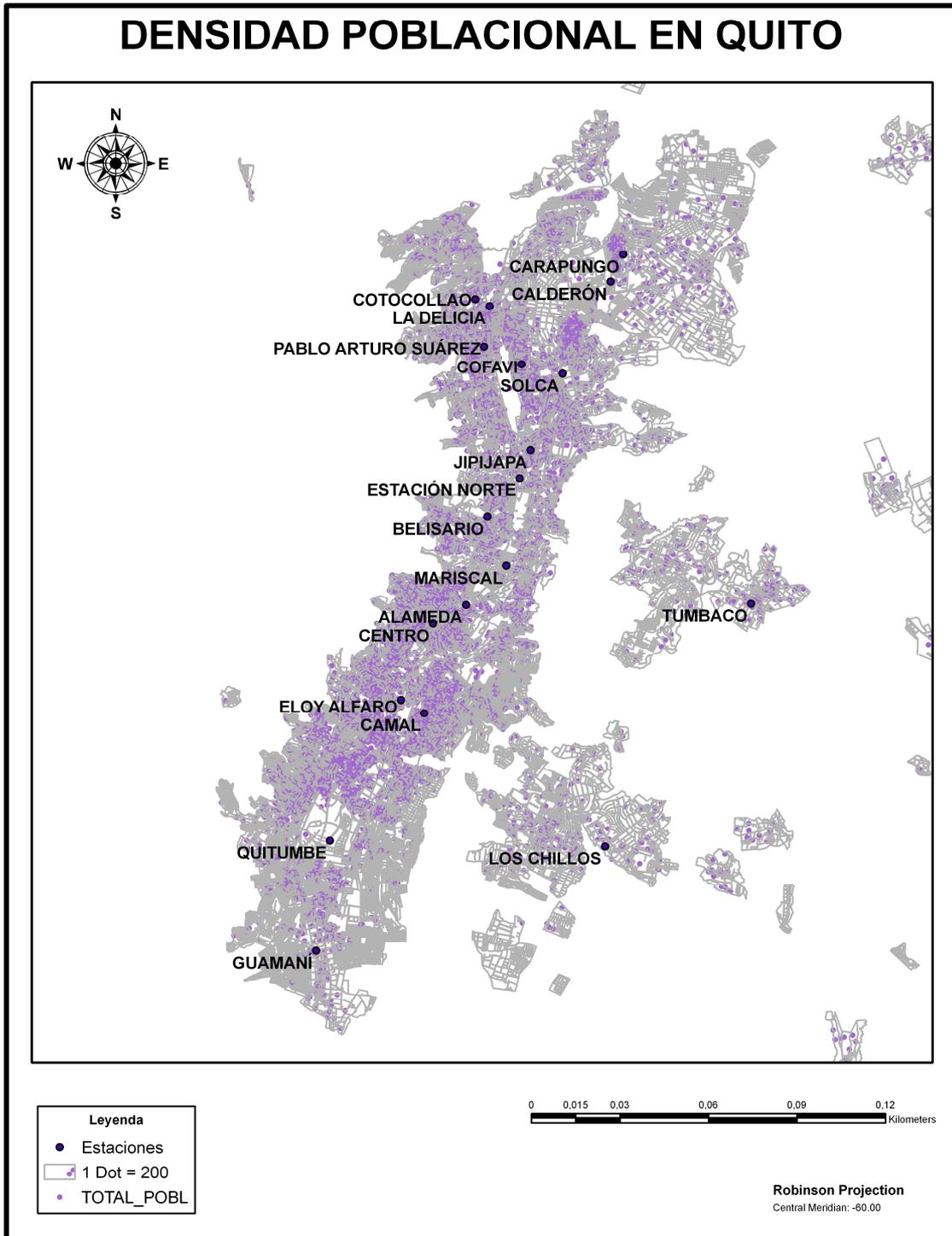
- “SONIDO, RUIDO Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA”; Ed. IHITZA, México; 2006
- Suter, Alice H. Noise and its effects. Technical appendix for the administrative conference of the United States. Washington, DC., Noviembre de 1991. Harris, Cyril M. Noise control in buildings. McGraw Hill, Inc.
- Uriel Muller Gmora, Aspectos y Efectos del Ruido; 2001
- Vidal, Carmen “Contaminacion por ruido”, Enero 2008  
<http://www.unex.es/sociolog/mas/alumnos/ruido/>
- Viñolas Prat, Jordi.- “Contaminación por ruido: formulación del problema y de las medidas a adoptar para reducir sus efectos”

## CAPITULO VII ANEXOS

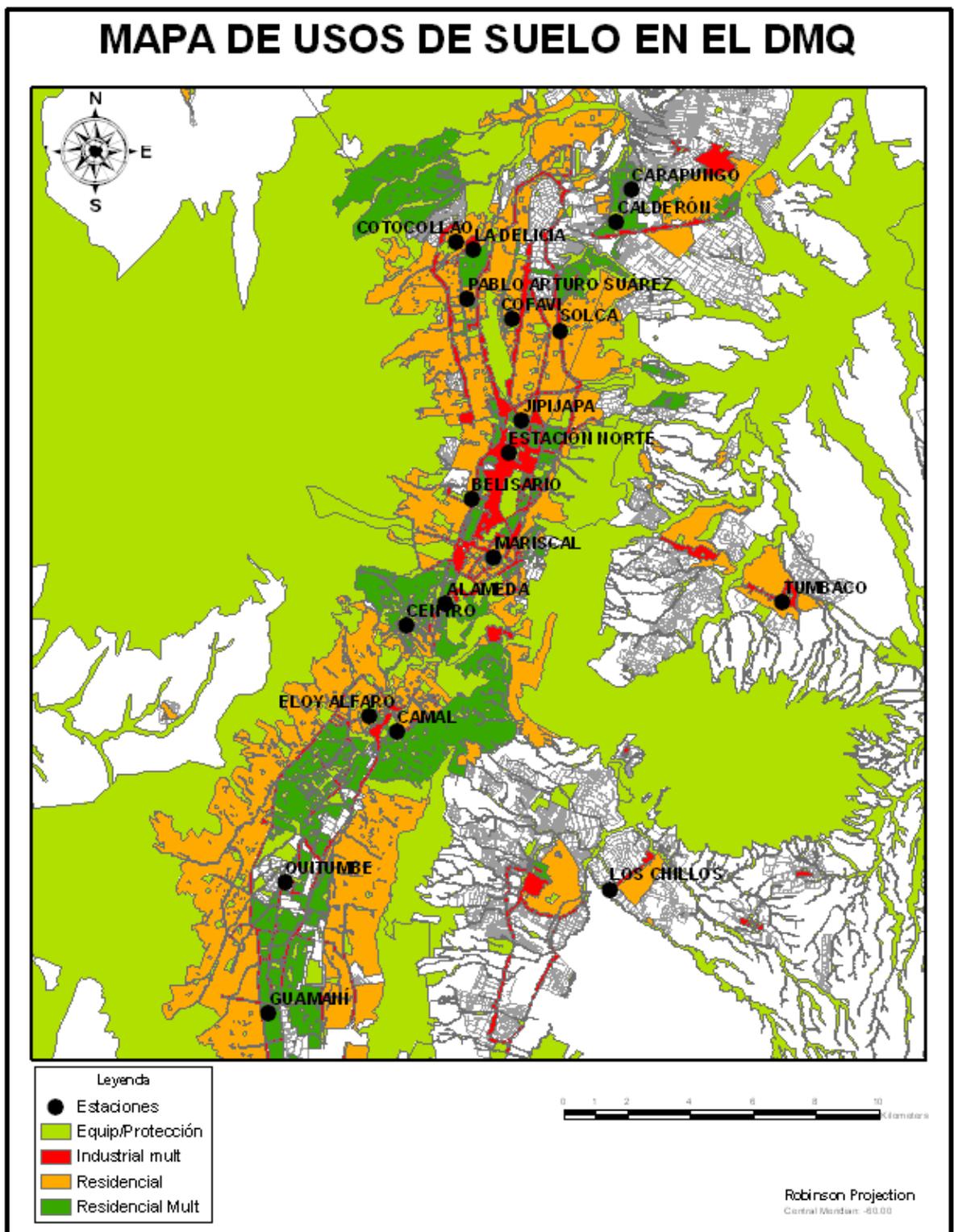
### Anexo 1: Mapa de las estaciones a monitorearse



## Anexo 2: Mapa de densidad Poblacional del DMQ



Anexo 3: Mapa de Uso de Suelo del DMQ



**Anexo 4: Lista de Estaciones y Mapas de Ruido con valores tomados del estudio de DECIBEL**

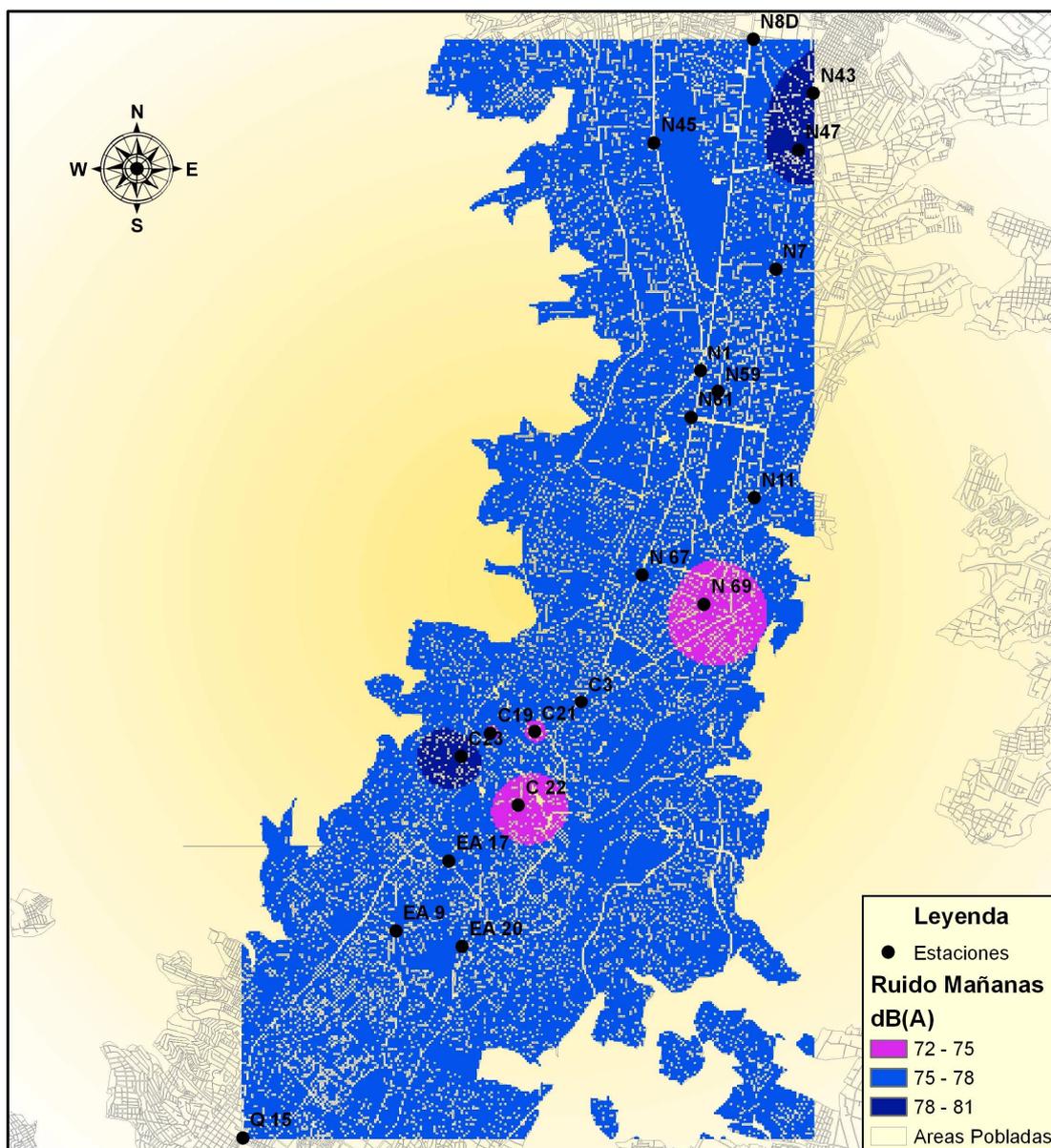
<b>NORTE</b>		
<b>ID</b>	<b>Ubicación</b>	<b>LEQ</b>
N1	Av. América y Av. 10 de Agosto	75,6
N11	Av. Eloy Alfaro y Av. 6 de Diciembre	75,4
N21	Av. 12 de Octubre y Av. La Coruña	79,2
N4	Av. De los Shyris y Av. Naciones Unidas	76,4
N43	Av. Eloy Alfaro y Juan Molineros	79,3
N44	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Av. José Fernández Salvador	77,3
N45	Av. De la Prensa y Av. Emperador Carlos V	75,4
N47	Av. 6 de Diciembre y calle de los Pinos	78,4
N50	Av. Eloy Alfaro y Av. De las Palmeras	77,5
N51	Av. Río Amazonas y Av. 10 de Agosto	78,8
N58	Av. 6 de Diciembre y Av. Gaspar de Villarroel	71,1
N59	Av. Río Amazonas y Alfonso Pereira	75,9
N61	Av. 10 de Agosto y Av. Naciones Unidas	75,1
N64	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Fray Bartolomé de las Casas	79,1
N66	Av. América y Av. La Gasca	75,6
N67	Av. 10 de Agosto y Av. Cristóbal Colón	76,1
N68	Av. Río Amazonas y Av. Cristóbal Colón	76,3
N69	Av. 6 de Diciembre y Av. Cristóbal Colón	74,0
N7	Av. 6 de Diciembre y Av. El Inca	77,4
N73	Av. 6 de Diciembre y Av. Patria	75,3
N7D	Av. De la Prensa y Lizardo Ruiz	78,0
N8D	Av. Galo Plaza Lasso y Av. 6 de Diciembre	76,2

<b>CENTRO</b>		
<b>ID</b>	<b>Ubicación</b>	<b>LEQ</b>
C19	Vicente Rocafuerte e Imbabura	74,8
C20	Vicente Rocafuerte y Guayaquil	70,3
C21	Guayaquil y Chile	74,9
C22	Av. Pedro Vicente Maldonado y Benigno Malo	73,4
C23	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Rafael Barahona	80,9
C3	Av. 10 de Agosto y Av. Gran Colombia	75,2
C4	Av. Gran Colombia y Luis Sodiro	78,0
C5	Av. Pichincha y Antonio Bustamante	76,1
C6	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y El Tejar	79,9
C7	Av. Cumandá y Javier Piedra	76,3

<b>SUR</b>		
<b>ID</b>	<b>Ubicación</b>	<b>LEQ</b>
E.A.16	Av. Napo y Av. Bobonaza	79,1
E.A.17	Av. Rodrigo de Chávez y Av. 5 de Junio	76,4
E.A.19	Av. Alonso de Angulo y Lauro Guerrero	75,8
E.A.20	Av. Pedro Vicente Maldonado y Miguel Carrión	77,7
E.A.21	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Av. Ajaví	76,1
E.A.22	Av. Pedro Vicente Maldonado y Teodoro Gómez de la Torre	81,6
E.A.23	Av. Tnte. Hugo Ortiz y Balzar	75,8
E.A.24	Av. Pedro Vicente Maldonado y Ayapamba	81,0
E.A.25	Av. Tnte. Hugo Ortiz y Av. Solanda	78,3
E.A.26	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Tabiazo	75,0
E.A.7	Av. Rodrigo de Chávez y Av. Mariscal Antonio José de Sucre	77,2
E.A.8	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Michelena	78,7
E.A.9	Av. Alonso de Angulo y Av. Tnte. Hugo Ortiz	77,0
Q15	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Av. Morán Valverde	75,7
Q27	Av. Mariscal Antonio José de Sucre y Matilde Alvarez	76,9

# Estaciones DECIBEL - Campaña 2007

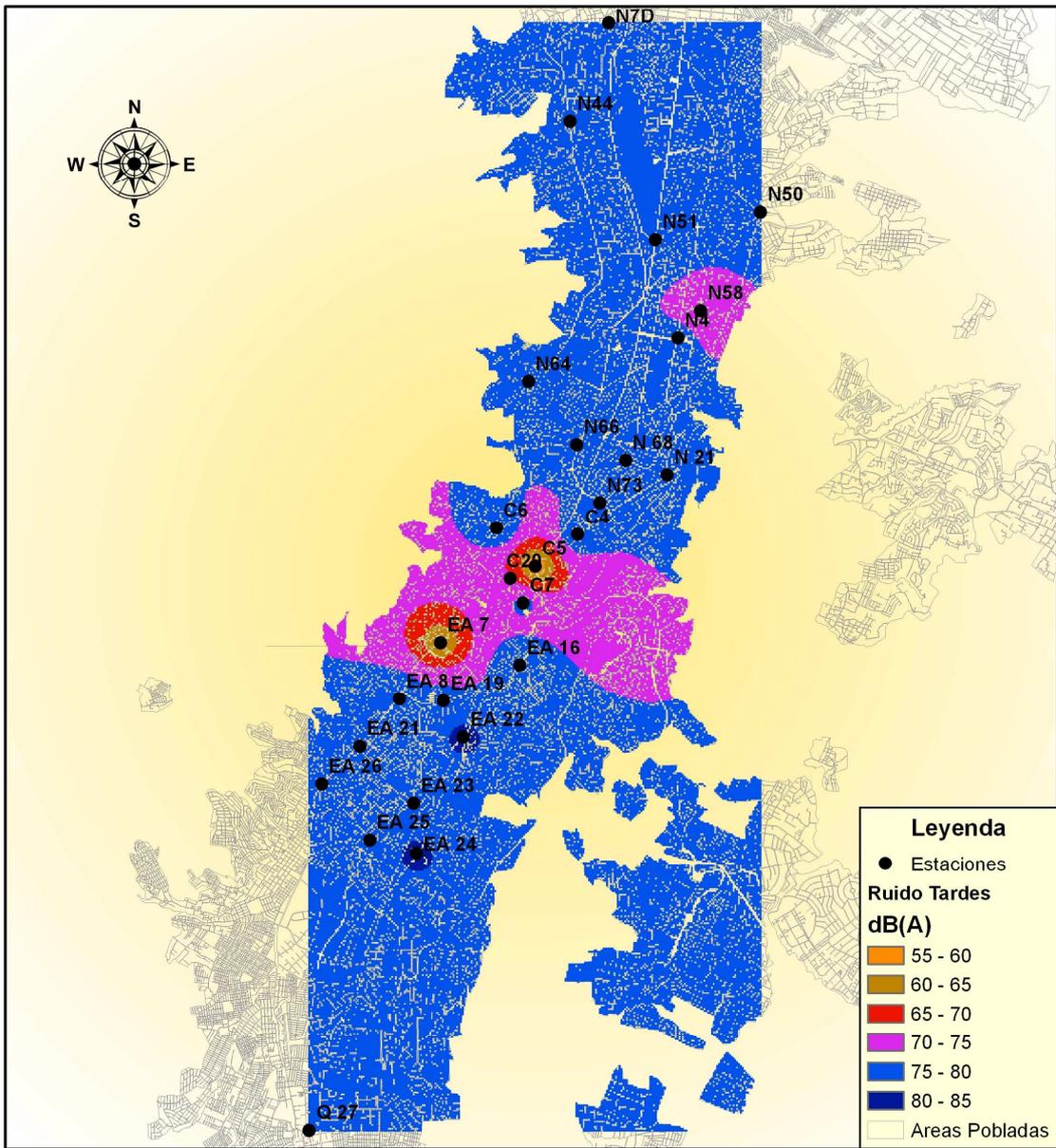
## Promedios Mañanas



Robinson Projection  
Central Meridian: -60.00

# Estaciones DECIBEL - Campaña 2007

## Promedios Tardes



0 1 2 4 6 8 Km

Robinson Projection  
Central Meridian: -60.00

**Anexo 5: Mapas de Google Earth y Fotografías de las estaciones monitoreadas.**

**Anexo 5.1: Estación Calderón**





Foto 1: Sección oeste de la Av Luis Vaccari



Foto 2: Sección sur de la Av Giovanni Calles



Foto 3: Sección este de la Av Luis Vaccari



Foto 4: Sección norte de la Av Giovanni Calles

## Anexo 5.2: Estación Carapungo





Foto 5: Sección oeste de la calle El Verjel



Foto 6: Sección sur de la calle Las Piedras



Foto 7: Sección este de la calle El Verjel



Foto 8: Sección norte de la calle Las Piedras

### Anexo 5.3: Estación Centro





Foto 9: Sección sur de la Av. G. Moreno



Foto 10: Sección norte de la Av. G. Moreno

### Anexo 5.4: Estación Los Chillos

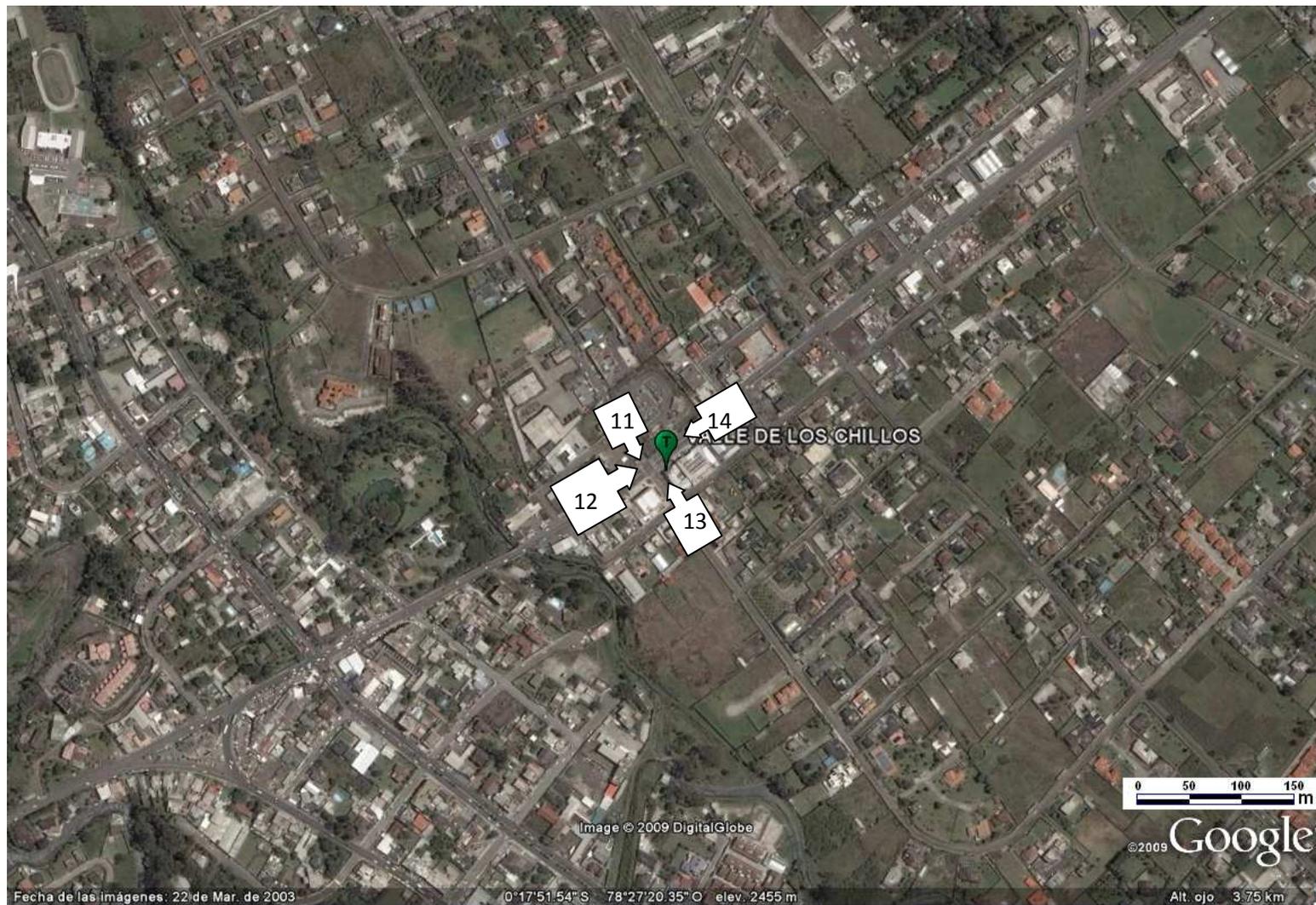




Foto 11: Sección sur de la Calle Pastaza



Foto 12: Sección este de la Av. Ilaló



Foto 13: Sección norte de la Calle Pastaza



Foto 14: Sección oeste de la Av. Ilaló

Anexo 5.5: Estación Tumbaco

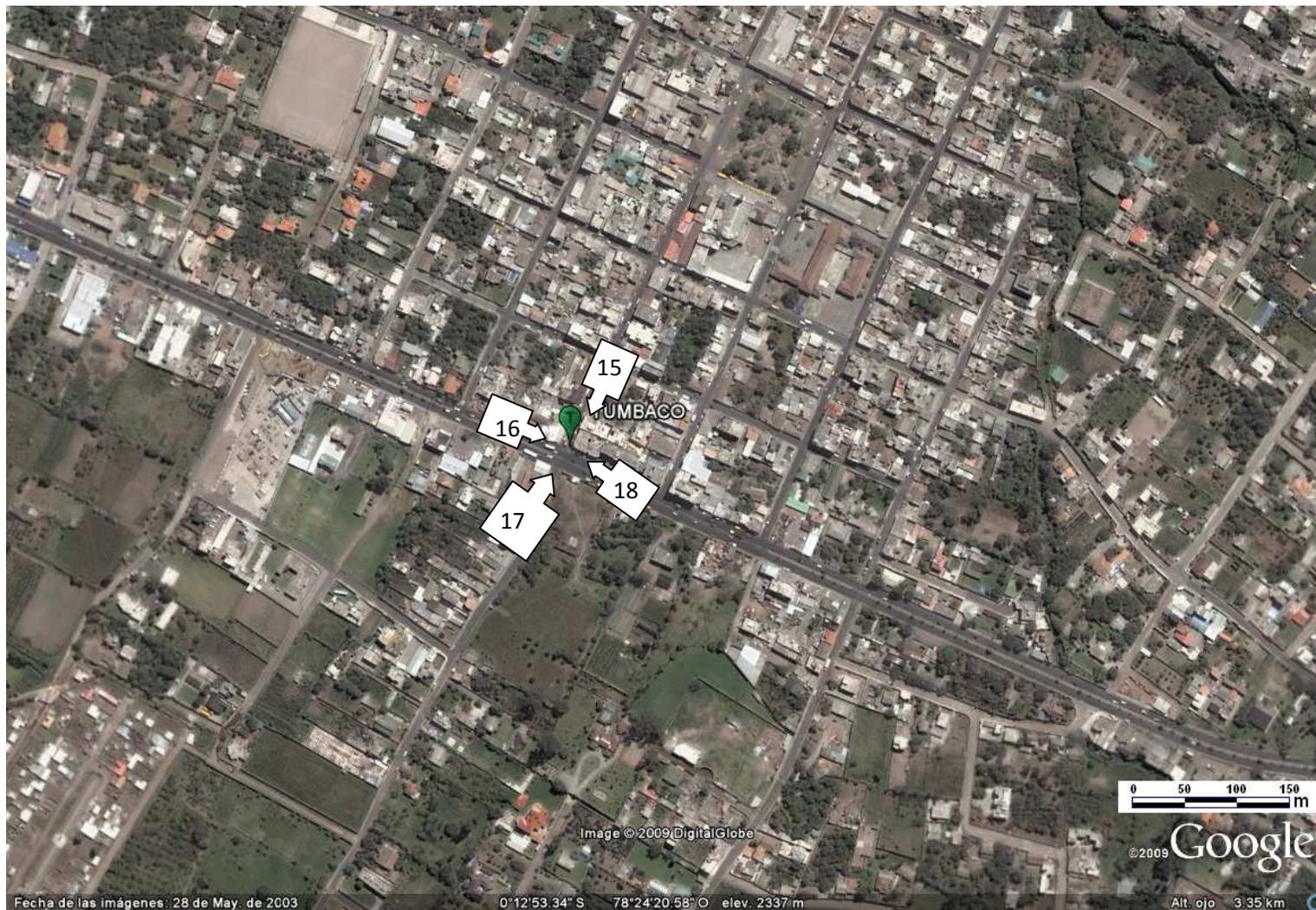




Foto 15: Sección sur de la Calle Juan Montalvo



Foto 16: Sección este de la Av. Interoceánica



Foto 17: Sección norte de la Calle Juan Montalvo



Foto 18: Sección oeste de la Av. Interoceánica