

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Trabajo de Fin de Carrera previo a la obtención del Título
de Ingeniera Ambiental**

***ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDO DEL
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO – ZONA SUR***

Autor:

Jeniffer Andrea Amores Obando

Director:

Ing. Katty Coral

Quito – Ecuador

2010

Dedico este trabajo a mis padres y a mi abuelita que siempre están a mi lado apoyándome y porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar agradezco a Dios por haberme dado una nueva oportunidad y por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida.

Agradezco a mis padres que siempre estuvieron a mi lado alentándome y apoyándome en cada cosa que hacía. A mi padre por haber sido un buen ejemplo a seguir, por haberme dado todo el cariño y amor que se puede recibir, por haber procurado que nada me falte y por estar siempre ahí. A mi madre que dedicó tantas tardes de mi infancia para formar a la estudiante y a la persona que ahora soy, por ser más que madre una amiga y por estar cuando más la necesito. A mi hermana que es mi mejor amiga, que supo sacar una sonrisa cuando había tristeza, que me alentó cuando los ánimos se acababan, que me supo comprender cuando nadie lo hacía y por estar siempre cuando ya todos se iban. A Mishell que a pesar de ser tan distantes ha sabido comprenderme y alegrarme la vida. A mi abuelita que con su comprensión y cariño me ayudó siempre a salir adelante. Un agradecimiento especial a mi tío Juan, que me colaboró con el desarrollo de este trabajo, por acompañarme y ayudarme en los monitoreos, y por estar siempre que lo necesitaba.

A mis profesores de la universidad que me dieron los conocimientos y enseñanzas que me servirán para enfrentarme a esta nueva etapa de la vida.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	
1.1. PREFACIO	13
1.2. DEFINICIONES	13
1.3. RUIDO	16
1.3.1. Propagación del Ruido.....	17
1.3.2. Tipos de ruido	18
1.4. EL OÍDO.....	19
1.5. PRINCIPALES FUENTES DE RUIDO.....	20
1.5.1. Fuentes Industriales	20
1.5.2. Tráfico Vehicular	21
1.5.3. Tráfico Aéreo.....	21
1.5.4. Otras Fuentes	21
1.6. EFECTOS DEL RUIDO	22
1.6.1. Efecto Auditivo.....	22
1.6.2. Efecto no Auditivo.....	23
1.6.3. Interferencia con la Comunicación Oral.....	23
1.6.4. Efectos Sobre el Sueño	23
1.6.5. Efectos Sobre la Conducta.....	24
1.6.6. Efectos en el Rendimiento	24
1.6.7. Efectos en el embarazo	24
1.6.8. Efectos Sobre los Niños	24
1.7. MITIGACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL	25
1.8. SONÓMETRO.....	25
1.9. MAPA DE RUIDO	26

1.10. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES	27
1.10.1. EL camal	27
1.10.2. Morán Valverde	29
1.10.3. Quitumbe	30
1.10.4. Guamani	31

CAPÍTULO 3. MARCO LEGAL

3.1. TULAS	32
3.2. ORDENANZA MUNICIPAL 213.....	34
3.3. GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO ESTABLECIDO POR LA OMS	37

CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MONITOREO.....	38
4.2. DETERMINACIÓN DE HORARIOS Y DÍAS DE MONITOREO	39
4.3. DETERMINACIÓN ESPACIAL DE LOS LUGARES DE MONITOREO DE RUIDO	39
4.4. TÉCNICA DE MONITOREO DE RUIDO	41
4.5. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE RUIDO	41
4.6. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS	42
4.7. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL NÚMERO DE VEHÍCULOS	42
4.8. TABULACIÓN DE DATOS	42
4.8.1. Ruido Ambiental.....	42
4.8.2. Velocidad de Vehículos	44
4.9. CREACIÓN DE LOS MAPAS.....	45
4.10. MATERIALES	45

CAPITULO 5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

5.1. DATOS	48
5.2. CÁLCULOS.....	49
5.2.1. Cálculo de puntos Faltantes	49
5.2.2. Cálculo de los Promedios por Cuartil	50
5.2.3. Cálculo de los Promedios por día	51
5.2.4. Cálculo de los Promedios por Horario (Mañana, Tarde, Noche)	52

5.2.5. Cálculo de Promedios Quimestrales	52
--	----

CAPÍTULO 6. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1. RESULTADOS NUMÉRICOS Y GRÁFICOS	53
6.1.1. Valores Diarios	53
6.1.2. Valores por Horario (Mañana, Tarde, Noche)	55
6.1.3. Valores Quimestrales	57
6.1.4. Valores Anuales	58
6.2. MAPAS DE RUIDO	59
6.2.1. Mapa de Isófonas	59
6.2.2. Mapa Diario: Lunes	60
6.2.3. Mapa Diario: Martes	65
6.2.4. Mapa Diario: Miércoles	70
6.2.5. Mapa Diario: Jueves	75
6.2.6. Mapa Diario: Viernes.....	80
6.2.7. Mapa Diario: Sábado	85
6.2.8. Mapa Diario: Domingo	90
6.2.9. Mapa Quimestral de la Mañana	95
6.2.10. Mapa Quimestral de la Tarde.....	100
6.2.11. Mapa Quimestral de la Noche	105
6.2.12. Mapa Quimestral.....	110
6.2.13. Mapa Anual.....	115
6.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	116

CAPÍTULO 7. MODELOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO DE TRÁFICO RODADO

7.1. MODELOS PROPUESTOS	119
7.1.1. SÁNCHEZ	119
7.1.2. CORTN	120
7.2. DATOS	121
7.3. CÁLCULOS.....	123
7.3.1. SÁNCHEZ	123
7.3.2. CORTN	124
7.3.3. PORCENTAJE DE ERROR.....	125

7.4. RESULTADOS.....	126
----------------------	-----

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES	130
-------------------------	-----

8.2. RECOMENDACIONES.....	133
---------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	134
--------------------------	------------

ANEXOS

ANEXO1: ESTACIONES DE MONITOREO	137
---------------------------------------	-----

ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ESTACIONES	138
---	-----

ANEXO 3: TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO IV DE LA TESIS DE RUBIANES, F (2009)	150
--	-----

ANEXO 4: TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO IV DE LA TESIS DE IZURIETA, A (2009)	151
--	-----

ANEXO 5: TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO 7 DE LA TESIS DE VÁSQUEZ, N (2009).....	152
---	-----

ANEXO 6: TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO V DE LA TESIS DE DÍAZ, J (2009)	153
---	-----

RESUMEN

El presente trabajo es una continuación de los estudios realizados en el año 2009 en la Facultad de Ciencias Ambientales y su objetivo es la realización de un Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito.

Para esto se recolectó datos de ruido ambiental de la ciudad, los cuales debían corresponder a los 7 días de la semana en tres horarios: mañana, tarde y noche.

Debido a la dimensión del Distrito Metropolitano de Quito se lo dividió en 4 zonas, correspondiendo el desarrollo de éste trabajo a la Zona Sur de la Ciudad.

Para la recolección de datos en cada estación se tomó un punto cero, del cual partían 4 ejes hacia los puntos cardinales, los mismos que se dividían en cuartiles de 25m, 50m, 75m y 100m.

La toma de muestras se la realizó con un Sonómetro Integrador, con una duración de un minuto en cada punto.

Una vez obtenidos los datos, se prosiguió a introducirlos en el programa ArcGis, el cual nos permitió desarrollar los mapas de ruido correspondientes.

Adicional al mapa de ruido realizado, se aplicó modelos de predicción de ruido de tráfico rodado, para los cuales recogió en el campo datos de la velocidad y número de vehículos livianos y pesados que circulaban por cada punto de muestreo.

PALABRAS CLAVES:

Ondas Sonoras
Ambiente Acústico
Silencio
Ruido Ambiental
Mapa de Ruido

ABSTRACT

The present work is a continuation of the studies realized in 2009 in the Faculty of Environmental Sciences and the principal objective is the accomplishment of a Noise map of the Metropolitan District of Quito.

For this we recollected information of environmental noise of the city that had to correspond to 7 days of the week in three schedules: the morning, evening and night.

Due to the dimension of the Metropolitan District of Quito it was divided in 4 zones, corresponding the development of this work to the South Zone of the City.

For the recollection of information in each station, there took a zero point, which there were dividing 4 axes towards the cardinal points, the same ones that were divided in 25m, 50m, 75m and 100m.

The gathering of samples realized with a Sonometer, with a duration of one minute in every point.

Once obtained the information, were continued introducing the data in the program ArcGis, which allowed us to develop the corresponding noise maps.

Additional to the realized noise map, it was applied prediction models of noise rolled traffic, for which it was necessary gather in the field information of the speed and number of light and heavy vehicles that circulate for each point of sampling.

KEY WORDS

Sonorous waves

Acoustic environment

Silence

Environmental noise

Noise map

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es un tema que ha ido tomando importancia en los últimos años en nuestro país, en especial en las ciudades más grandes y primordiales como Quito, Guayaquil y Cuenca.

El ruido, al ser un contaminante inmaterial, produce daños a las personas sin que lo noten, convirtiéndose en un tema de gran interés, permitiendo el desarrollo de varios estudios previos a la ejecución de este trabajo, como:

- ⊙ La realización de dos libros: Revelo P. et al (1994). Ruido como parte de la contaminación ambiental de Quito; y Burneo (2007). Contaminación Ambiental por Ruido y estrés en el Ecuador

- ⊙ Y el desarrollo de algunos estudios: cómo el de la Dirección Metropolitana del Medio Ambiente en el 2003; así mismo la empresa consultora DECIBEL, en el 2007, dio un informe a CORPAIRE en el cual se monitorearon 76 puntos en todo el Distrito Metropolitano de Quito (Izurieta, 2009).

La elaboración de cuatro tesis:

- ✘ Izurieta A. 2009. Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad de la Ubicación de los Puntos de Monitoreo para la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 4 (Norte Quito).

- ✘ Vásquez N. 2009. Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad para la Ubicación de los Puntos de Monitoreo de la Red de Monitoreo Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona Norte.

- ✘ Rubianes F. 2009. Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental para Determinar la Ubicación de los más Apropiaada de los Puntos de Monitoreo para la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 2 Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco.

- ✘ Díaz J. 2009. Elaboración de un mapa de Contaminación Acústica del Distrito Metropolitano de Quito – Sur.

Cabe destacar, que las 4 tesis mencionadas son de gran importancia para el desarrollo de la presente, debido a que ésta es una continuación del proyecto financiado por la Universidad Internacional SEK desde diciembre del 2008.

El objetivo general de este trabajo es: desarrollar un mapa de ruido del Distrito Metropolitano de Quito mediante la recolección de datos actuales y veraces que reflejen la realidad de la ciudad, continuando los monitoreos de los puntos establecidos en los estudios del 2009; para tal efecto se continuó aplicando la metodología para recopilar los datos de campo, luego se tabularon y analizaron los resultados en base a lo que dispone la Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito; se establecieron los factores que influyeron en el ruido ambiental de las zonas monitoreadas; utilizando el Sistema de Información Geográfica se elaboró el mapa de ruido con los datos obtenidos en los monitoreos del 2009 y del 2010.

La ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, ha estado sujeta durante los últimos años a un gran cambio urbanístico, extendiéndose hacia el norte, sur y los valles de Tumbaco y Los Chillos, con un crecimiento poblacional notable, alrededor de 2 millones de habitantes; convirtiéndose así en una de las ciudades más ruidosas del país. (Municipio de Quito, 2009)

Diariamente en la ciudad de Quito aumenta el número de conductores de todo tipo de vehículos que irresponsablemente modifican las condiciones iniciales de sus automotores volviéndolos más ruidoso, constituyendo así una seria amenaza a la salud pública. (Burneo, 2007)

Según el estudio realizado en el 2006 por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, Quito supera los 80 decibeles de ruido ambiental, sobrepasando así los 65 decibeles aceptados como máximo por la Organización Mundial de la Salud (OMS). (El Comercio, 2007)

El ruido ambiental generado en la ciudad se debe a diferentes fuentes:

Fuentes móviles como: tránsito vehicular, tránsito aéreo, uso excesivo de pitos, resonadores en los tubos de escape; vehículos que ofrecen servicios a domicilio de tanques de gas, lavado de ropa, frutas ó legumbres

Fuentes fijas como: música alta en los locales, talleres de mecánica, aserraderos, industrias ubicadas dentro de las zonas urbanas.

Siendo la falta de educación un factor muy importante en la generación y aumento notable de ruido ambiental en la ciudad.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. PREFACIO:

La contaminación ambiental por ruido constituye, en los países de tercer mundo, una de las formas más perjudiciales de contaminación del medio y de deterioro de la calidad de vida, mientras que en los países desarrollados el ruido ha disminuido substancialmente debido a que ha sido adecuadamente controlado por organismos municipales, estatales y policiales. (Burneo, 2007; CONAMA, 2009)

Según Kuudsen: “El ruido, al igual que el smog es un agente lento de la muerte. Si continúa aumentando, como ha sucedido en los pasados 30 años, podría convertirse en letal” (Burneo, 2007, 12)

Al considerar al ruido como un problema social, se lo debe clasificar bajo dos dimensiones: el dominio público y el privado. Cuando hablamos de tráfico vehicular estamos frente a un problema del dominio público; mientras que el uso de auriculares estéreos es de dominio privado. (Burneo, 2007)

En Ecuador, el ruido producido no es precisamente por el desarrollo tecnológico sino por la falta de respeto al prójimo. Los conductores pitan sin cesar, los distribuidores de gas perturban la tranquilidad, los conductores de servicio público prenden sus radios a volumen alto, las fiestas institucionales u hogareñas a volúmenes excesivos sin importar que al vecino le moleste. Vivimos en la anticultura del irrespeto y del individualismo, procedemos bajo la premisa que podemos hacer lo que queremos, pues estamos en nuestra propiedad. (Burneo, 2007)

Rosalyn y Weistreich afirman que: “El ruido no es un mal necesario y los problemas de la contaminación sonora pueden ser resueltos” (Burneo, 2007, 20)

2.2. DEFINICIONES:

2.2.1. **Contaminación Acústica**: Es la interferencia provocada en las actividades normales que realizamos. Es decir, no es suficiente con la presencia de altos niveles de ruido

para que exista contaminación acústica, sino personas expuestas y realizando actividades incompatibles con tales niveles de ruido. (Berglund et al., 1999)

- 2.2.2. **Decibel:** Los decibelios son una unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia. Es adimensional, y se utiliza para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora. (Harris, 1995; TULAS)
- 2.2.3. **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 o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social. (TULAS)
- 2.2.4. **Nivel de Presión Sonora:** Se lo expresa en decibeles, y es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia. La presión sonora es una medida básica de las vibraciones del aire que constituyen el sonido. Ya que el rango de presión sonora que puede detectar el oído humano es muy amplio, se mide en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel. Al expresar la presión sonora sobre una escala logarítmica, es costumbre comparar la presión sonora de todos los sonidos en el aire con un valor de referencia de 20 μPa , los mismos que corresponden a 0 dB (Harris, 1995; TULAS)
- 2.2.5. **Receptor:** Persona o personas que son afectadas por el ruido. (Harris, 1995; TULAS)
- 2.2.6. **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. (TULAS)
- 2.2.7. **Ruido:** Se define como cualquier sonido o conjunto de sonidos calificado por quien lo percibe como molesto, desagradable o inesperado. Todo sonido inoportuno es un ruido. (Martin, 1977; CONAMA, 2009)

- 2.2.8. **Sonido**: Alteración física en un medio que puede ser detectada por el oído humano. Es calificado por quien lo percibe como armónico y agradable. (Harris, 1995; Burneo, 2007)
- 2.2.9. **Velocidad del Sonido**: Es la velocidad a la que se desplazan las ondas sonoras, siendo la velocidad en el aire 344 m/s a 20 °C; dicha velocidad está influenciada directamente por la temperatura, ya que por cada aumento de 1 °C la velocidad aumenta en 0,61 m/s; el sonido viaja mucho más deprisa en los sólidos que en el aire. (Harris, 1995)
- 2.2.10. **Vibración**: Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración. (TULAS)
- 2.2.11. **Zona Hospitalaria y Educativa**: Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día. (TULAS)
- 2.2.12. **Zona Residencial**: Aquella cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales. (TULAS)
- 2.2.13. **Zona Comercial**: Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo. (TULAS)
- 2.2.14. **Zona Industrial**: Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada. (TULAS)
- 2.2.15. **Zonas Mixtas**: Aquellas en que coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente. Zona residencial mixta comprende mayoritariamente uso residencial, pero en el que se presentan actividades comerciales. Zona mixta comercial comprende un uso de suelo predominantemente comercial, pero en el que se puede verificar la presencia, limitada, de fábricas o talleres. Zona mixta industrial se refiere

a una zona con uso de suelo industrial predominante, pero en la que es posible encontrar sea residencias o actividades comerciales. (TULAS)

2.3. **RUIDO:**

El ruido puede ser originado por causas naturales, siendo asimilado en ciertas circunstancias por el sistema, pero al alcanzar determinados niveles de intensidad puede causar sensibles alteraciones ecológicas. (Martin, 1977).

El ruido ambiental o ruido urbano es aquel ruido que está asociado con un ambiente determinado y compuesto de muchos frentes, próximos y lejanos. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas, y el vecindario. Este tipo de contaminación constituye un factor creciente de desarmonías sociales. (Harris, 1995; Berglund et al., 1999; Martin, 1977)

El ruido siempre ha sido considerado como un problema ambiental importante para el ser humano, debido a que el hombre está filológicamente determinado para vivir en un medio relativamente tranquilo, en donde los niveles de ruido no alcancen grandes intensidades. (Berglund et al., 1999; Martin, 1977).

Comparando al ruido ambiental con otros contaminantes, su control ha sido limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación dosis-respuesta y la falta de criterios definidos. (Berglund et al., 1999).

El ruido presenta grandes diferencias en relación a otros contaminantes, y éstas son:

- Su fiscalización es compleja, principalmente porque se trata de un fenómeno espontáneo que se relaciona al horario y actividad que lo produce.
- No genera residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio aunque si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Su cuantificación es compleja.
- Requiere de poca energía para ser producido.
- Su radio de acción es inferior al de otros contaminantes, es decir, es localizado.
- No se propaga a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado transportado por el viento o un residuo líquido trasladado por un río grandes distancias.

- Se percibe sólo por un sentido: el oído. Esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes, por ejemplo la contaminación del agua se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

(CONAMA, 2009; Coral, 2009)

El ruido tiene dos componentes:

- Ω *Objetiva*.- Se considera al sonido en sí, por lo tanto se lo puede medir y cuantificar.
- Ω *Subjetiva*.- Es la sensación que nos produce, y no se la puede medir ya que depende de: quién, dónde, cuándo y cuánto se perciba el sonido.

(Coral, 2009)

Los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud se están generalizando; por lo que es esencial tomar acciones para limitar y controlar la exposición al ruido ambiental. El control de ruido ambiental es una tecnología con la cual se puede obtener un ruido ambiental aceptable, de acuerdo con consideraciones económicas y operativas de la población. El ambiente aceptable puede ser preciso para una persona o un grupo de personas cuyo funcionamiento se ve afectado por el ruido. (Harris, 1995; Berglund et al., 1999)

2.3.1. Propagación del Ruido:

Para que se produzca un ruido es necesario que la fuente libere una cantidad de energía en el medio que lo rodea, esta energía liberada va a producir vibraciones de las moléculas del medio de transmisión bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan, emitiendo finalmente el sonido. El ruido puede llegar al receptor por varias vías: aire, medios líquidos, medios sólidos como las paredes de las edificaciones o el suelo. (Harris, 1995; Burneo, 2007)

La transmisión de sonido de una fuente a un receptor está representada en el siguiente diagrama; en donde, los componentes a pesar de ser presentados como elementos separados, tienen una interacción entre ellos. (Harris, 1995)



Fig.: Diagrama Esquemático e la transmisión de Sonido – Harris, 1995. 2.3.1 - 1

Donde:

Fuente: Representa a una o más fuentes de sonido.

Medios: Pueden ser numerosos

Receptor: Constituye una sola persona o grupo de personas cuyas actividades se ven afectadas por el ruido.

(Harris, 1995)

Las ondas sonoras a partir de la fuente viajan en todas las direcciones. Si llegan a colisionar un obstáculo su dirección de propagación cambia, es reflejada, llegando al receptor en una sucesión tan rápida que se oye el sonido original prolongado después que la fuente ha cesado. (Harris, 1995)

Cuando el receptor se aleja de la fuente. La intensidad de sonido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia de la fuente, esto se debe a la divergencia de las ondas sonoras emitidas. (Harris, 1995)

2.3.2. **Tipos de Ruido:**

2.3.2.1. ***Ruido Continuo.***- Es el que se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, es decir, su nivel de incidencia sonora no fluctúa con rapidez a lo largo del tiempo. Ejemplo: ventiladores, bombas y equipos de proceso. (SANGUINET, 2006; Harris, 1995)

2.3.2.2. ***Ruido Estable.***- Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto. (TULAS)

2.3.2.3. ***Ruido Fluctuante.***- Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto. (TULAS)

2.3.2.4. ***Ruido de Fondo.***- Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación. (TULAS)

2.3.2.5. **Ruido Impacto.-** se produce cuando colisionan dos masas. (Harris, 1995)

2.3.2.6. **Ruido Imprevisto.-** Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) Lento en un intervalo no mayor a un segundo. (TULAS)

2.3.2.7. **Ruido Intermitente.-** Se considera ruido intermitente cuando el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente. Ejemplo: maquinaria que opera en ciclos, cuando pasan vehículos aislados o aviones. (SANGUINET, 2006)

2.4. **EL OÍDO:**

El oído está formado por tres unidades principales: El oído externo, recoge el sonido y lo transforma en movimiento vibratorio del tímpano; el oído medio, contiene el mecanismo que transporta el movimiento vibratorio desde el tímpano hacia el oído interno; y el oído interno donde se originan las señales que son llevadas al cerebro a través del nervio auditivo. (Harris, 1995)

El oído humano normal puede detectar como sonido más débil una amplitud de una 20×10^{-6} Pa de presión sonora y como valor máximo 200 Pa. En relación con la frecuencia la sensibilidad del oído está comprendida entre 20 Hz y 20000 Hz, pero varía notablemente de una persona a otra. (Meisser, 1973; CONAMA, 2009)

El oído transforma las presiones sonoras en sensaciones auditivas, siendo su sensibilidad limitada, es decir, no distingue de la misma manera todas las frecuencias. Para medir los niveles de ruido la escala más difundida y utilizada es el decibelio (dB); y dentro de éste, para medir ruido ambiental, se ha utilizado el decibel A (dBA), que es una unidad de aproximación de la percepción auditiva del oído humano y se obtiene mediante la utilización de un filtro incluido en el sonómetro de medición. (CONAMA, 2009, Meisser, 1973).

Tabla: Sensación Auditiva. Tabla adaptada de Meisser, 1973 y Coral, 2009. 2.4 – 1

PRESIONES EN PASACALES	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN dB	EFECTO	EJEMPLO
200000	180	Pérdida auditiva irreversible	Zona de lanzamiento de cohetes
200	140	Dolorosamente Fuerte	Operaciones en pista de jets Sirena antiaérea
20	120	Umbral del Dolor - Máximo esfuerzo vocal	Taller de calderería Despegue de Jets (60m)
2	100	Muy fuerte	Taller Textil Pito de auto (1m)
0,2	80	Molesto	Reloj despertador Calle con gran circulación
0,002	60	Intrusivo	Conversación corriente Aire Acondicionado
0,002	40	Silencio	Dormitorio Receptor de radio con baja intensidad
0,0002	20	Extremadamente silencioso	Campo Tranquilo Estudio de Radiodifusión
0,00002	0	Umbral acústico	Umbral de audibilidad de un hombre joven para frecuencias de 1000 a 4000 Hz

2.5. **PRINCIPALES FUENTES DE RUIDO:**

2.5.1. **Fuentes Industriales:**

El ruido industrial es generado principalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de maquinarias presentes en estos lugares y por su actividad interna. Este tipo de fuentes generan niveles de presión sonora relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración. Una de las formas más eficaces para evitar que las fábricas perturben la tranquilidad de las personas de las zonas circundantes es colocar las partes más ruidosas de la industria tan lejos como sea

posible de los focos de la población y zonas que requieran el mayor silencio posible. Dentro de este concepto se incluyen las actividades de construcción y obras públicas, que perturban sensiblemente a la población por el uso de maquinaria ruidos como compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo. (Coral, 2009; Diamant, 1974; Martin, 1977)

2.5.2. Tránsito Vehicular:

Es una de las principales fuentes de la contaminación urbana por ruido. La agrupación de los vehículos en las vías de las ciudades da a éstas un característico ambiente sonoro que causa molestias en lo moradores de grandes y medianas urbe; los automóviles individuales, buses, camiones, motocicletas aportan intensidades sónicas especialmente agudas. El ruido de los vehículos es producido principalmente por: Ruidos procedentes del motor y la transmisión; ruidos del tubo de escape; chirrido de los frenos, se debe a las vibraciones que se producen durante la aplicación de los frenos dentro de su estructura y ampliada posteriormente por la carrocería; empleo excesivo del pito. (Diamant, 1974; Martin, 1977)

2.5.3. Tránsito Aéreo:

El despegue de los aviones, su aproximación y la toma de tierra, generan niveles de ruido incompatible con usos residenciales en las áreas adyacentes, sin embargo, el ruido generado por los aviones no se limita únicamente a las proximidades de los aeropuertos, debido a que afecta también a una gran parte de las zonas urbanas y rurales del país. La propagación de los aeropuertos y el aumento de las personas que utilizan este tipo de transportes han producido un aumento exponencial en el tráfico aéreo en los últimos años. (Coral, 2009; Martin, 1977)

2.5.4. Otras Fuentes:

Se refiere a las fuentes de ruido producido por la convivencia vecinal. La generación de ruidos domésticos producidos por los aparatos electrónicos como radios, televisiones, licuadoras, ventiladores, etc., adquieren un efecto acumulativo específico que aportan un número de dB al fondo general de ruidos de la ciudad. Otras fuentes de ruidos son generadas por instrumentos de transmisión y amplificadores que son utilizados con fines publicitarios, venta de gases o frutas, o simplemente para la reproducción de música; los sitios de recreación; las escuelas;

sirenas de policía, bomberos y ambulancias; señales de los sistemas de seguridad.
(Coral, 2009; Martin, 1977)

2.6. ENFECTOS DEL RUIDO SOBRE LAS PERSONAS:

El ruido es un contaminante que va deteriorando lentamente la calidad de vida de los seres humanos, provocando con ello efectos acumulativos adversos que dependen de la sensibilidad individual de las personas, como: daño auditivo, estrés, pérdida de la concentración, interferencia con el sueño, el deterioro de la salud mental de la población, altera la concentración, la productividad laboral e intelectual, trastornos nerviosos como la ansiedad e irritabilidad, desordenes digestivos y vasculares, presión arterial elevada, úlceras, ataques cardiacos, embolias en personas susceptibles, interfiere en el aprendizaje y altera los procesos educativos. (Mena, 1991; Berglund et al., 1999)

“Las afecciones auditivas se producen por intensidades iguales o mayores a 85 dBA, mientras que los desórdenes no auditivos pueden producirse con intensidades significativamente menores a 85 dBA” (Burneo, 2007, 40)

2.6.1. Efectos Auditivos:

Es necesario resaltar que exponerse esporádicamente a niveles sonoros altos no produce sordera, sino una alteración temporal del umbral auditivo, que consiste en una disminución de la capacidad auditiva por la presencia de un ruido, por ejemplo después de pasar 6 o más horas en una discoteca; existiendo una recuperación total después de un período de tiempo, siempre y cuando no se repita la exposición. (Burneo, 2007; CONAMA, 2009)

La exposición continua a niveles de ruidos intensos va agravando el desplazamiento temporal de la capacidad auditiva con el tiempo, y la recuperación al finalizar el ruido va a ser cada vez más lenta y parcial, llegándose al punto donde la alteración de la audición es permanente. (CONAMA, 2009; Coral, 2009)

La exposición a niveles de ruido ensordecedores, como una explosión violenta, puede causar la rotura del tímpano, produciéndose sordera parcial o hipoacusia, potencialmente reversible. (Burneo, 2007)

La deficiencia auditiva se presenta a nivel mundial con mayor incidencia como riesgo ocupacional, sin embargo en los países en desarrollo el ruido ambiental se considera también como un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva (Berglund, 1999).

2.6.2. Efectos No Auditivos:

Luego de una exposición prolongada al ruido, los individuos pueden presentar perturbaciones a las funciones normales del organismo, como: efectos cardiovasculares, hipertensión, accidentes cerebro – vasculares, alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central, desórdenes gastrointestinales, alteraciones en la presión arterial, alteraciones en la tensión muscular, arritmia, déficit miocárdicos. (Burneo, 2007; Coral, 2009).

2.6.3. Interferencia en la Comunicación Oral:

Los ruidos externos interfieren en la percepción de señales o mensajes, en especial la comunicación hablada o en el empleo del teléfono, en la audición de programas de radio y televisión, timbre de la puerta, relojes despertadores, alarma contra incendios y otras señales de advertencia. Por lo tanto, el ruido afecta a la eficacia del trabajo en oficinas, escuelas y otros lugares donde la comunicación hablada es de gran importancia. (Diamant, 1974; Berglund, 1999)

La incapacidad de las personas para comprender y sostener un diálogo genera problemas personales y cambios en la conducta, ya que el individuo prefiere aislarse del contacto social experimentando un sentimiento de soledad y depresión. (Diamant, 1974; Burneo, 2007).

2.6.4. Efectos Sobre el Sueño:

El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes y es un efecto devastador para las personas. El ruido, aunque no despierte al individuo, puede hacerle pasar de la etapa del sueño profundo, que proporciona un buen descanso, a una etapa de sueño superficial, causando alteración en el descanso corporal y psíquico. (Burneo, 2007).

Las perturbaciones del sueño por ruido causan efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se observan al día siguiente. Los efectos primarios que se presentan pueden ser: dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. Los efectos secundarios o posteriores pueden ser los siguientes: percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento. (Berglund, 1999)

2.6.5. Efectos Sobre la Conducta:

Este tipo de efectos son muy complejos, sutiles e indirectos; son el resultado de la interacción con varias variables adicionales no auditivas. Las apariciones repentinas de ruido pueden ocasionar cambios en la conducta, haciéndose más insensible o más agresiva, o mostrara el sujeto un mayor grado de desinterés e irritabilidad. (Berglund, 1999; Coral, 2009)

2.6.6. Efectos en el Rendimiento:

El ruido perjudica el rendimiento de las actividades de carácter cognitivo, especialmente en trabajadores y niños. Un incremento provocado del ruido puede ser ventajoso en relación con el rendimiento de tareas sencillas de corto plazo, ya que crece el nivel de activación del sujeto; sin embargo el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido están: las actividades de lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. (Berglund, 1999; Coral, 2009)

2.6.7. Efectos en el Embarazo:

Respecto a los efectos en el embarazo, se ha observado que cuando las mujeres embarazadas han pasado desde el inicio del embarazo en zonas altamente ruidosas los niños no sufren alteraciones; sin embargo, si la madre se ha instalado después de cinco meses de gestación, que es cuando el oído del feto se hace funcional, los niños no soportan el ruido, y lloran cada vez que lo siente; por otro lado el tamaño del niño al nacer se ve también afectado, ya que es inferior al normal. (CONAMA, 2009)

2.6.8. Efectos Sobre los Niños:

El ruido es un factor de riesgo en la salud de los niños y tiene consecuencias negativas en su aprendizaje. Los niños que han sido criados en un ambiente ruidoso se convierten en niños menos atentos a las señales acústicas y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar. Las consecuencias que pueden desarrollarse por las perturbaciones del ruido son: dificultad en la comunicación hablada, retraso en el aprendizaje de la lectura, favorece un sentimiento de aislamiento, dificulta la sociabilidad entre los niños, perturba la forma de relacionarse con los demás, alteraciones del sistema nervioso simpático, aumenta el riesgo de sufrir estrés, y altera la presión sanguínea elevándola en estado de reposo. (Berglund, 1999; CONAMA, 2009)

2.7. MITIGACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL:

2.7.1. Ruido Industrial:

- ∞ Colocar a la maquinaria sobre soportes flexibles o antivibratorios anclados al suelo.
- ∞ Recubrir a la maquinaria ruidosa, de manera parcial o total, de pantallas absorbentes o aislantes.
- ∞ Sustituir las maquinarias ruidosas de las fábricas por otras menos ruidosas.
- ∞ Redistribución de la maquinaria, colocando las más ruidosas en los sitios donde su influencia sea menor.

(Coral, 2009; Diamant, 1974)

2.7.2. Ruido de Automóviles:

- ∞ Limitar la velocidad media del tráfico, distribuirlo por desvío, cruces en anillo, o autopistas urbanas; con la finalidad de reducir la intensidad del tráfico en ciertos tramos.
- ∞ Realizar un buen mantenimiento de los vehículos, controlando que los mismos estén equipados con silenciadores en los mecanismos de expulsión de gases y reduciendo el uso del claxon a situaciones que sean estrictamente necesarias.
- ∞ Disminución del número de paradas, lo que facilitará la fluidez del tráfico y los vehículos mantendrán una velocidad constante, siendo menos ruidosa.
- ∞ Control del ruido utilizando técnicas pasivas como pantallas acústicas, soportes vibratorios, silenciadores reactivos y material poroso.
- ∞ Buen mantenimiento de las carreteras.
- ∞ Aprovechar montículos y obstáculos naturales para encauzar la carretera de tal manera que se creen barreras acústicas entre el terreno vecino y la carretera.

(Coral, 2009; Diamant, 1974; Martin, 1977)

2.8. SONÓMETRO:

El sonómetro es un aparato que mide el nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en tiempo, diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano. La mayoría de estos son de tamaño pequeño, poco peso y funcionan con pilas. Este aparato está conformado por un micrófono, un amplificador, filtros de ponderación y un cuadrante de lectura. (CONAMA, 2009; Harris, 1995; Meisser, 1973).

2.8.1. Micrófono:

El micrófono cambia las variaciones de presión de las ondas sonoras en señales eléctricas que varían con el tiempo. Los tres tipos principales de micrófonos de medición son: Micrófonos de condensador, micrófono prepolarizados y micrófonos piezoeléctricos; siendo el más apropiado el micrófono de condensador, que combina precisión con estabilidad. (CONAMA, 2009; Harris, 1995)

Cuando el micrófono está expuesto a flujos de aire debe usarse una pantalla antivientos, ya que el ruido del viento puede afectar seriamente a la medición que se está realizando. (Harris, 1995)

2.8.2. Amplificador:

Debido a que la señal eléctrica producida por el micrófono es muy pequeña, esta debe ser amplificada antes de ser procesada, lo cual permite la medida de los niveles bajos de presión sonora. (CONAMA, 2009; Harris, 1995)

2.8.3. Filtros de Ponderación:

Ha sido necesario introducir en los circuitos del sonómetro filtros que reproduzcan sensiblemente las curvas del oído, y dependiendo del tipo que se utilice nos va a dar los valores requeridos; los filtros son: “A”, representa el comportamiento del oído humano para niveles bajos, comparados con las respuestas frente a frecuencias altas, y se lo utiliza para mediciones de control de ruido; “B”, representa el comportamiento del oído para niveles medios, ya no suele incluirse en los aparatos de medición; “C”, mide niveles superiores a 85 dB; “LINEAL”, no ponderan la señal y dejan pasar la señal sin modificarla. (Harris, 1995; Meisser, 1973).

2.8.4. Cuadrante de Lectura:

Es la unidad del sonómetro que muestra el nivel sonoro en decibeles (dB), respecto al filtro elegido para la medición. (CONAMA, 2009)

2.9. MAPA DE RUIDO:

Los mapas de ruido son registros georreferenciados de los niveles sonoros u otra información acústica pertinente, obtenidos en un área geográfica determinada, es decir, es el trazado de planos de curvas isosónicas (curvas de igual intensidad de ruido). Se los puede obtener

mediante: mediciones, simulaciones, predicciones o cálculos, o en forma mixta; midiendo algunos valores y calculando otros por extrapolación e interpolación a partir de modelos matemáticos o físicos. (Coral, 2009; Miyara, 2010)

Los mapas de ruido nos permiten: realizar una evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de la zona en estudio, identificar los puntos más afectados por el ruido de la zona estudiada, determinar las causas del ruido, los defectos de los sistemas de control de emisiones acústicas, hacer predicciones globales para dicha zona, entre otros. (G.A. Acústica, 2003; Coral, 2009; Salvador, 2010)

2.10. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES:

Para la realización del Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito se establecieron 19 estaciones de monitoreo, las mismas que se encuentran distribuidas a lo largo de la ciudad. Las estaciones correspondientes a este trabajo pertenecen a la Zona Sur del Distrito Metropolitano de Quito y estas son: El Camal, Moran Valverde, Quitumbe y Guamani.

2.10.1. EL CAMAL:

Ubicación:

Adrian Navarro y José Hinostroza

Situación Geográfica:

S 0°15'7,9'' W 78°31'1,4''

Punto de Referencia:

Hospital Municipal Materno Infantil San José de Sur.

Tipos de Uso de Suelo:

Residencial Múltiple.

Límite Máximo Permisible Día: 55 dB

Límite Máximo Permisible Noche: 45 dB

Nivel de Tráfico:

El nivel de tráfico en este punto es medianamente alto. El punto cero de la estación se encuentra en la avenida Adrián Navarro, la cual es una calle transitada por vehículos livianos. Ésta avenida presenta una inclinación no pronunciada, por lo cual no demanda un mayor esfuerzo a los motores, al tener que remontar una pendiente. (Díaz, 2009)

Condiciones del Pavimento:

El pavimento en este sector no se encontraba en muy buen estado, existen baches y daños estructurales que contribuyen con el aumento de los niveles de ruido. (Díaz, 2009)

Focos de Emisión de Ruido:

El principal foco de ruido se encuentra en la intersección de la calle Adrián Navarro y Andrés Pérez, esto se debe a que en la calle Andrés Pérez existe una gran afluencia de tráfico, tanto de vehículos livianos como vehículos pesados. (Díaz, 2009).

Otras fuentes de ruido:

En esta estación, el ruido ambiental se ve muy influenciado por las personas que visitaban el Hospital, los ladridos de los perros de las casas de alrededor de la estación de monitoreo, los usuarios de las canchas deportivas de las zonas, los estudiantes de instituciones educacionales que circulaban por estas calles y los parlantes con amplificadores de los negocios cercanos al punto.

2.10.2. **MORAN VALVERDE:**

Ubicación:

Av. Morán Valverde

Situación Geográfica:

S 0°17'0, 1'' W 78°32'38''

Punto de Referencia:

Estación Moran Valverde del Trole

Tipos de Uso de Suelo:

Comercial Múltiple

Límite Máximo Permisible Día: 65 dB

Límite Máximo Permisible Noche: 55 dB

Nivel de Tráfico:

En este punto el nivel de tráfico es bastante alto. Dado que la estación se encontraba en un redondel, se ubicó al punto cero en la Av. Morán Valverde a la entrada de los buses del trole, de tal manera que nos permitió recolectar información de ambos lados de la Av. Quitumbe, en la mitad del redondel y en el borde norte del redondel que empata a la Av. Tnte. Ortiz. En esta zona no existe inclinación de de la vía

Condiciones del Pavimento:

El pavimento no se encontraba en buen estado, existían baches y daños estructurales en el suelo que generan un incremento en los niveles de ruido ambiental.

Focos de Emisión de Ruido:

Los focos de emisión de esta zona eran principalmente los vehículos livianos, buses, busetas, tracto camiones, trole.

2.10.3. **QUITUMBE:**

Ubicación:

Av. Quitumbe Ñan y Cóndor Ñan

Situación Geográfica:

S 0°17'51,5'' W 78°32'0,6''

Punto de Referencia:

Administración Zonal Quitumbe.

Tipos de Uso de Suelo:

Residencial Múltiple

Límite Máximo Permisible Día: 55 dB

Límite Máximo Permisible Noche: 45 dB

Nivel de Tráfico:

El nivel de tráfico presente en este sector es alto. El punto cero de la estación se lo ubicó en la intersección de la Av. Quitumbe Ñan y Cóndor Ñan, existiendo en la zona una afluencia de vehículos livianos y pesados. Cabe mencionar la presencia de semáforos en el punto cero, lo que influye en el ruido ambiental al frenar y acelerar los vehículos.

Condiciones del Pavimento:

En este sector el pavimento es nuevo, sin embargo al lado sur del punto cero el camino es de tierra.

Focos de Emisión de Ruido:

El nivel de ruido en la zona se ve influenciado por vehículos livianos, buses, tracto camiones

2.10.4. **GUAMANI:**

Ubicación:

Av. Pedro Vicente Maldonado y Leónidas Dublés

Situación Geográfica:

S 0°19'38,8'' W78°33'1,4''

Punto de Referencia:

Entrada a Caupicho

Tipos de Uso de Suelo:

Residencial Múltiple

Límite Máximo Permisible Día: 55 dB

Límite Máximo Permisible Noche: 45 dB

Nivel de Tráfico:

El nivel de tráfico en este sector es bastante alto. El punto cero de la estación se lo ubicó en la intersección de la Av. Pedro Vicente Maldonado y Leónidas Dublés, donde circulan vehículos pesados y livianos. En la Av. Pedro Vicente Maldonado existe una inclinación medianamente pronunciada, lo cual si demanda un esfuerzo a los motores al tener que remontar la pendiente. Por otro lado, el punto cero se lo situó en una intersección donde existía semáforo, por lo cual se generaba un ruido adicional al momento de que los vehículos frenaban para detenerse y utilizaban marchas fuertes para arrancar una vez que el semáforo pasaba a verde.

Condiciones del Pavimento:

El pavimento encontrado en ésta área no se encuentra bien mantenido, ya que existen daños estructurales en la capa de rodadura que generan un incremento en los niveles de ruido ambiental.

Focos de Emisión de Ruido:

Los principales focos de ruido en esta zona son los vehículos livianos, buses, tractocamiones.

CAPITULO 3. MARCO LEGAL

3.1. TULAS, LIBRO VI, ANEXO 5:

3.1.1. Límites Máximos Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas:

Art. 4.1.1 Niveles máximos permisibles de ruido.-

Art. 4.1.1.1 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente (NPS_{eq}) para fuentes fijas emisoras 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	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

Art. 4.1.2 De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija

Art. 4.1.2.1 La medición del ruido en ambiente exterior se realizará utilizando un sonómetro normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

Art. 4.1.2.2 El micrófono del sonómetro deberá estar ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 m de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. En caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento, para que las vibraciones producidas por el mismo no cause alteraciones en las medidas.

Art. 4.1.2.8 De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de NPSeq, obtenidos de las mediciones de ruido de las fuentes objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. Para determinar el nivel de ruido de fondo, las mediciones se realizarán con el mismo procedimiento descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente evaluada, o bajo condiciones de ausencia del ruido generado por dicha fuente. Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado en la Tabla 2:

TABLA 2
CORRECCIÓN POR NIVEL DE RUIDO DE FONDO

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSEQ DE LA FUENTE FIJA Y NPSEQ DE RUIDO DE FONDO (DBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

Si la diferencia aritmética ente los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido de fondo es menor a 3, será necesario efectuar nuevamente la medición en condiciones de menor ruido de fondo.

3.1.2. Ruidos Producidos Por Vehículos Automotores:

Art. 4.1.4.2 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente producido por vehículos, se muestran en la Tala 3.

TABLA 3
NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86

Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85

3.2. ORDENANZA 213

3.2.1. Normas Técnicas:

3.2.1.1. Disposiciones generales:

Art. 3.1.1.- Las zonas de restricción se establecen con el objetivo de conseguir reducir los niveles sonoros ambientales por debajo de los admisibles, adoptando medidas adecuadas a cada circunstancia. Las medidas a considerarse son:

- a) Prohibir la creación o ampliación de actividades que generen mayor impacto acústico, y limitar el establecimiento de aquellas que podrían contribuir al mayor deterioro de la zona.
- b) Establecer un régimen de distancias para las actividades de nueva implantación respecto a las existentes, así como limitar sus condiciones de funcionamiento.
- c) Imponer medidas técnicas de obligado cumplimiento
- d) Fijar espacios de servidumbre entre la zona y su entorno colindante

3.2.1.2. Niveles Máximos Permisibles:

Los valores máximos permisibles para fuentes fijas se muestran a continuación en la siguiente tabla.

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 ⁽¹⁾	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple ⁽²⁾	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 ⁽³⁾	65	55
Zona Industrial 3, 4, 5 ⁽⁴⁾	70	60

“Notas:

[1] 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.

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

[3] Industria de tipología de mediano impacto ambiental.

[4] Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.”

“Art. 5.3.- El nivel de ruido máximo permisible ocasionado por fuentes móviles motorizadas no podrá exceder los valores que se fijan en la Tabla No. 2.”

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

Fuente Ordenanza Metropolitana 146, Capítulo II.

Notas:

rpm: revoluciones por minuto.

NPS: nivel de presión sonora.

3.3. GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO ESTABLECIDAS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	LAeq [dB(A)]	Tiempo [horas]	Lmax 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 descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia (fuente externa)	55	Durante 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 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.

(Berglund et al. 1999)

CAPITULO 4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MONITOREO:

Siguiendo con las investigaciones realizadas en el año 2009 por Francisco Díaz, Francisco Rubianes, Nadia Vásquez y Andrés Izurieta de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK, se procedió a elaborar un nuevo grupo de trabajo, con un diferente reordenamiento en las zonas de monitoreo.

Las estaciones de muestreo fueron divididas entre los cuatro integrantes del grupo como se muestra en la Tabla N° 1; la división de las estaciones se las realizó sectorizando a la ciudad de Quito en cuatro zonas: Norte, Centro Norte, Centro Sur y Sur.

TABLA: Estaciones de Monitoreo. 4.1 - 1

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	ESTACIONES DESIGNADAS	ZONAS DE LA CIUDAD
PAOLA MORA	Cotocollao	NORTE
	La Delicia	
	Calderón	
	Pablo Arturo Suárez	
	Carapungo	
CARLOS ROJAS	Cofavi	CENTRO NORTE
	Solca	
	Jipijapa	
	Estación Norte	
	Belisario	
DANIEL SALAZAR	Alameda	CENTRO SUR
	Centro	
	Mariscal	
	Eloy Alfaro	
	Hospital del Seguro Social	
JENNIFER AMORES	Guamaní	SUR
	Quitumbe	
	Moran Valverde	
	Camal	

4.2. DETERMINACIÓN DE HORARIOS Y DÍAS DE MONITOREO:

Para que los datos sean representativos al ruido ambiental de la ciudad, tanto en horas de menor como en mayor tráfico vehicular, se establecen tres horarios de monitoreos:

En la mañana de 6:00 hasta 11:59

En la tarde de 12:00 hasta 17:59

En la noche de 18:00 hasta 24:00

De la misma forma, cada punto debe tener mediciones durante los siete días de la semana, y cada día los tres horarios; procurando recopilar los datos de monitoreo en días laborales y en feriados.

Las estaciones a monitorear diariamente fueron elegidas al azar y dependía de la disponibilidad de horario del investigador, es decir no se siguió un orden estricto de monitoreo.

Siguiendo lo especificado en la normativa nacional para ruido de fuentes fijas, se prosiguió a tomar datos de ruido de fondo en cada una de las estaciones; los datos fueron recolectados en los puntos cero de cada estación el mismo día, con un horario de que fue desde las 24:00 hasta 2:30 de la mañana.

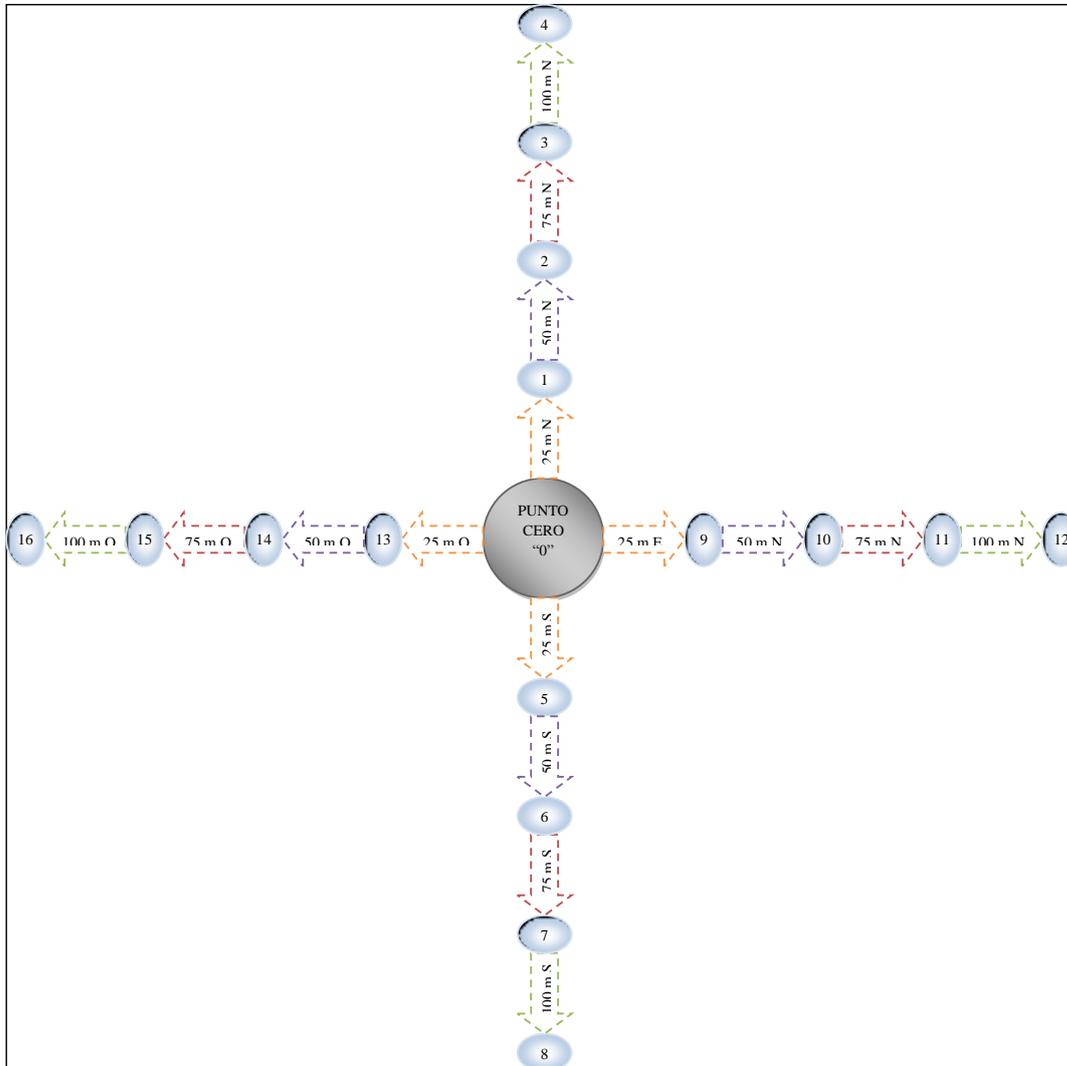
4.3. DETERMINACIÓN ESPACIAL DE LOS LUGARES DE MONITOREO DE RUIDO:

El área de muestreo del presente trabajo comprende de 4 estaciones correspondientes a la Zona Sur de la ciudad.

En cada estación se determinó un punto “cero”, a partir del cual parten cuatro ejes de 100 metros de longitud, y que van en dirección a los cuatro puntos cardinales. Cada eje se divide en cuatro cuartiles separados entre sí por 25 metros de longitud, lo que nos da 16 cuartiles en total para cada estación de muestreo.

La división espacial de cada estación monitoreada se explica gráficamente en la siguiente figura:

Figura: Diagrama de Muestreo. 4.3 – 1



Cabe destacar que en ciertas estaciones de monitoreo de la zona correspondiente a este trabajo, existieron obstáculos físicos que impidieron la toma de muestras en su totalidad de cuartiles. El proceso para estimar los puntos inexistentes se los realizó mediante un promedio de los valores obtenidos de igual distancia en los que sí pudieron ser tomadas las muestras.

Con la ayuda de pintura en aerosol, se colocaron señales en todas las estaciones lo que permitió la fácil ubicación de los puntos seccionados (0, 25, 50, 75 y 100 m) para los días futuros.

4.4. TÉCNICA DE MONITOREO DE RUIDO:

Los monitoreos se realizaron utilizando un sonómetro Integrador, el cual, antes de comenzar con las tomas de muestras se debe calibrar dentro de sus diferentes funciones.

La velocidad de monitoreo debe encontrarse en SLOW, respuesta lenta; filtro A (dBA), ambiente abierto; elegir la unidad Leq, presión Sonora Equivalente; y configurar el tiempo de integración en 1 minuto.

Para empezar con la recolección de datos hay que tener en cuenta ciertas consideraciones:

- ✘ Desde el punto de monitoreo no debe existir interferencias de obstáculos físicos de al menos 3m a la redonda.
- ✘ El sonómetro se debe colocar a una altura de 1.5m sobre el nivel del suelo.
- ✘ No se debe realizar mediciones de ruido cuando existe precipitación de agua, ya que la lluvia altera los valores reales.

4.5. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE RUIDO:

- 1) Ubicarse sobre el punto “cero” de la estación.
- 2) Colocar el sonómetro calibrado en un trípode, apuntando en dirección norte (seguir todas las consideraciones de monitoreo de ruido ambiental).
- 3) Pulsar la tecla de Play en el sonómetro.
- 4) Cada 15 segundos, girar el trípode con el sonómetro 90° hacia la derecha. Terminado el minuto, el sonómetro debe quedar apuntando hacia el oeste.
- 5) Anotar el valor arrojado por el instrumento y la hora de la medición en la hoja de Registros de Datos.
- 6) Se desmonta el equipo de medición.
- 7) Dirigirse con el equipo 25m hacia el norte (o en dirección del punto cardinal que se esté midiendo), hasta encontrar la marca ya establecida.
- 8) Repetir el mismo procedimiento para cada cuartil hasta finalizar la medición en ese punto cardinal. Acto seguido se repite el mismo procedimiento para los puntos cardinales restantes.
- 9) Realizar los pasos de monitoreo 5 veces para culminar con la medición en el lugar o estación.

4.6. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS:

- 1) Determinar una distancia de 100 m en cualquiera de los 4 puntos cardinales que se toma la medición de ruido.
- 2) Con la ayuda de un cronometro se toma el tiempo que demora el vehículo en recorrer los 100 m.
- 3) Se anota el valor en la hoja de Registro de Datos.
- 4) Se repite el procedimiento con 5 vehículos.
- 5) Recolectar los datos cada vez que se monitoree el ruido ambiental, es decir, los valores se obtenidos serán de los 7 días de la semana en la mañana, tarde y noche de cada estación de monitoreo.

4.7. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL NÚMERO DE VEHÍCULOS:

- 1) Sobre la misma vía que se midió la velocidad de los vehículos, se debe contar la cantidad de carros livianos y pesados que circulen (motos son considerados livianos).
- 2) En un lapso de 5min por cronometro y con la ayuda de un contador se recolecta la cantidad de vehículos livianos y pesados que pasan por el punto cero.
- 3) Se anota los valores en la hoja de Registro de Datos.
- 4) Obtener los datos cada vez que se monitoree el ruido ambiental.

4.8. TABULACIÓN DE DATOS:

4.8.1. RUIDO AMBIENTAL.-

Los datos obtenidos en campo son pasados a una hoja Excel que tiene el mismo formato que la hoja de recolección de datos, los cuales fueron tabulados de la siguiente manera:

En cada una de las estaciones de monitoreo se registraron un total de 85 datos por horario (mañana, tarde o noche), por lo que la agrupación de datos es por día respecto a la hora de monitoreo.

Introducidos los datos en la hoja Excel se procede a sacar los promedios por cada cuartil.

Ecuación: Promedios por cuartil. 4.8.1 – 1

$$dB(A)25m \text{ NORTE} = \frac{N1 + N2 + N3 + N4 + N5}{5}$$

$$dB(A)25m \text{ SUR} = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5}{5}$$

$$dB(A)25m \text{ ESTE} = \frac{E1 + E2 + E3 + E4 + E5}{5}$$

$$dB(A)25m \text{ OESTE} = \frac{O1 + O2 + O3 + O4 + O5}{5}$$

$$dB(A)50m \text{ NORTE} = \frac{N1 + N2 + N3 + N4 + N5}{5}$$

$$dB(A)50m \text{ SUR} = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5}{5}$$

$$dB(A)50m \text{ ESTE} = \frac{E1 + E2 + E3 + E4 + E5}{5}$$

$$dB(A)50m \text{ OESTE} = \frac{O1 + O2 + O3 + O4 + O5}{5}$$

$$dB(A)75m \text{ NORTE} = \frac{N1 + N2 + N3 + N4 + N5}{5}$$

$$dB(A)75m \text{ SUR} = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5}{5}$$

$$dB(A)75m \text{ ESTE} = \frac{E1 + E2 + E3 + E4 + E5}{5}$$

$$dB(A)75m \text{ OESTE} = \frac{O1 + O2 + O3 + O4 + O5}{5}$$

$$dB(A)100m \text{ NORTE} = \frac{N1 + N2 + N3 + N4 + N5}{5}$$

$$dB(A)100m \text{ SUR} = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5}{5}$$

$$dB(A)100m \text{ ESTE} = \frac{E1 + E2 + E3 + E4 + E5}{5}$$

$$dB(A)100m \text{ OESTE} = \frac{O1 + O2 + O3 + O4 + O5}{5}$$

Los valores promedios obtenidos serán rectificadas según la tabla de corrección que dicta el Texto Unificado de Legislación Secundaria, Libro VI, Anexo 5.

Con los valores corregidos se prosigue a calcular los datos necesarios para la elaboración de los mapas, dichos datos serán:

- **Diarios:** Se calculan sacando un promedio de los valores de la mañana, tarde y noche de cada día; obteniendo un total de 7 valores por estación.
- **Mañana:** Se promedian los valores correspondientes a los horarios de la mañana de todos los días, obteniendo así un valor por estación.
- **Tarde:** Se calculan sacando promedios de los valores correspondientes a los horarios de la tarde de todos los días, obteniendo un valor por estación.
- **Noche:** Se promedian los valores correspondientes a los horarios de la noche de todos los días, obteniendo así un valor por estación.
- **Quimestrales:** Se calcula promediando los valores de la mañana, tarde, noche de todos los días; obteniendo un valor por estación
- **Anuales:** Se promedia los valores quimestrales obtenidos en el año 2010, con los valores quimestrales conseguidos por los investigadores del 2009. Hay que tener en cuenta que los valores de los dos puntos agregados serán iguales a los quimestrales; al igual que los dos puntos que fueron tomados en diferentes lugares que los establecidos por los investigadores del año 2009.

Estos valores serán pasados al programa ArcGis para finalmente realizar los Mapas de ruido ambiental.

4.8.2. VELOCIDAD DE VEHÍCULOS.-

Los tiempos obtenidos en campo serán transformados en velocidad de los vehículos de la siguiente manera:

Ecuación: Velocidad. 4.8.2 – 2

$$V = \frac{D}{T}$$

Donde:

V = Velocidad.

D = Distancia

T = Tiempo

Al aplicar la ecuación de velocidad, el resultado obtenido es en m/s, es importante transformar este valor en unidad utilizadas diariamente, como es km/h. Esto se lo realiza con factores de conversión, sabiendo que 1km es 1000m y 1h tiene 3600s.

4.9. CREACIÓN DE LOS MAPAS:

Para crear los mapas de ruido ambiental, se precisa seguir los siguientes pasos en ArcGIS:

- 1) Poseer las capas georeferenciadas de las manzanas y límites del DMQ.
- 2) Encontrar las estaciones de monitoreo en la capa de manzanas, y crear puntos georeferenciados sobre los “Puntos Cero” de cada uno de las estaciones.
- 3) Introducir los valores tabulados en la tabla de atribuciones de la capa creada.
- 4) Con los datos del monitoreo dentro del programa, realizar interpolación para que ArcGIS grafique las isófonas, utilizando la herramienta 3D Analyst IDW.
- 5) Repetir la secuencia de pasos para cada uno de los mapas solicitados: Diarios, mañana, tarde, noche, quimestrales y anuales.

4.10. MATERIALES:

Se utilizaron para el trabajo en campo los siguientes materiales:

- ▣ *Sonómetro integrador:*

Marca:	EXTECH Instruments
Escala de medición:	30 – 130dB
Escala de frecuencia:	31.5 Hz – 8 kHz
Ponderación de frecuencia:	“A” y “C”
Tiempo de respuesta:	Rápido, lento e impulso
Escala de linealidad:	100 dB
Resolución en pantalla:	0.1 dB
Rango de error:	+/- 1.5 dB



- Un trípode marca Sony: Parta mantener el sonómetro a la altura reglamentaria de 1.5 m.

- Dispositivo GPS(Global Positioning System) con chip de alta sensibilidad: Utilizado para obtener las coordenadas de los puntos de muestreo.

Marca:	Garmin
Modelo:	LEGEND Etrex
Características:	Chip de Alta sensibilidad
Rango de error:	+/- 3m (25 satélites)



- Contador Manual: Nos permitió obtener el número de vehículos pesados y livianos durante 5 minutos.



- Cronómetro: Se lo utilizó para medir el tiempo que un vehículo se demoraba en recorrer 100 m.
- Cinta de 30 m: nos ayudó a medir las distancias de punto en punto (25m, 50m, 75m, 100m) en cada cuartil de cada estación
- Un automóvil para transportarme de estación a estación.

Formato de Hojas de Registro de Datos:

UBICACIÓN:

FECHA:

VELOCIDADES x = 100 m	
1	
2	
3	
4	
5	

Nº de autos t = 5 minutos	
LIVIANOS	
PESADOS	

PUNTO 0		
	HORA	NPS
1		
2		
3		
4		
5		

		25		50		75		100	
		HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS
NORTE	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
SUR	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
ESTE	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
OESTE	1								
	2								
	3								
	4								
	5								

CAPITULO 5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

5.1. DATOS:

Los siguientes valores son un ejemplo de lo realizado durante el tiempo de monitoreo, dichos valores corresponden a los muestreos tomados en la Estación El Camal del día lunes en la mañana. Los datos que se encuentran de color azul corresponden a los datos calculados como se muestra más adelante.

PUNTO 0

	HORA	NPS
1	10:06	63,2
2	10:15	64,5
3	10:28	61,4
4	10:37	63,6
5	10:51	59,6

		25		50		75		100	
		HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS
NORTE	1	10:07	62,1	10:18	56,6		60,5		60,8
	2	10:29	57,9	10:30	73,2		65,2		59,9
	3	10:52	69,0	10:53	57,8		61,8		60,4
	4	11:12	63,8	11:13	56,7		62,0		59,8
	5	11:31	62,9	11:32	57,0		62,9		61,1
SUR	1	10:09	57,7	10:11	61,3	10:12	54,0	10:13	57,6
	2	10:32	54,8	10:33	62,6	10:34	62,7	10:35	53,4
	3	10:55	57,5	10:56	53,9	10:57	55,1	10:58	55,9
	4	11:15	71,4	11:16	64,6	11:17	57,1	11:18	55,7
	5	11:33	56,9	11:35	62,8	11:36	55,9	11:37	56,0
ESTE	1	10:16	58,8	10:12	65,3	10:18	61,1	10:19	60,5
	2	10:42	62,8	10:43	62,5	10:44	67,9	10:46	62,7
	3	11:00	66,5	11:01	61,8	11:02	70,7	11:03	63,5
	4	11:26	74,2	11:27	62,4	11:28	67,1	11:29	64,1
	5	11:44	63,0	11:45	62,8	11:47	68,0	11:48	64,5
OESTE	1	10:21	63,0	10:22	60,0	10:23	66,3	10:24	64,2
	2	10:38	67,4	10:39	65,6	10:40	65,0	10:41	63,6
	3	11:05	62,7	11:06	63,1	11:08	59,6	11:09	61,8
	4	11:21	58,9	11:22	63,0	11:23	61,8	11:24	59,7
	5	11:39	62,9	11:40	65,7	11:41	64,9	11:42	62,9

5.2. CÁLCULOS:

Los cálculos presentados son un ejemplo de lo que se realizó para obtener los resultados finales y poder hacer los mapas de ruido. Estos cálculos hay que aplicarlos a cada estación de monitoreo.

5.2.1. Cálculos de Puntos Faltantes:

Como se puede observar en la tabla anterior, la estación no presenta datos en todos los puntos establecido, debido a que en el sentido norte del punto cero existió obstáculos físicos que no permitieron la toma de muestras en las distancias de 75 y 100 m.

El cálculo de los datos faltantes se hizo de la siguiente manera:

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 1) = \frac{Sur\ 75\ (vuelta\ 1) + Este\ 75\ (vuelta\ 1) + Oeste\ 75\ (vuelta\ 1)}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 1) = \frac{54 + 61.1 + 66.3}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 1) = 60.5$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 2) = \frac{Sur\ 75\ (vuelta\ 2) + Este\ 75\ (vuelta\ 2) + Oeste\ 75\ (vuelta\ 2)}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 2) = \frac{62.7 + 67.9 + 65}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 2) = 65.2$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 3) = \frac{Sur\ 75\ (vuelta\ 3) + Este\ 75\ (vuelta\ 3) + Oeste\ 75\ (vuelta\ 3)}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 3) = \frac{55.1 + 70.7 + 59.6}{3}$$

$$Norte\ 75\ (vuelta\ 3) = 61.8$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 4)} = \frac{\text{Sur 75 (vuelta 4)} + \text{Este 75 (vuelta 4)} + \text{Oeste 75 (vuelta 4)}}{3}$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 4)} = \frac{57.1 + 67.1 + 61.8}{3}$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 4)} = 62$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 5)} = \frac{\text{Sur 75 (vuelta 5)} + \text{Este 75 (vuelta 5)} + \text{Oeste 75 (vuelta 5)}}{3}$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 5)} = \frac{55.9 + 68 + 64.9}{3}$$

$$\text{Norte 75 (vuelta 5)} = 62.9$$

Se hace el mismo procedimiento para calcular el Norte a 100 m y en cada una de las vueltas.

5.2.2. Cálculo de los Promedios por Cuartil:

$$\text{Norte 25m} = \frac{N 1 + N 2 + N 3 + N 4}{4}$$

$$\text{Norte 25m} = \frac{62.1 + 57.9 + 69 + 63.8 + 62.9}{4}$$

$$\text{Norte 25m} = 63.1$$

$$\text{Norte 50m} = \frac{N 1 + N 2 + N 3 + N 4}{4}$$

$$\text{Norte 50m} = \frac{56.6 + 73.2 + 57.8 + 56.7 + 57}{4}$$

$$\text{Norte } 50m = 60.3$$

$$\text{Norte } 75m = \frac{N1 + N2 + N3 + N4}{4}$$

$$\text{Norte } 75m = \frac{60.5 + 65.2 + 61.8 + 62 + 62.9}{4}$$

$$\text{Norte } 75m = 62.5$$

$$\text{Norte } 100m = \frac{N1 + N2 + N3 + N4}{4}$$

$$\text{Norte } 100m = \frac{60.8 + 59.9 + 60.4 + 59.8 + 61.1}{4}$$

$$\text{Norte } 100m = 60.4$$

Se realiza lo mismo con los otros tres puntos cardinales.

5.2.3. Cálculo de los Promedios por Día:

$$\text{LUNES} = \frac{P0 + Nm + Sm + Em + Om + Nt + St + Et + Ot + Nn + Sn + En + On}{12}$$

Donde:

P0 = punto “cero”

m = mañana

t = tarde

n = noche

$$\text{LUNES} = \frac{61.6 + 58.3 + 64.5 + 63.1 + 62.1 + 56.6 + 68.9 + 70.8 + 62.6 + 56.1 + 68.5 + 67.8}{12}$$

$$\text{LUNES} = 63.6$$

Se realiza los mismos cálculos para todos los días de la semana.

5.2.4. Cálculo de los Promedios por Horario (Mañana, Tarde, Noche):

$$\text{MAÑANA} = \frac{\text{Lunes m} + \text{Martes m} + \text{Miércoles m} + \text{Jueves m} + \text{Viernes m} + \text{Sábado m} + \text{Domingo m}}{7}$$

$$\text{MAÑANA} = \frac{61.9 + 63.6 + 63.5 + 64.7 + 61.6 + 61.3 + 62.7}{7}$$

$$\text{MAÑANA} = 62.9$$

Cabe mencionar que los datos tomados son un promedio de todos los cuartiles de ese día en ese horario.

Aplicar la misma fórmula para encontrar los horarios restantes: Tarde y Noche

5.2.5. Cálculo de los Promedios Quimestrales:

$$\text{QUIMESTRAL} = \frac{\text{Lunes} + \text{Martes} + \text{Miércoles} + \text{Jueves} + \text{Viernes} + \text{Sábado} + \text{Domingo}}{7}$$

$$\text{QUIMESTRAL} = \frac{63.6 + 65.4 + 65.4 + 63.2 + 64.4 + 64.9 + 63.3}{7}$$

$$\text{QUIMESTRAL} = 64.3$$

Los datos diarios tomados son un promedio de todos los horarios por cada día.

CAPITULO 6. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1. RESULTADOS NUMÉRICOS Y GRÁFICOS:

6.1.1. Valores Diarios:

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
CAMAL	63,6	65,4	65,4	63,2	64,4	64,9	63,3
MORAN	70,1	70,6	69,3	70,3	70,9	70,0	69,5
VALVERDE							
QUITUMBE	66,9	66,6	65,8	67,2	67,7	67,4	67,9
GUAMANI	75,5	75,2	75,8	76,0	75,1	73,9	75,4

Gráfico N° 1: Valores Diarios El Camal.

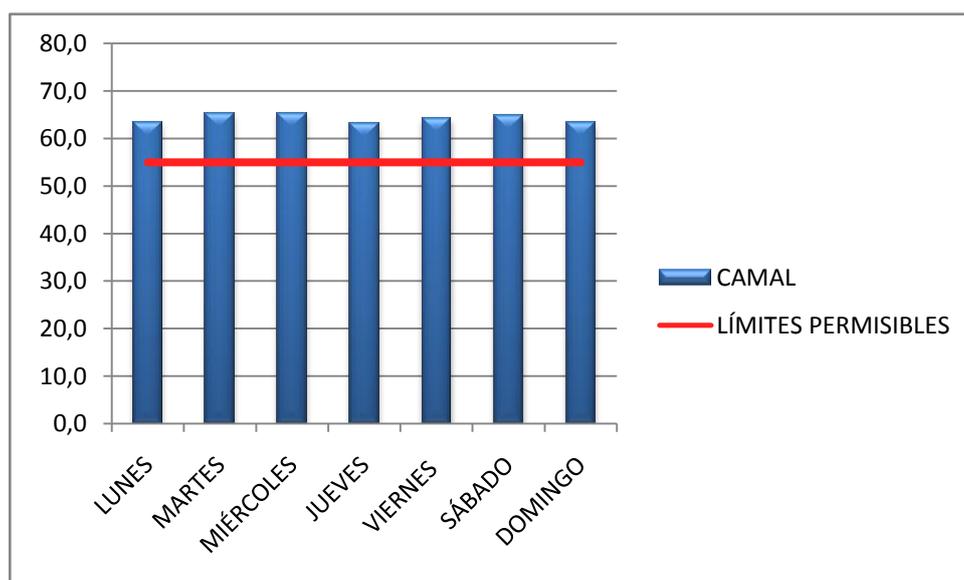


Gráfico N° 2: Valores Diarios Morán Valverde.

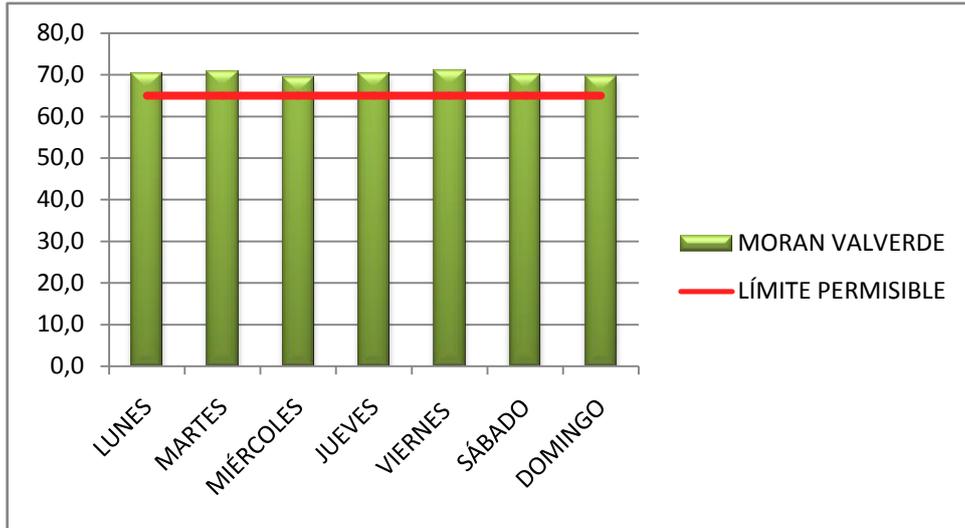


Gráfico N° 3: Valores Diarios Quitumbe.

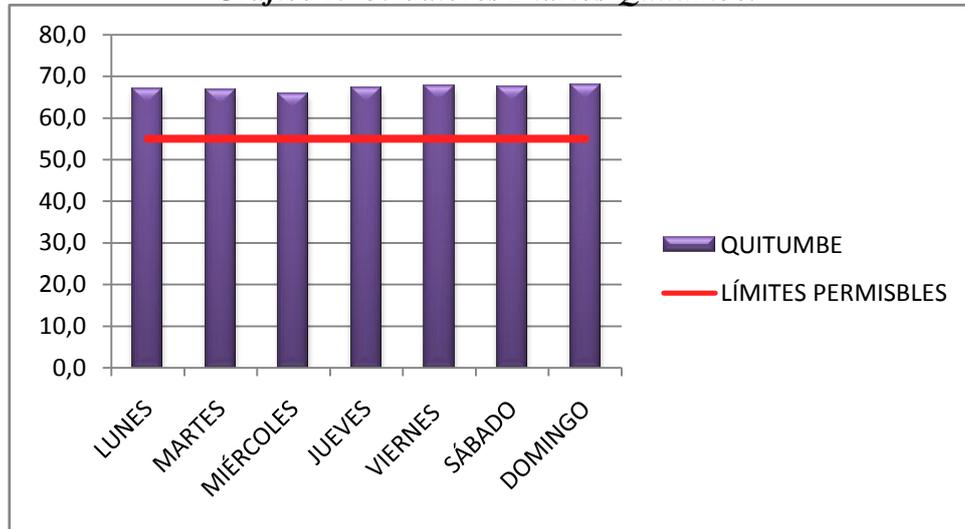
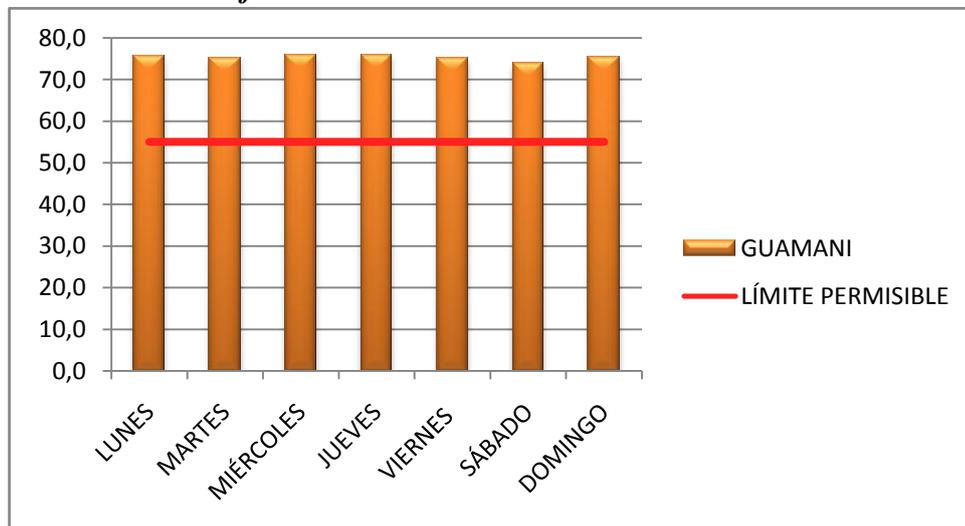


Gráfico N° 4: Valores Diarios Guamani.



6.1.2. Valores por Horario (Mañana, Tarde, Noche):

	MAÑANA	TARDE	NOCHE
CAMAL	62,9	66,4	63,6
MORAN VALVERDE	70,4	70,8	69,3
QUITUMBE	67,4	66,6	67,3
GUAMANI	75,6	75,1	75,0

Gráfico N° 5: Valores por Horario El Camal

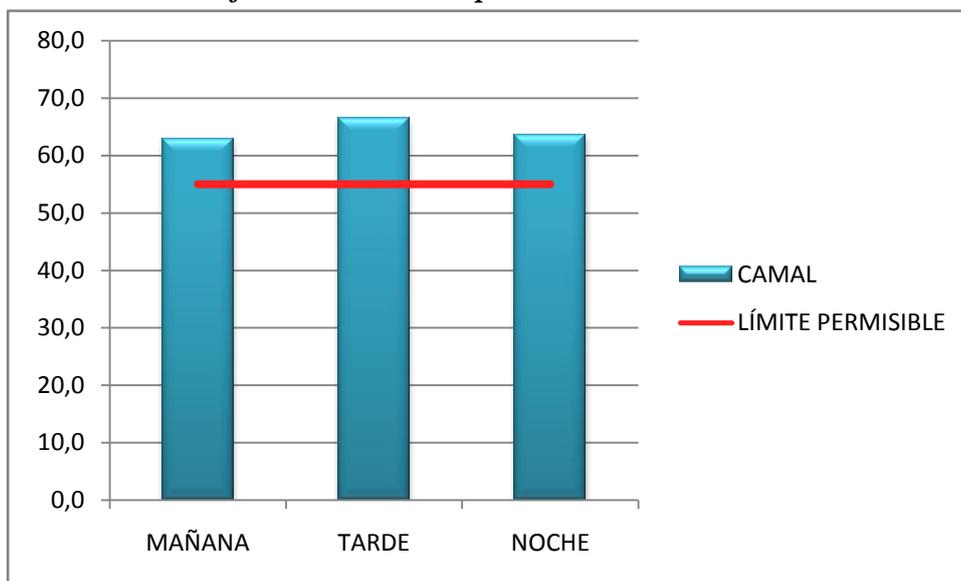


Gráfico N° 6: Valores por Horario Moran Valverde

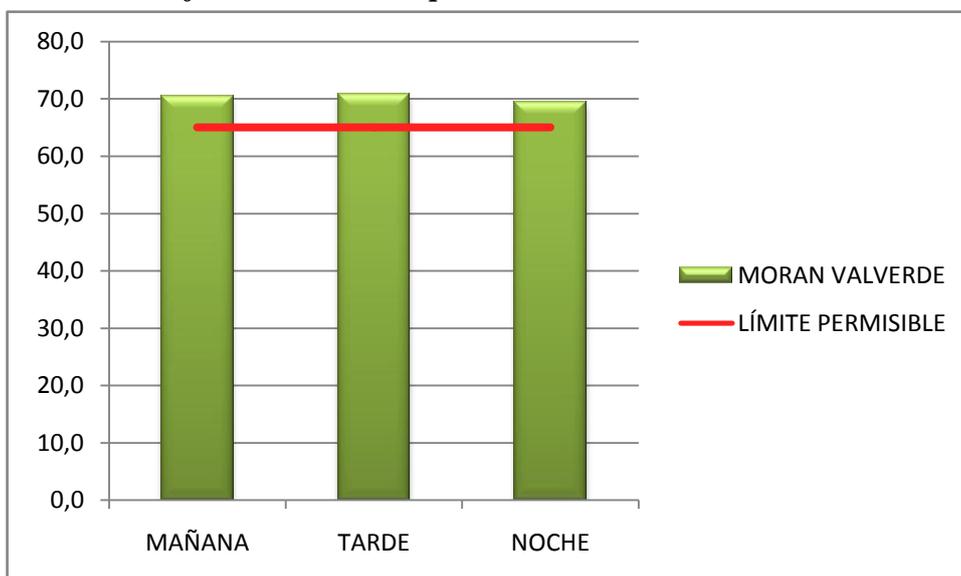


Gráfico N° 7: Valores por Horario Quitumbe

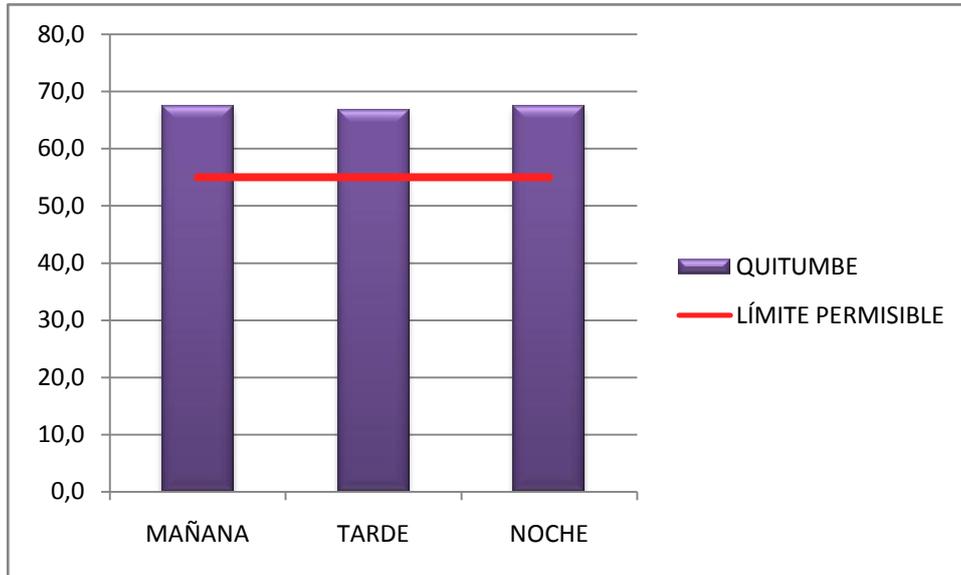
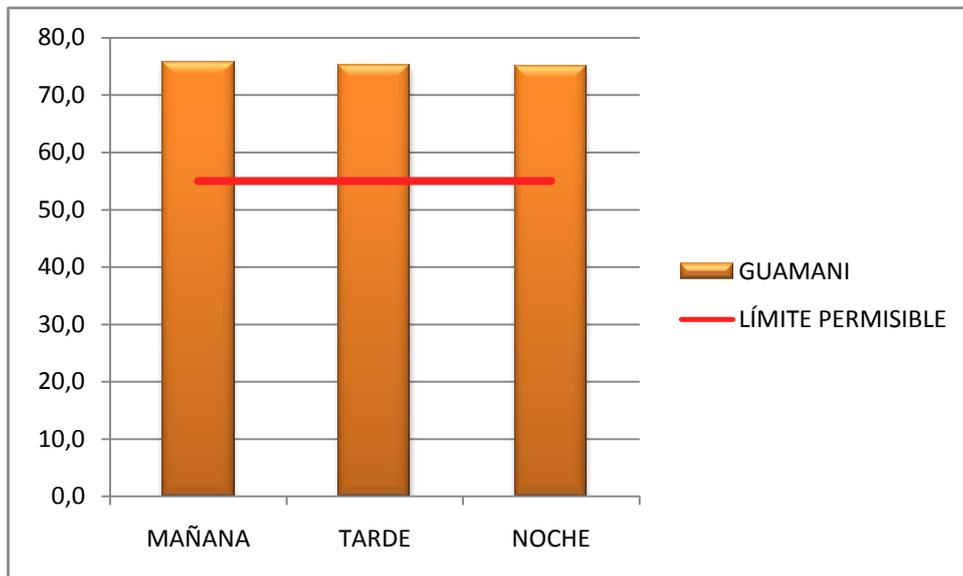


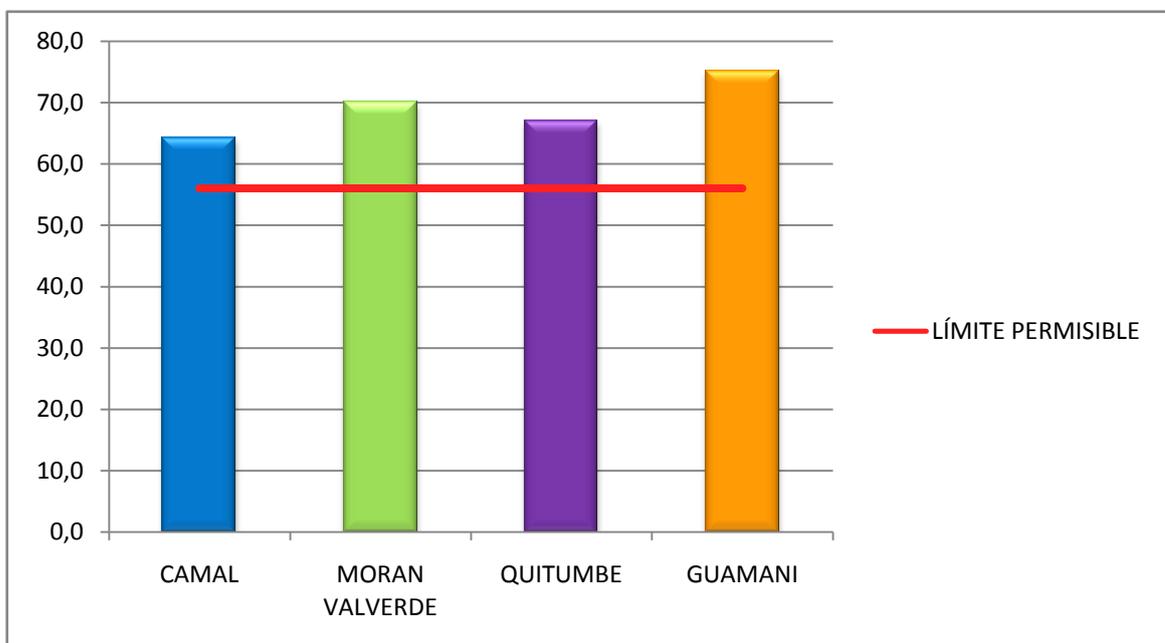
Gráfico N° 8: Valores por Horario Guamani



6.1.3. Valores Quimestrales:

	QUIMESTRAL
CAMAL	64,3
MORAN VALVERDE	70,1
QUITUMBE	67,1
GUAMANI	75,3

Gráfico N° 9: Valores Quimestrales Zona Sur

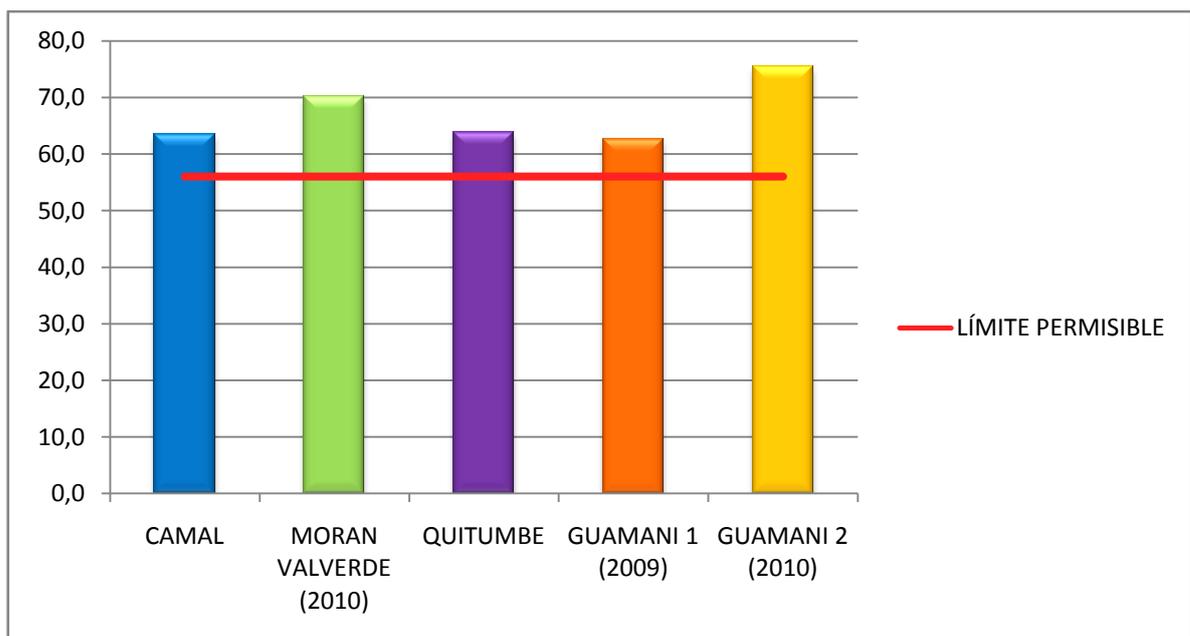


6.1.4. Valores Anuales:

ESTACIONES	QUIMESTRAL (2009)
CAMAL	62,5
QUITUMBE	60,7
GUAMANI 1	62,7

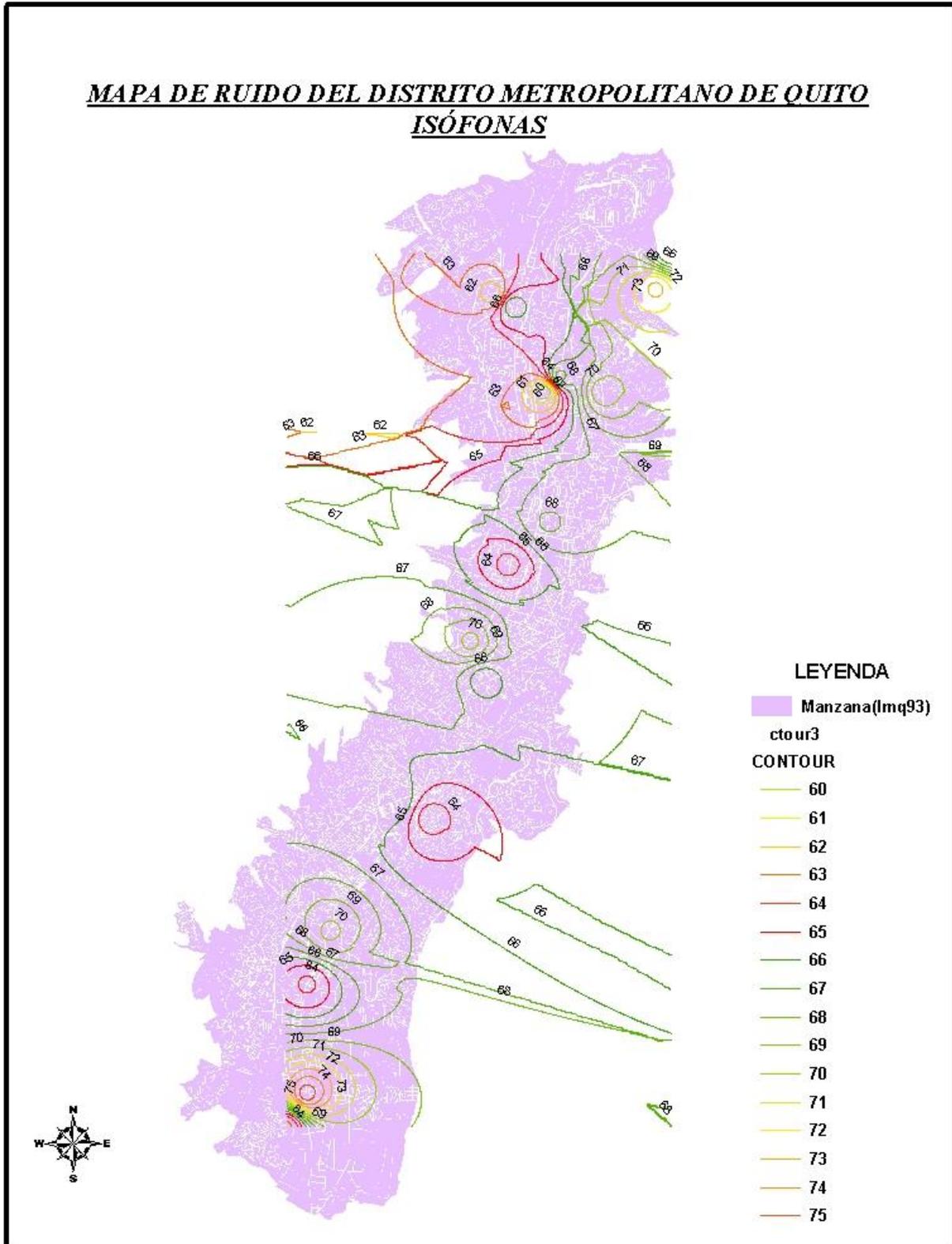
ESTACIONES	ANUAL
CAMAL	63,5
MORAN VALVERDE	70,2
(2010)	
QUITUMBE	63,8
GUAMANI 1 (2009)	62,7
GUAMANI 2 (2010)	75,5

Gráfico N° 10: Variación Sonora Anual. Zona Sur



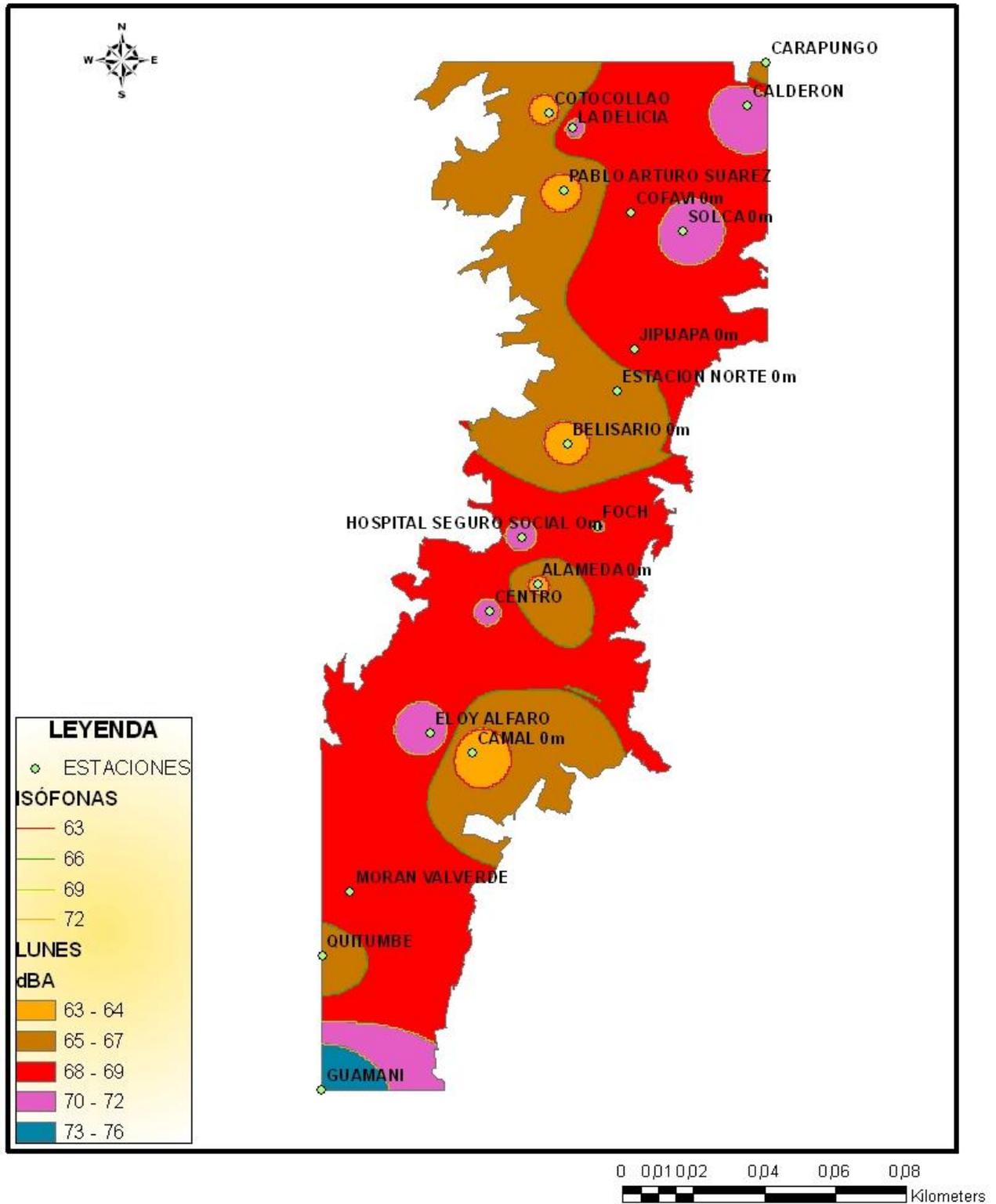
6.2. MAPAS DE RUIDO:

6.2.1. Mapa de Isófonas Anuales:



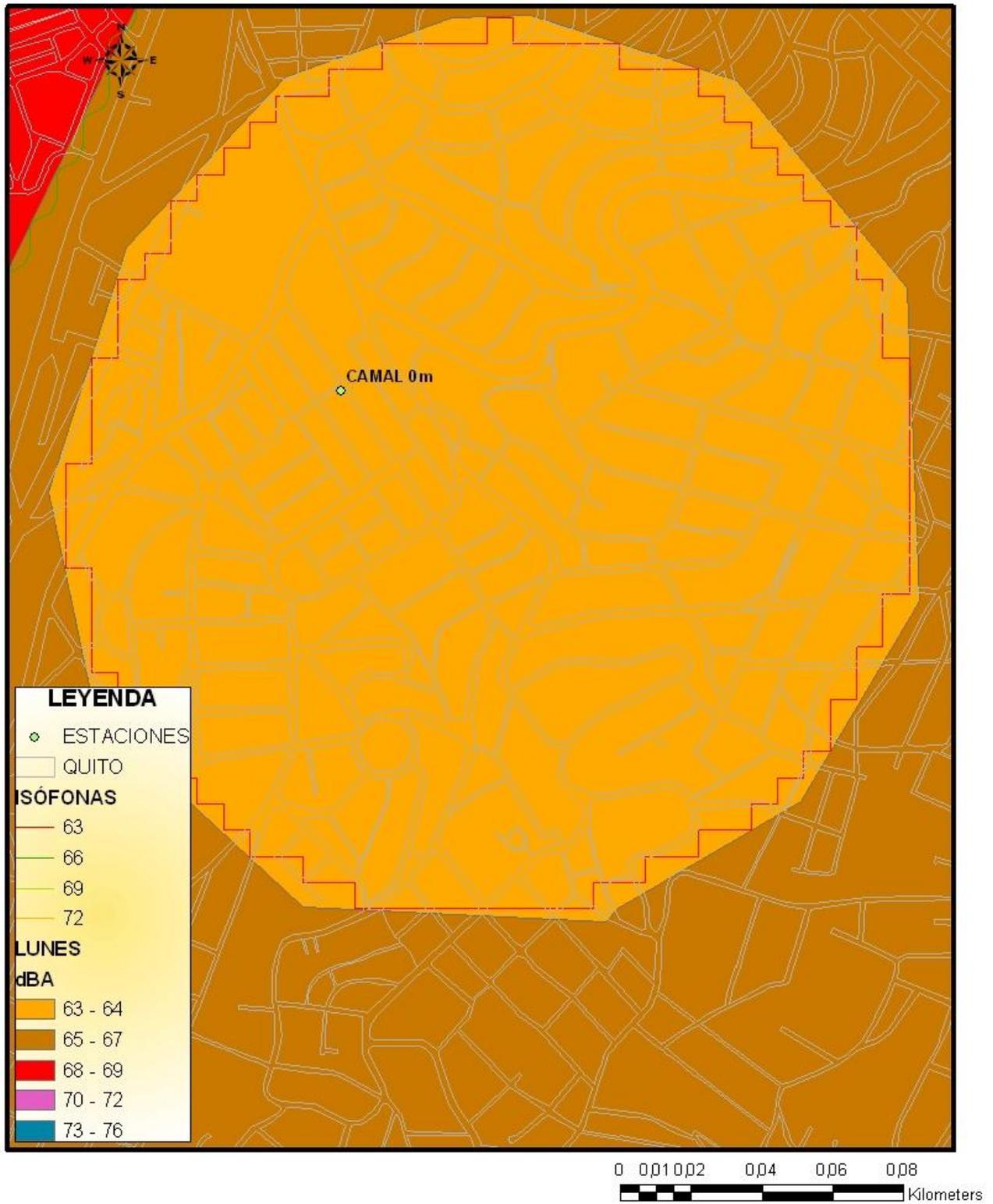
6.2.2. Mapa Diario: Lunes

MAPA QUIMESTRAL LUNES



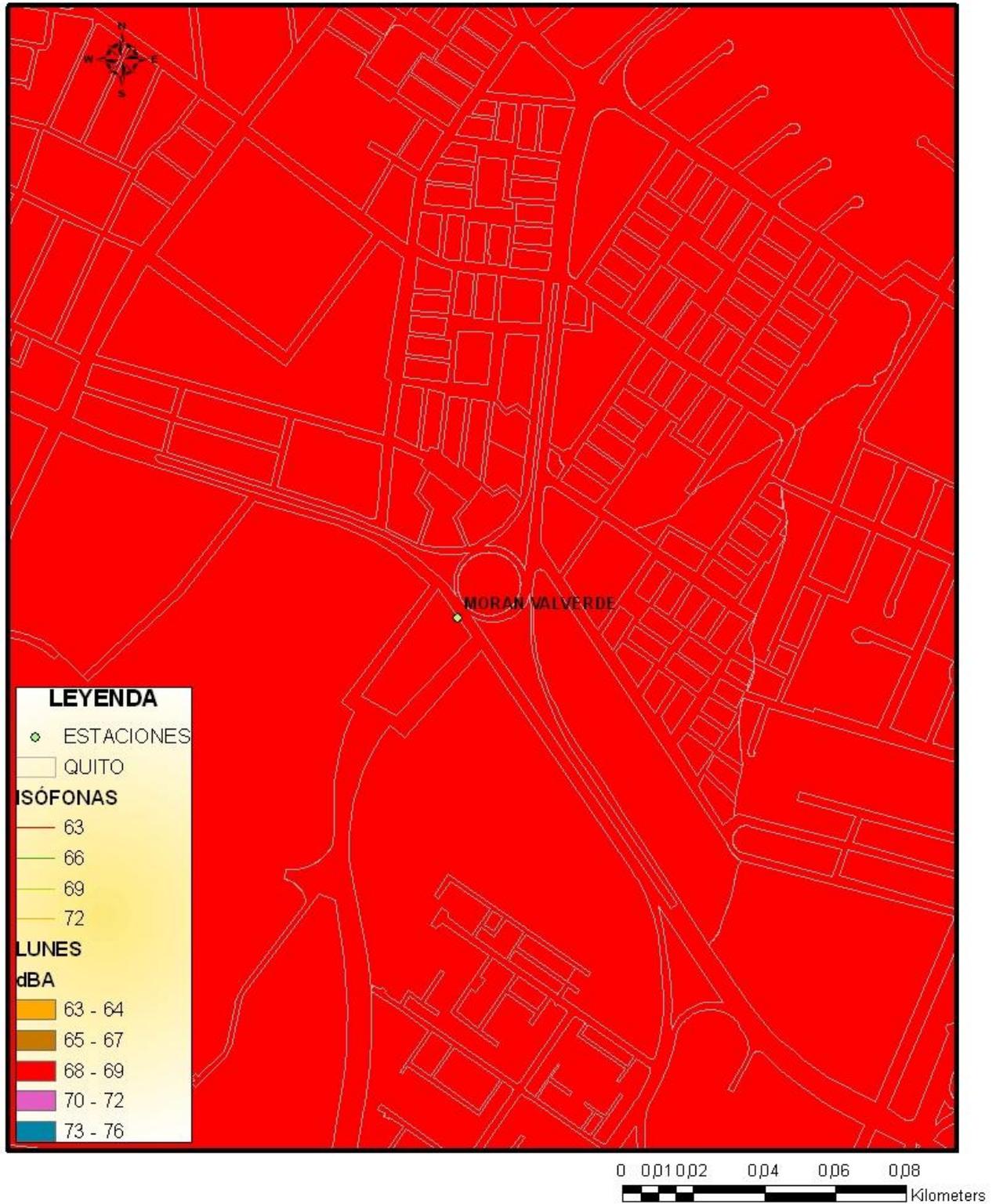
6.2.2.1. Mapa Diario: Lunes.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL LUNES



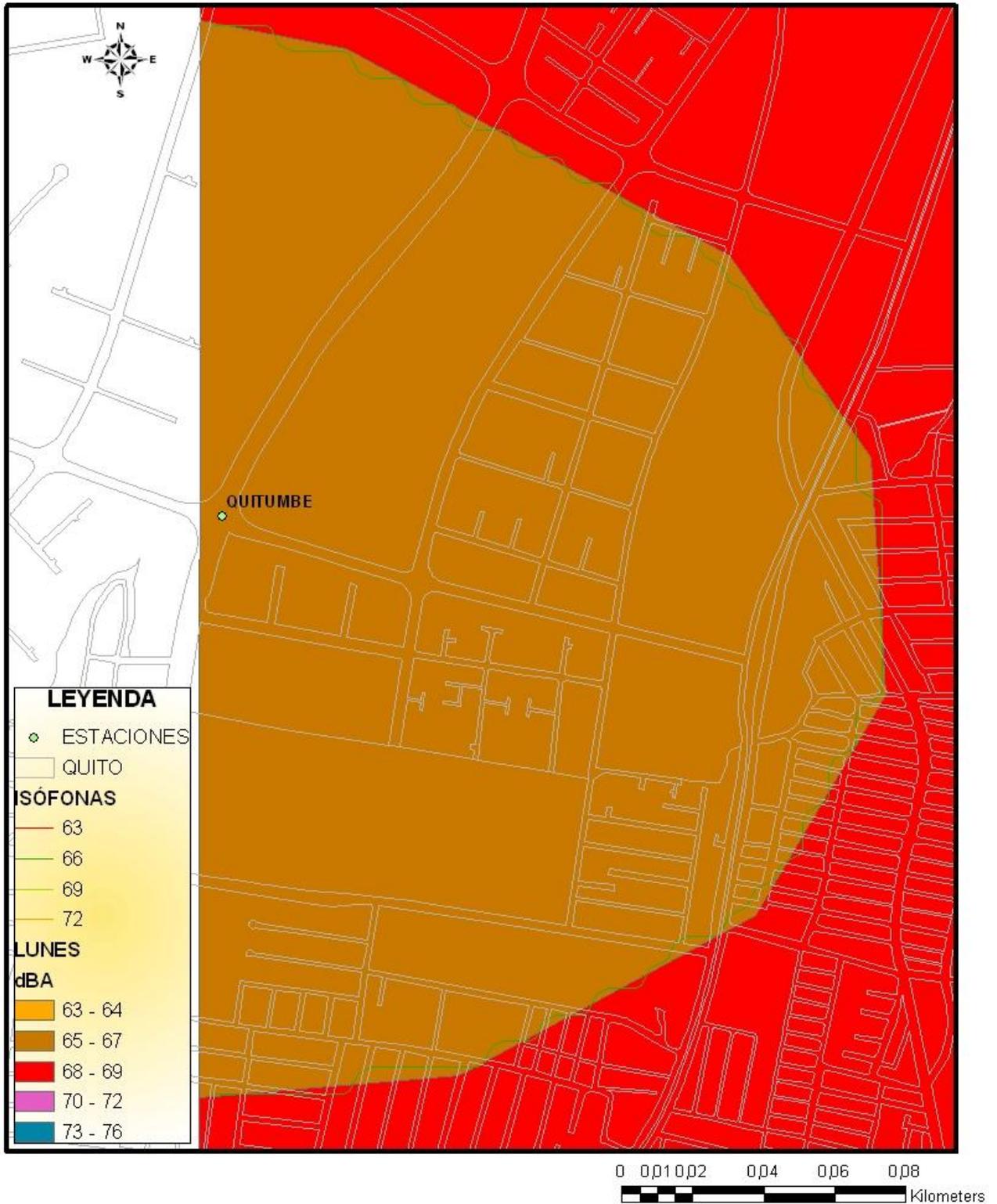
6.2.2.2. Mapa Diario: Lunes.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL LUNES



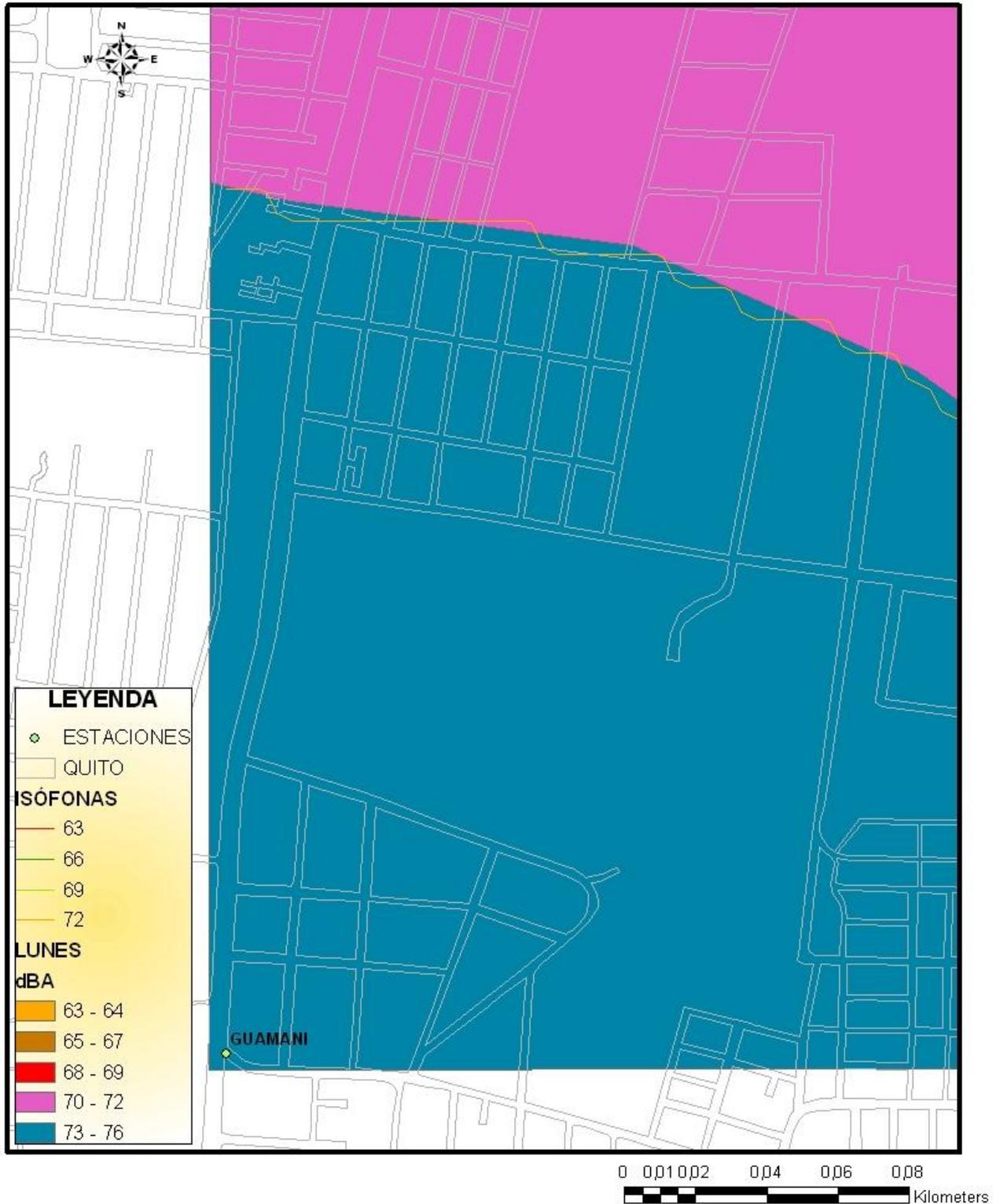
6.2.2.3. Mapa Diario: Lunes.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL LUNES



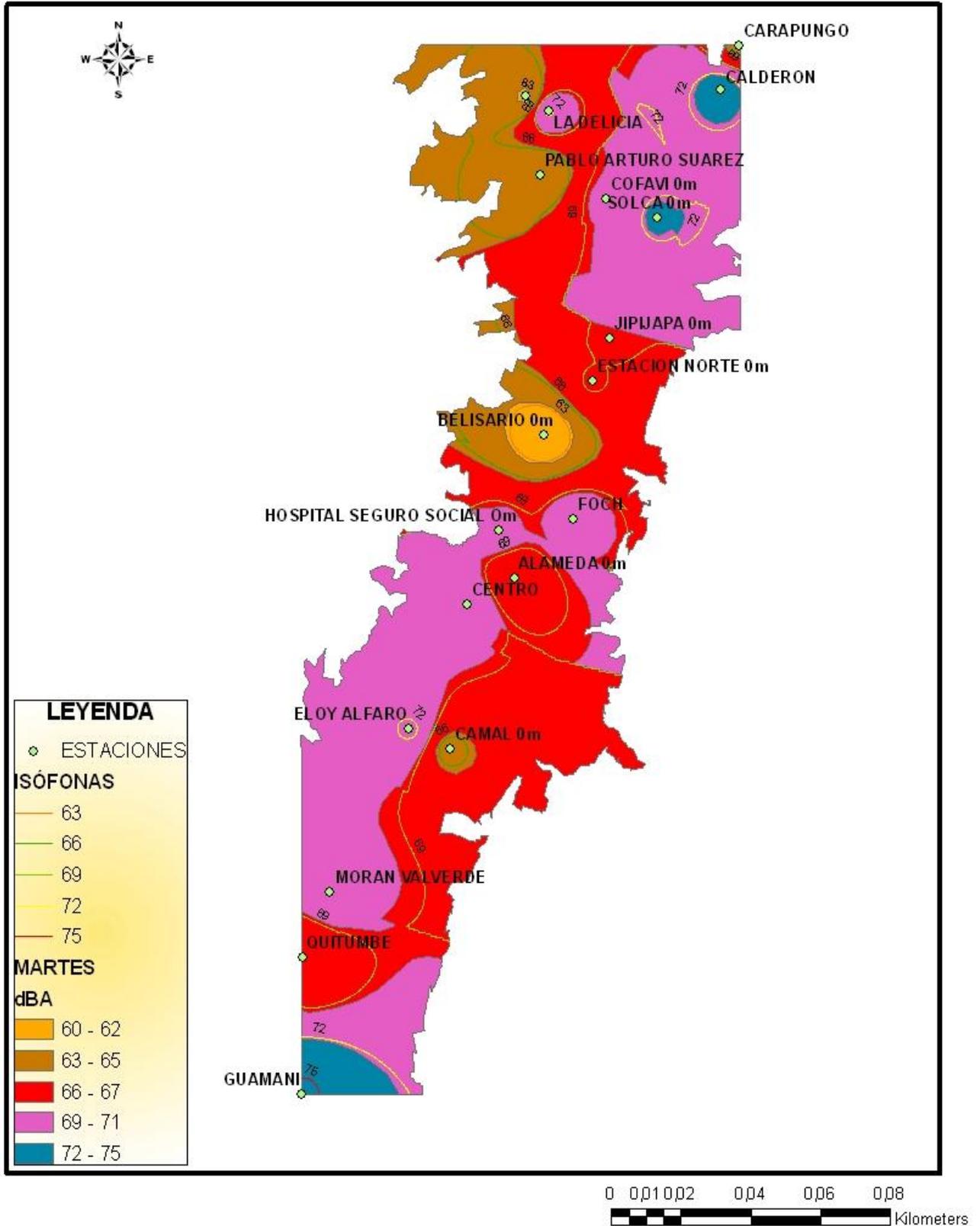
6.2.2.4. Mapa Diario: Lunes.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL LUNES



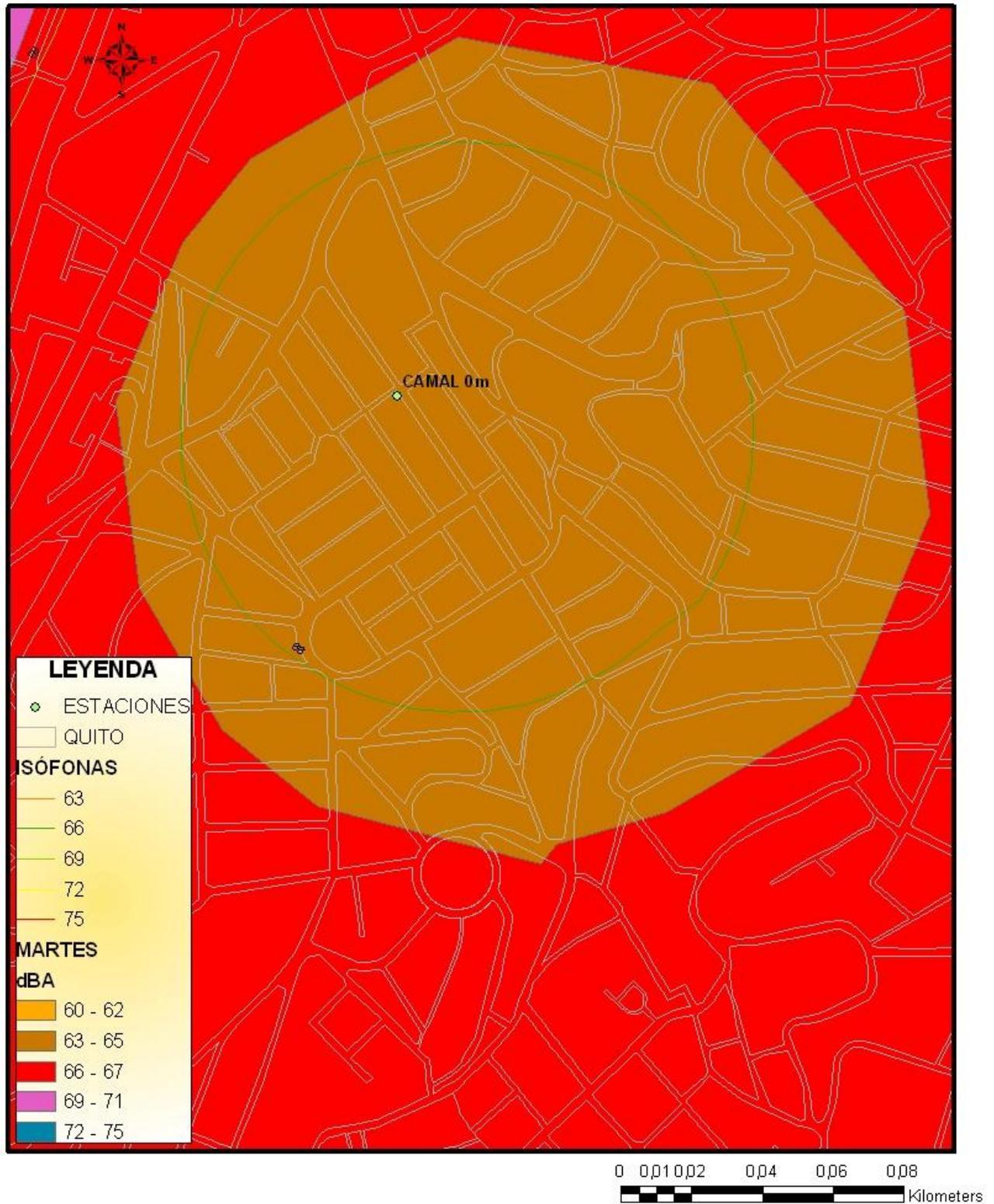
6.2.3. Mapa Diario: Martes

MAPA QUIMESTRAL MARTES



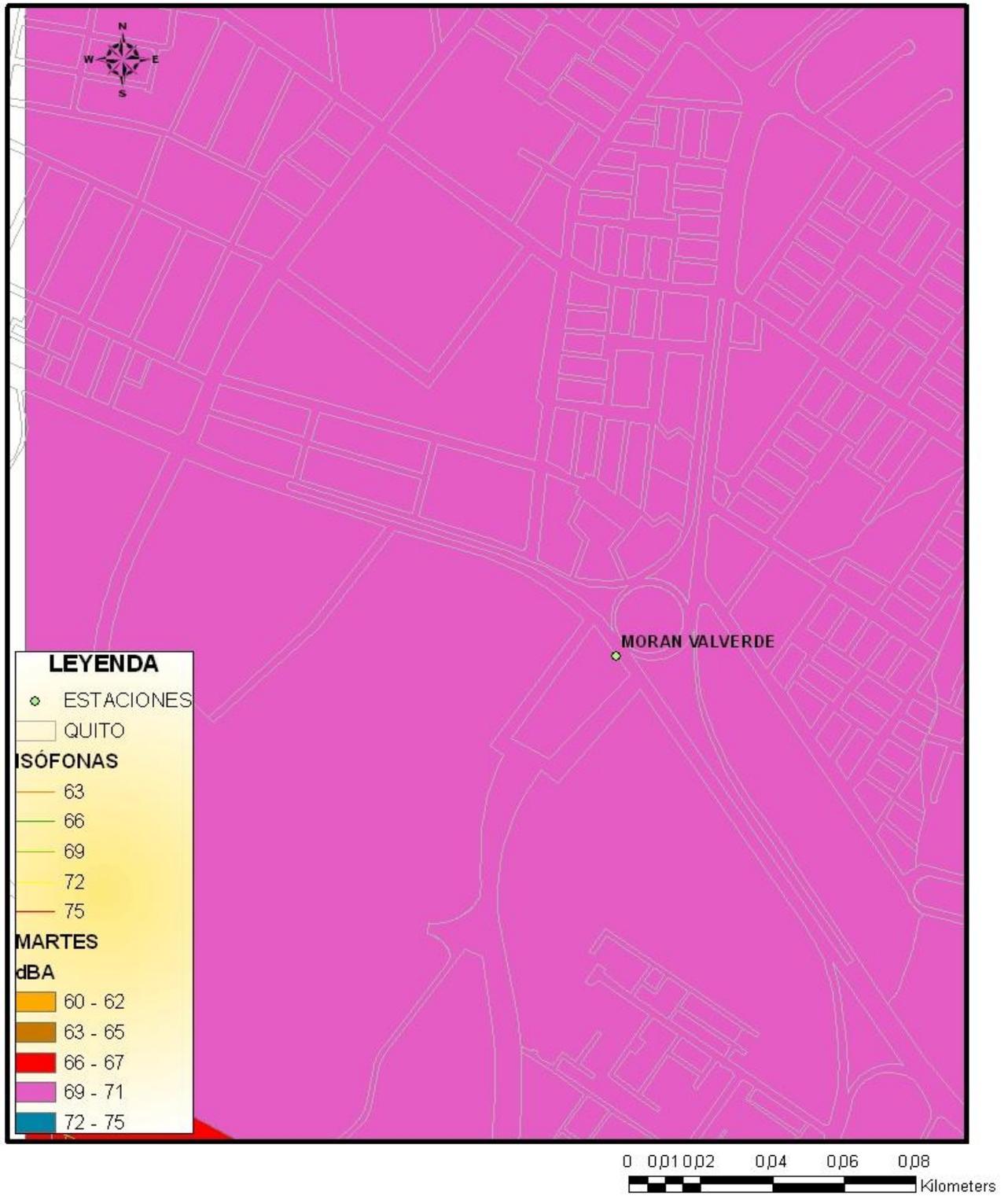
6.2.3.1. Mapa Diario: Martes.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL MARTES



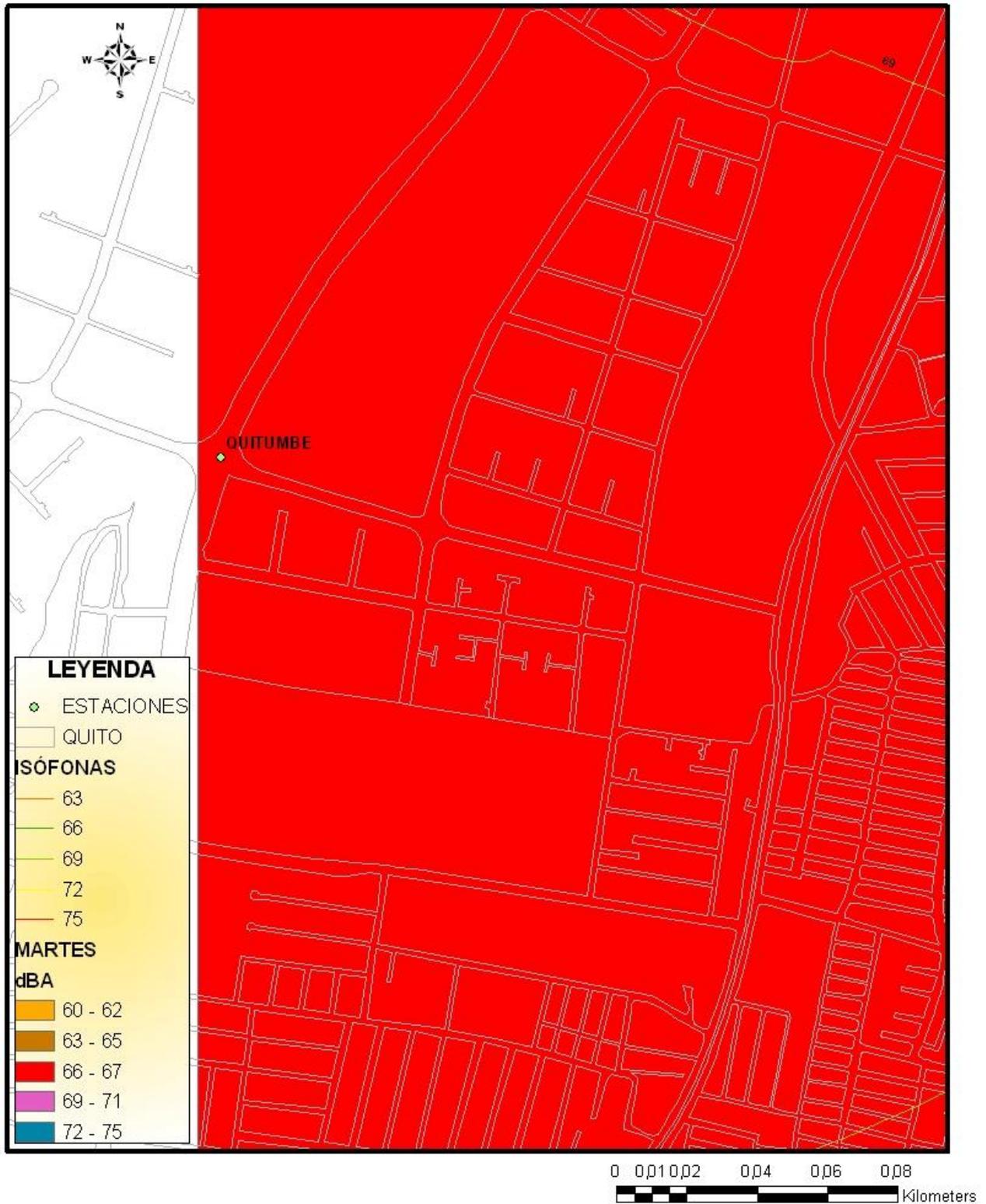
6.2.3.2. Mapa Diario: Martes.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL MARTES



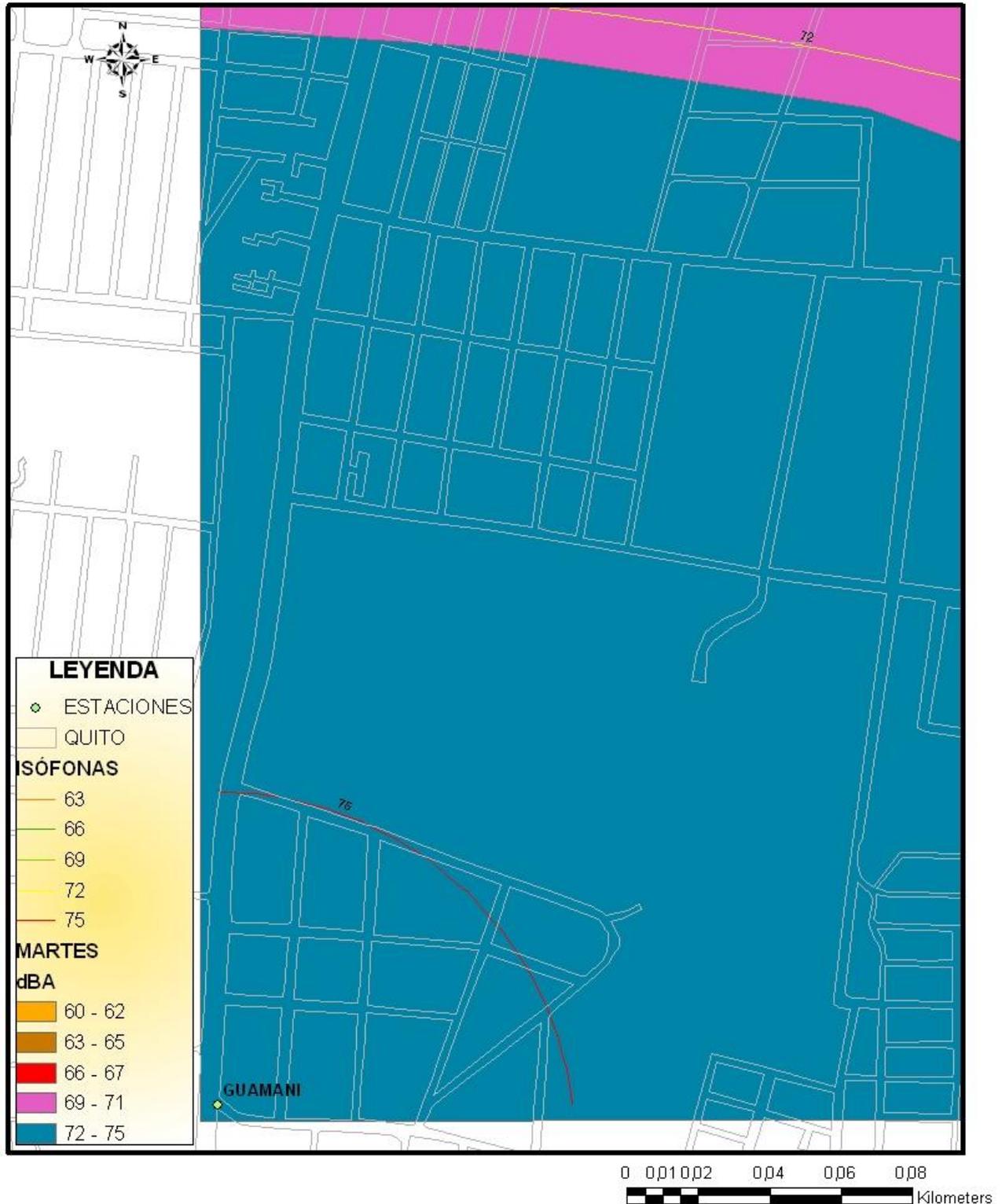
6.2.3.3. Mapa Diario: Martes.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL MARTES



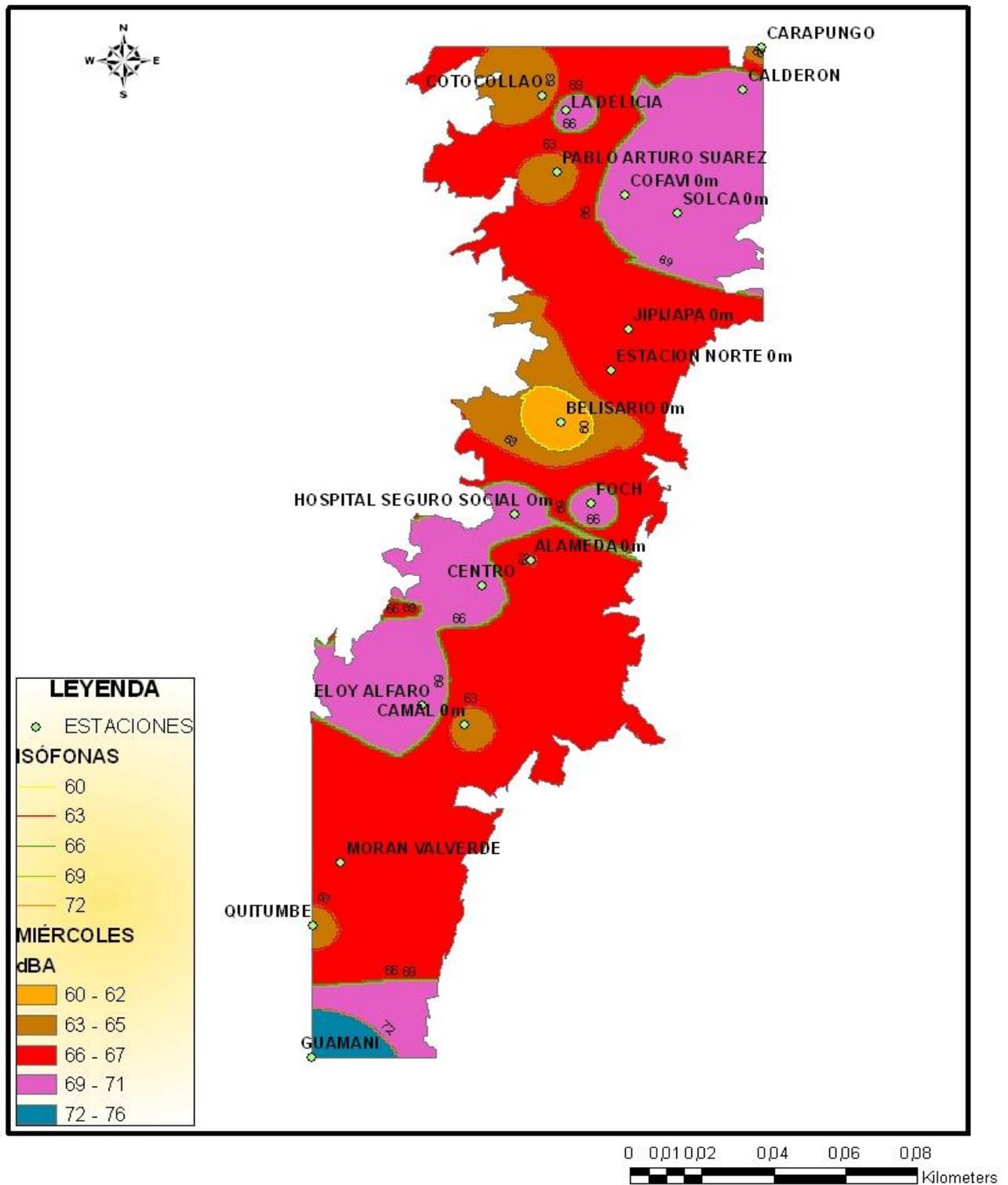
6.2.3.4. Mapa Diario: Martes.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL MARTES



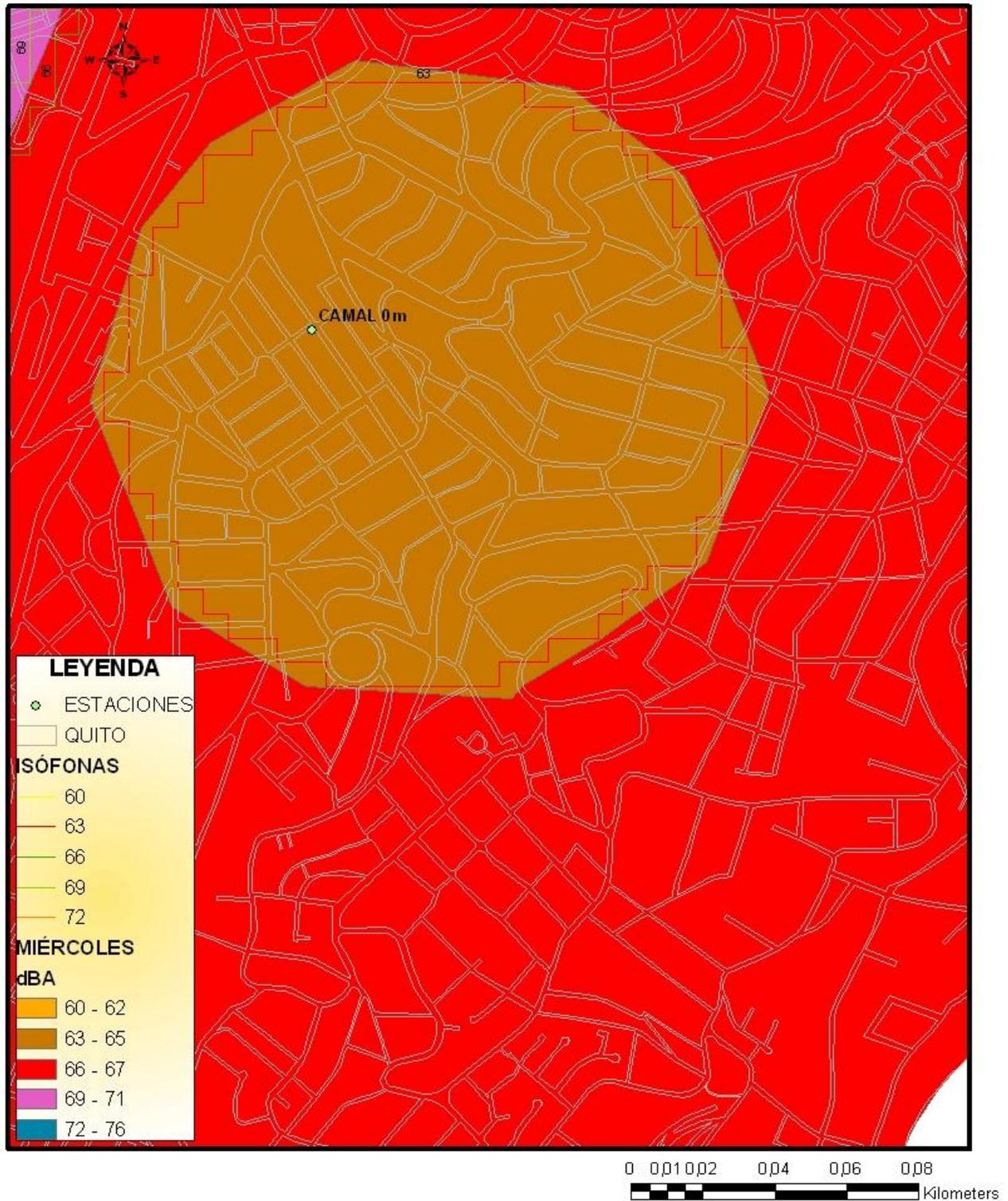
6.2.4. Mapa Diario: Miércoles

MAPA QUIMESTRAL MIÉRCOLES



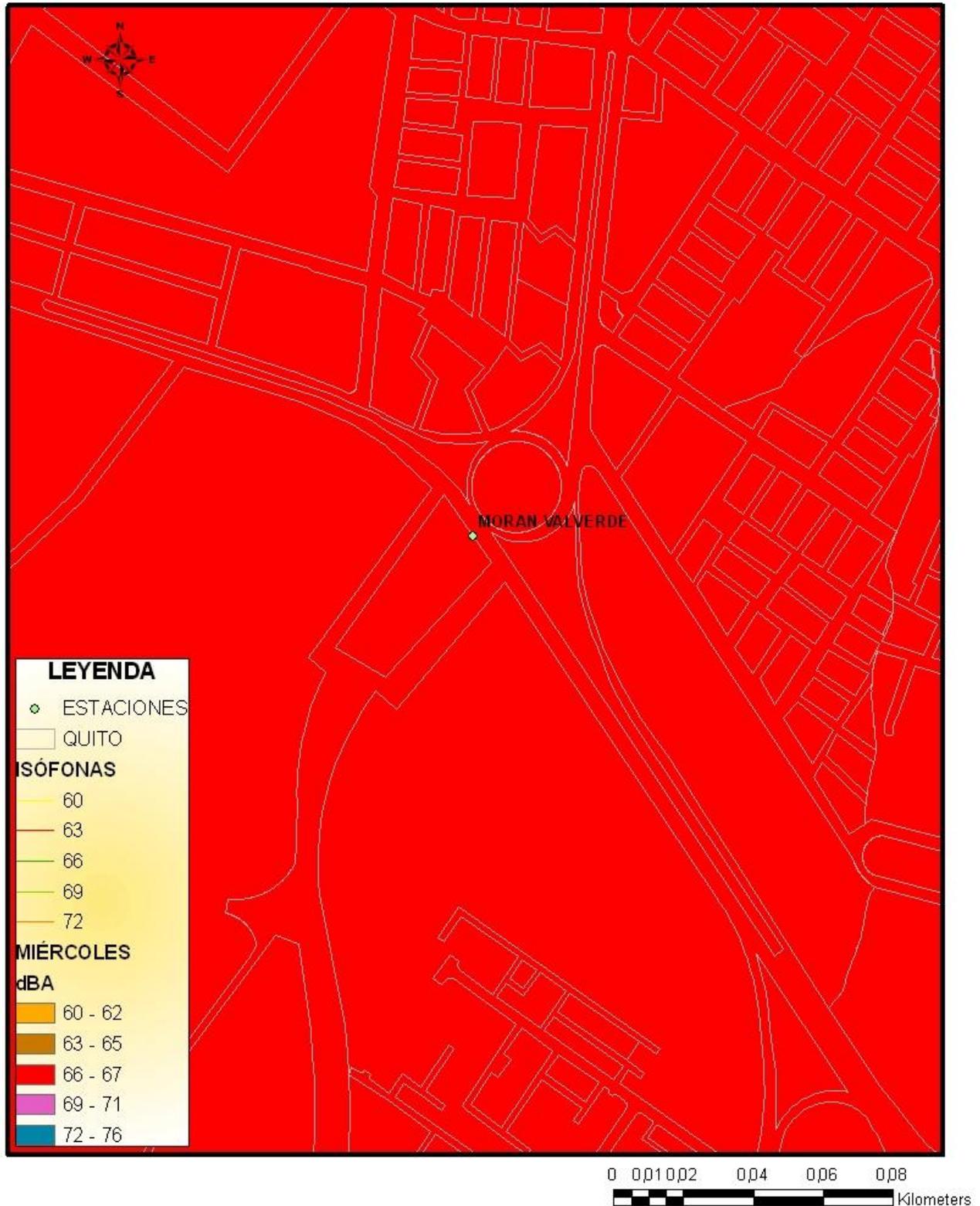
6.2.4.1. Mapa Diario: Miércoles.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL MIÉRCOLES



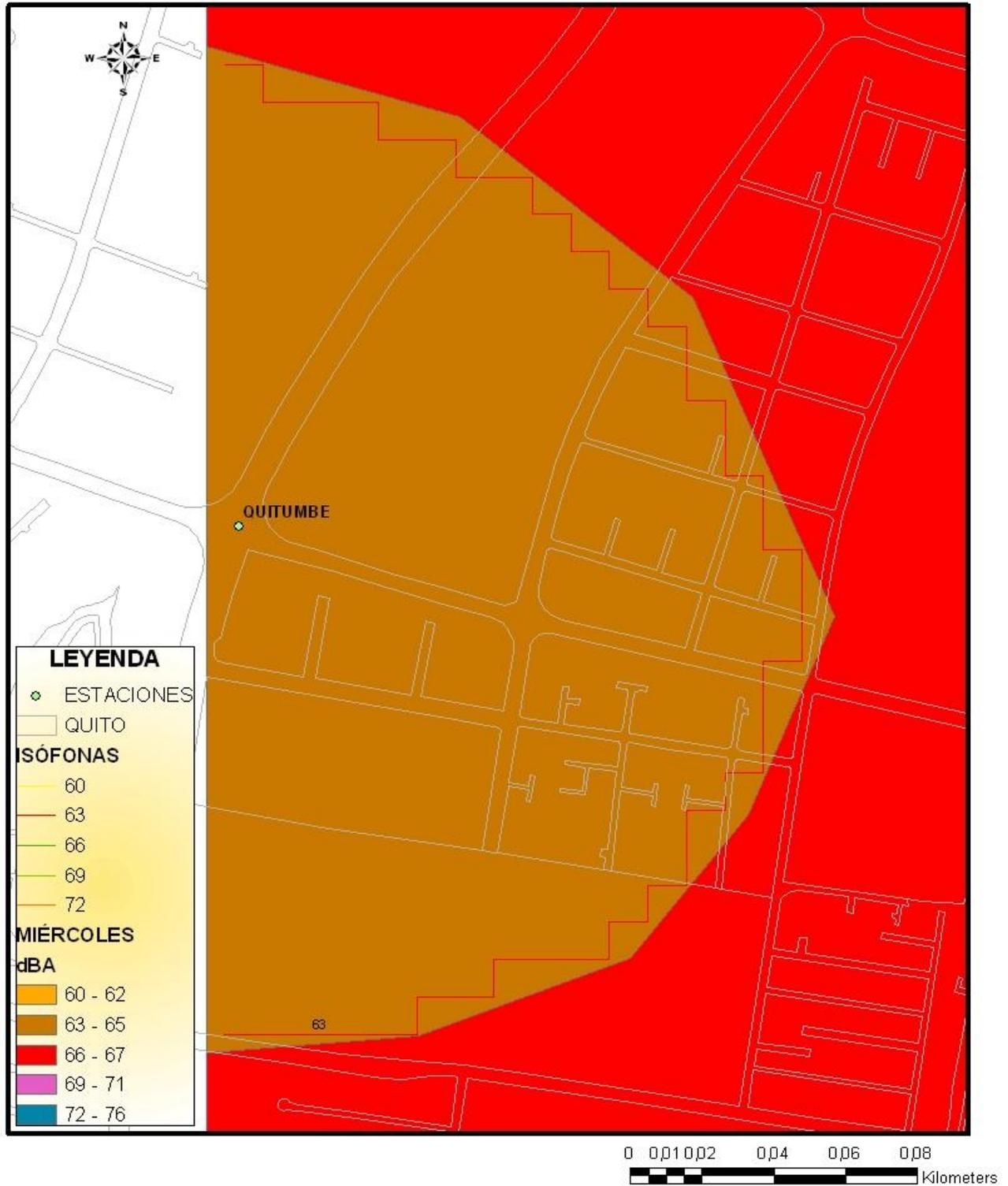
6.2.4.2. Mapa Diario: Miércoles.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL MIÉRCOLES



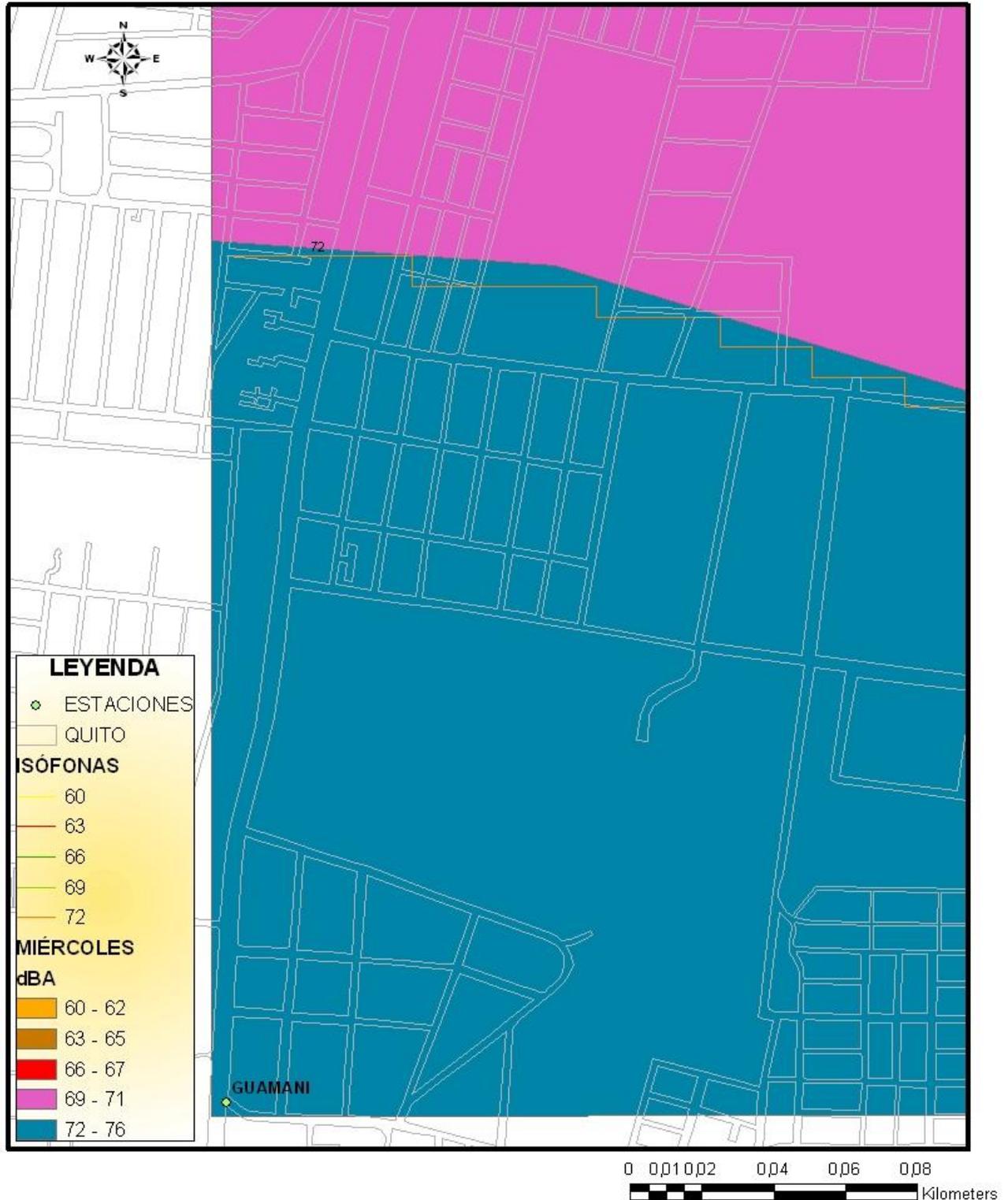
6.2.4.3. Mapa Diario: Miércoles.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL MIÉRCOLES



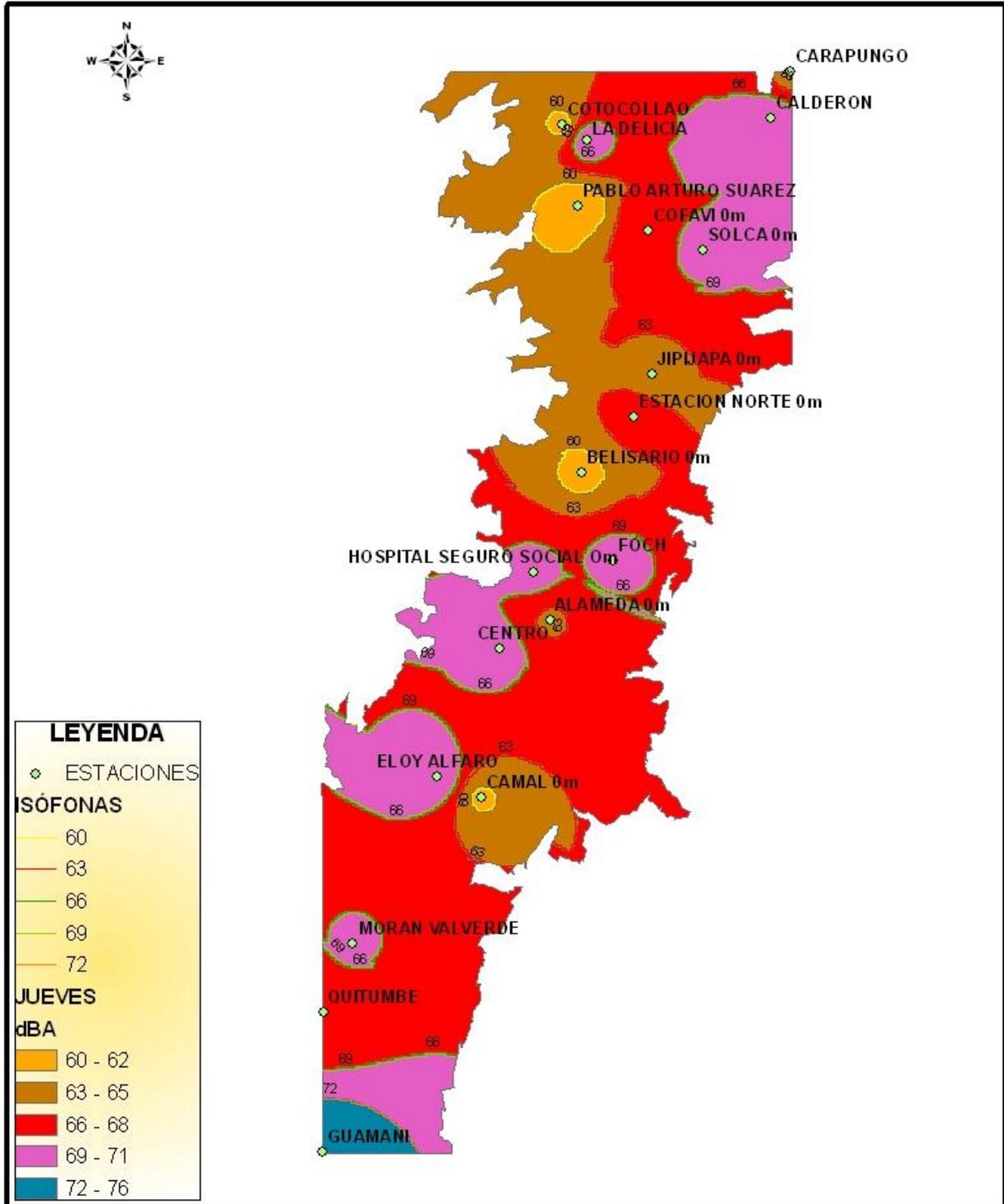
6.2.4.4. Mapa Diario: Miércoles.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL MIÉRCOLES



6.2.5. Mapa Diario: Jueves

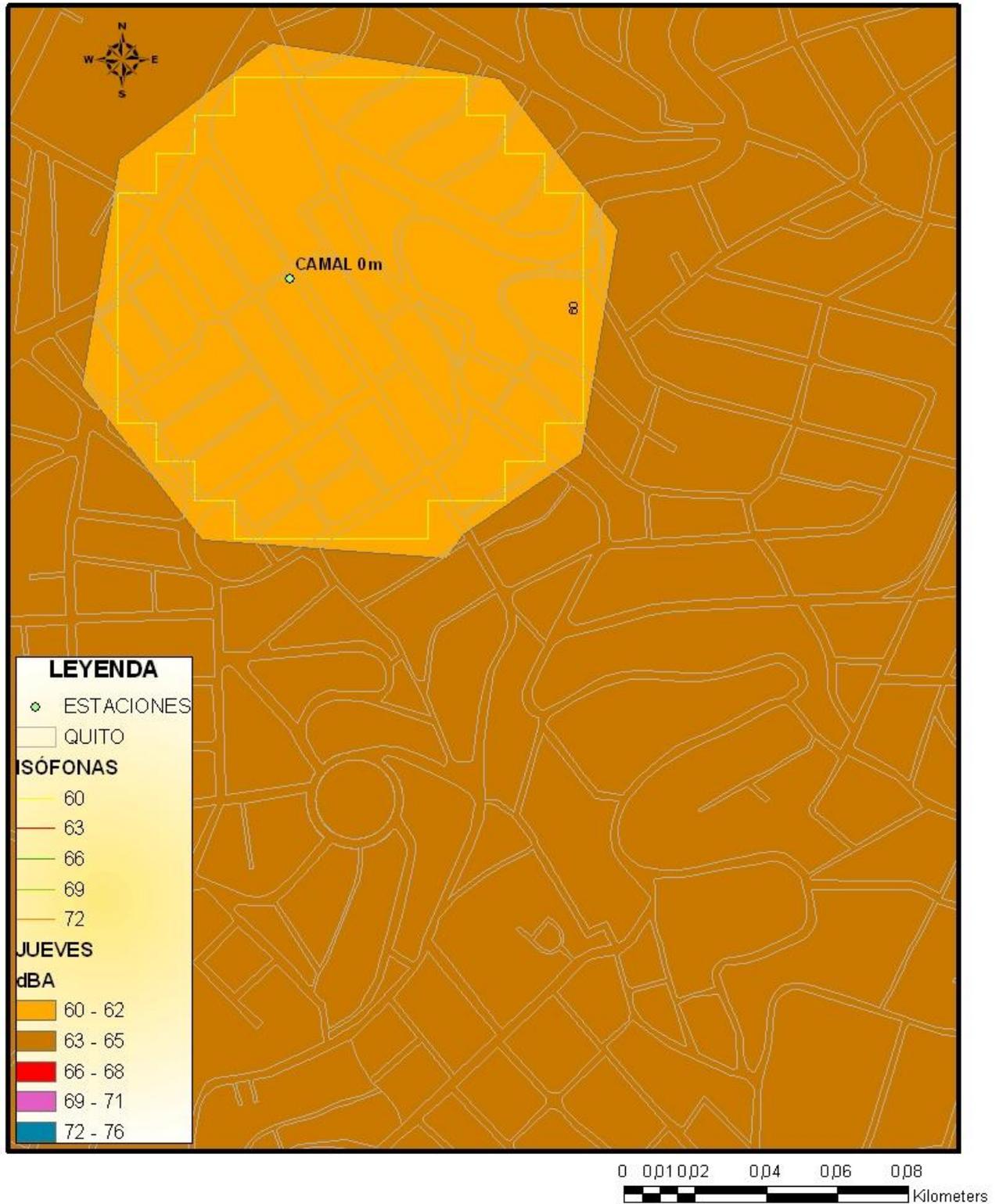
MAPA QUIMESTRAL JUEVES



0 0,01 0,02 0,04 0,06 0,08
Kilometers

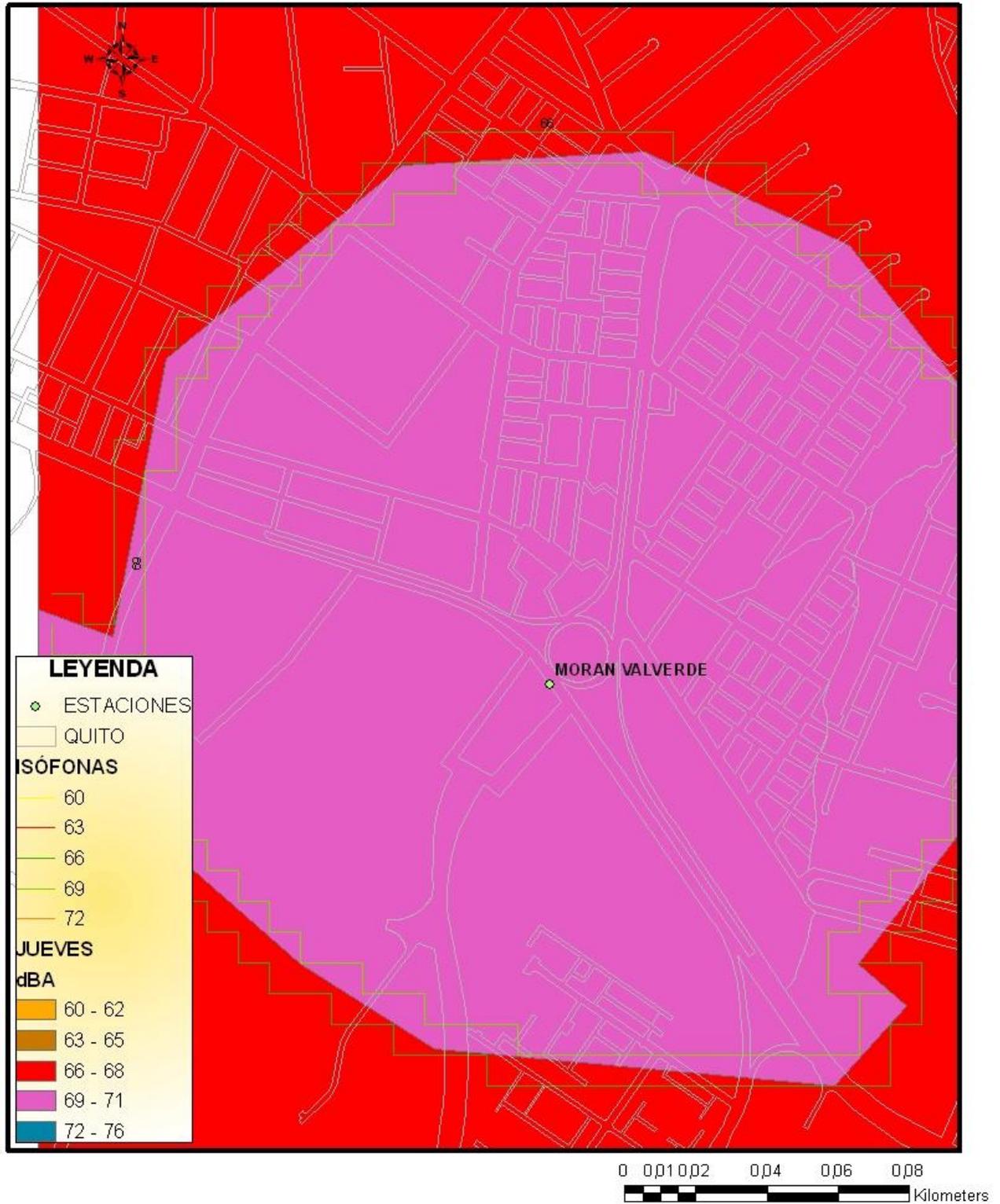
6.2.5.1. Mapa Diario: Jueves.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL JUEVES



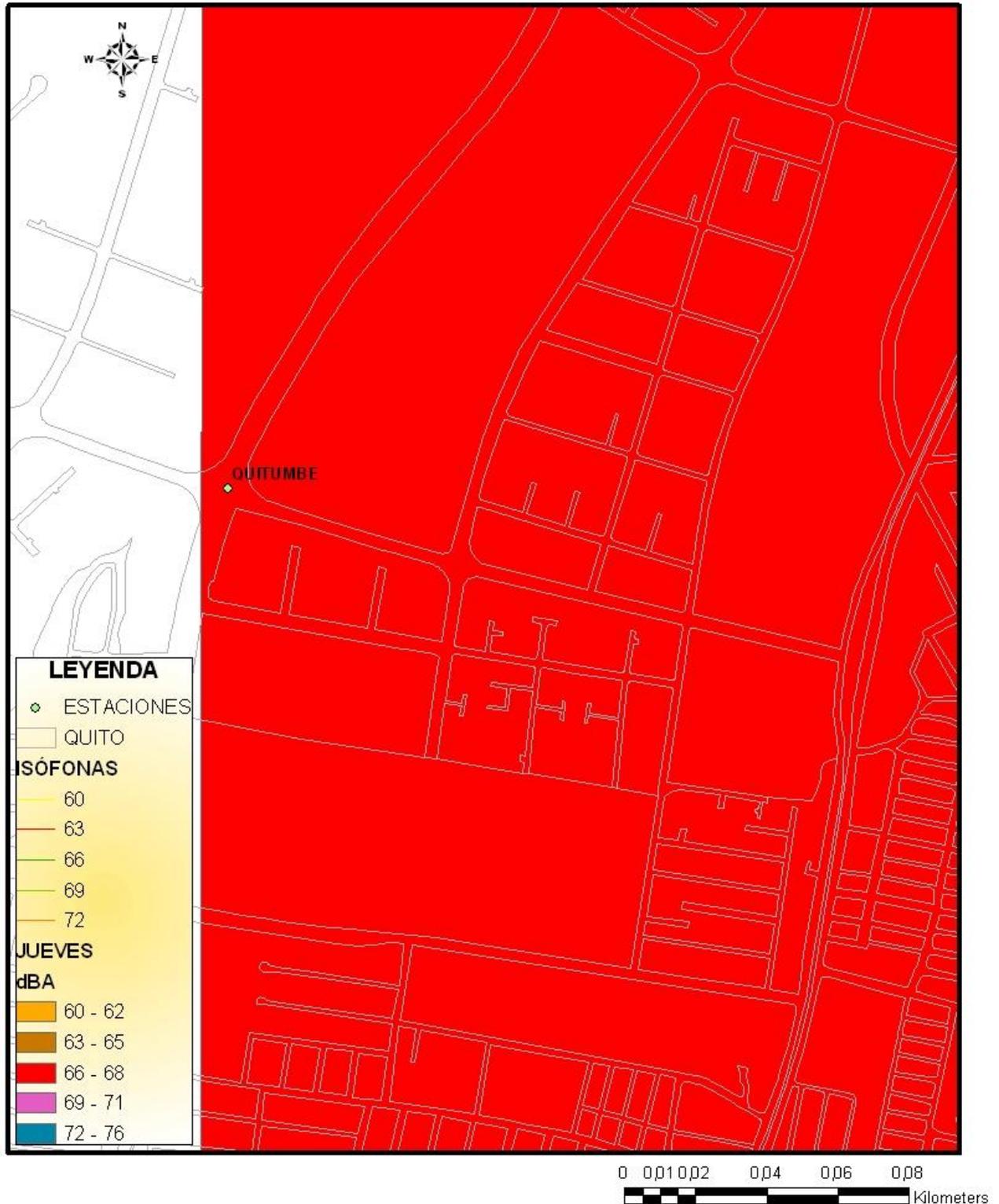
6.2.5.2. Mapa Diario: Jueves.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL JUEVES



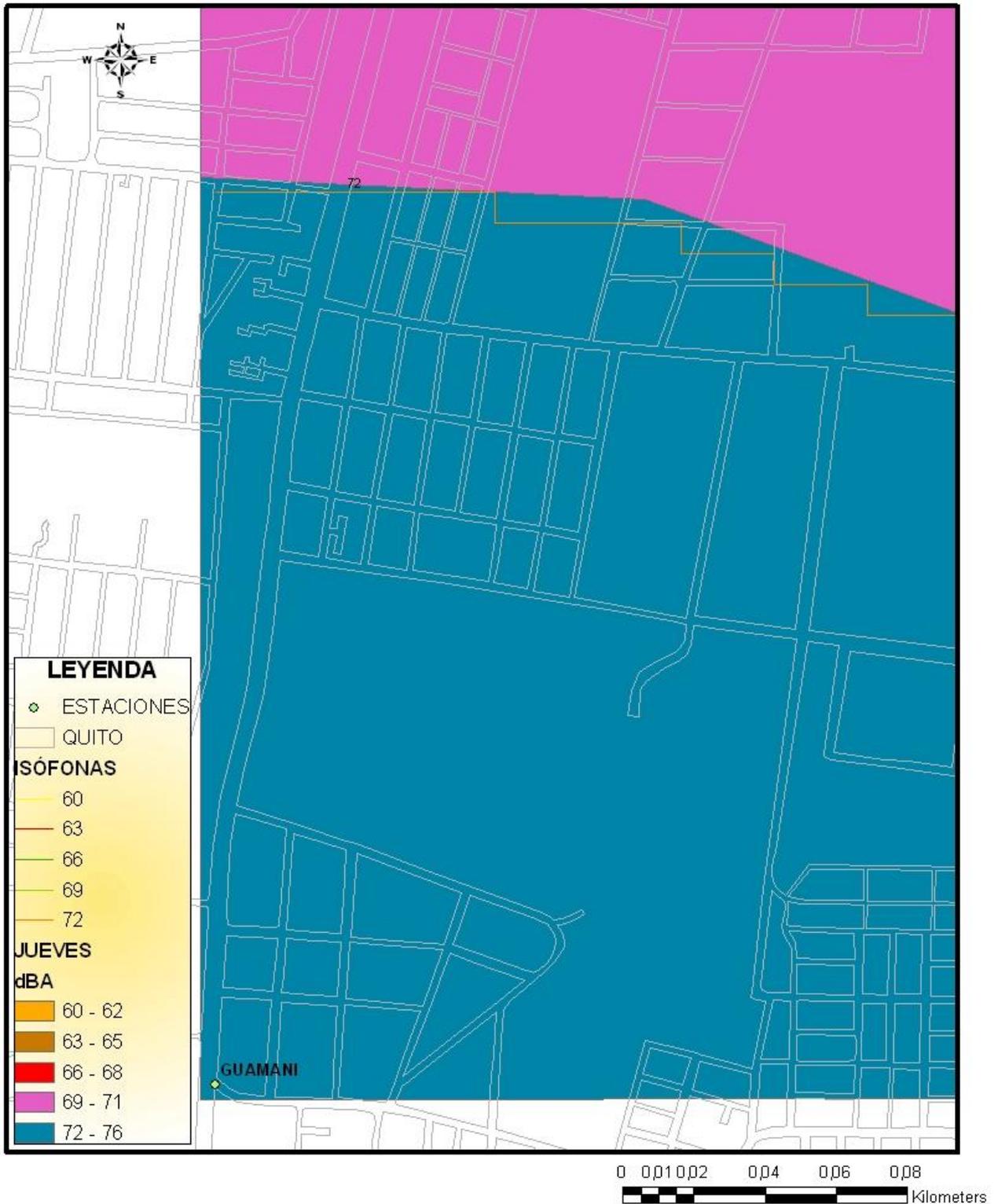
6.2.5.3. Mapa Diario: Jueves.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL JUEVES



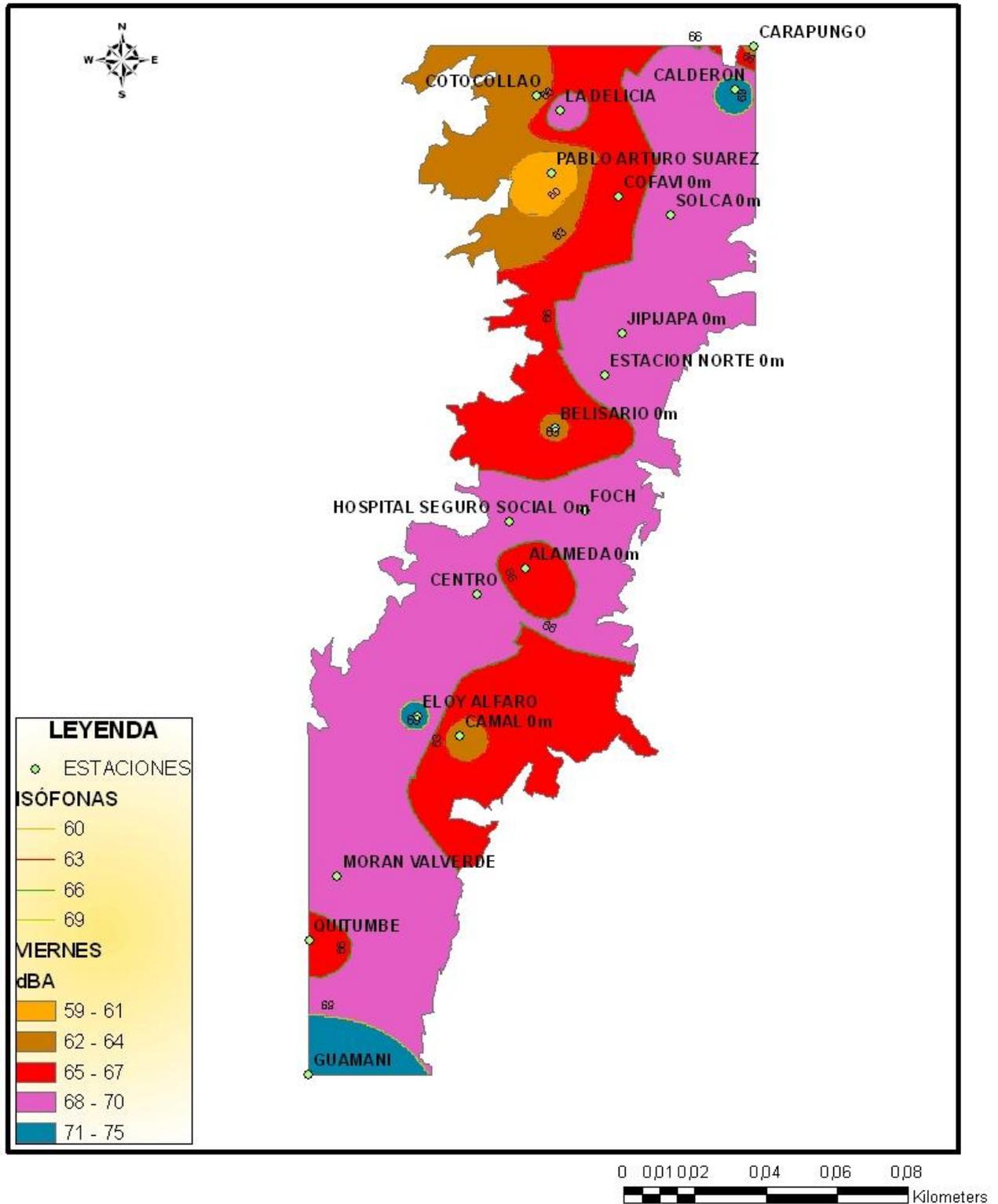
6.2.5.4. Mapa Diario: Jueves.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL JUEVES



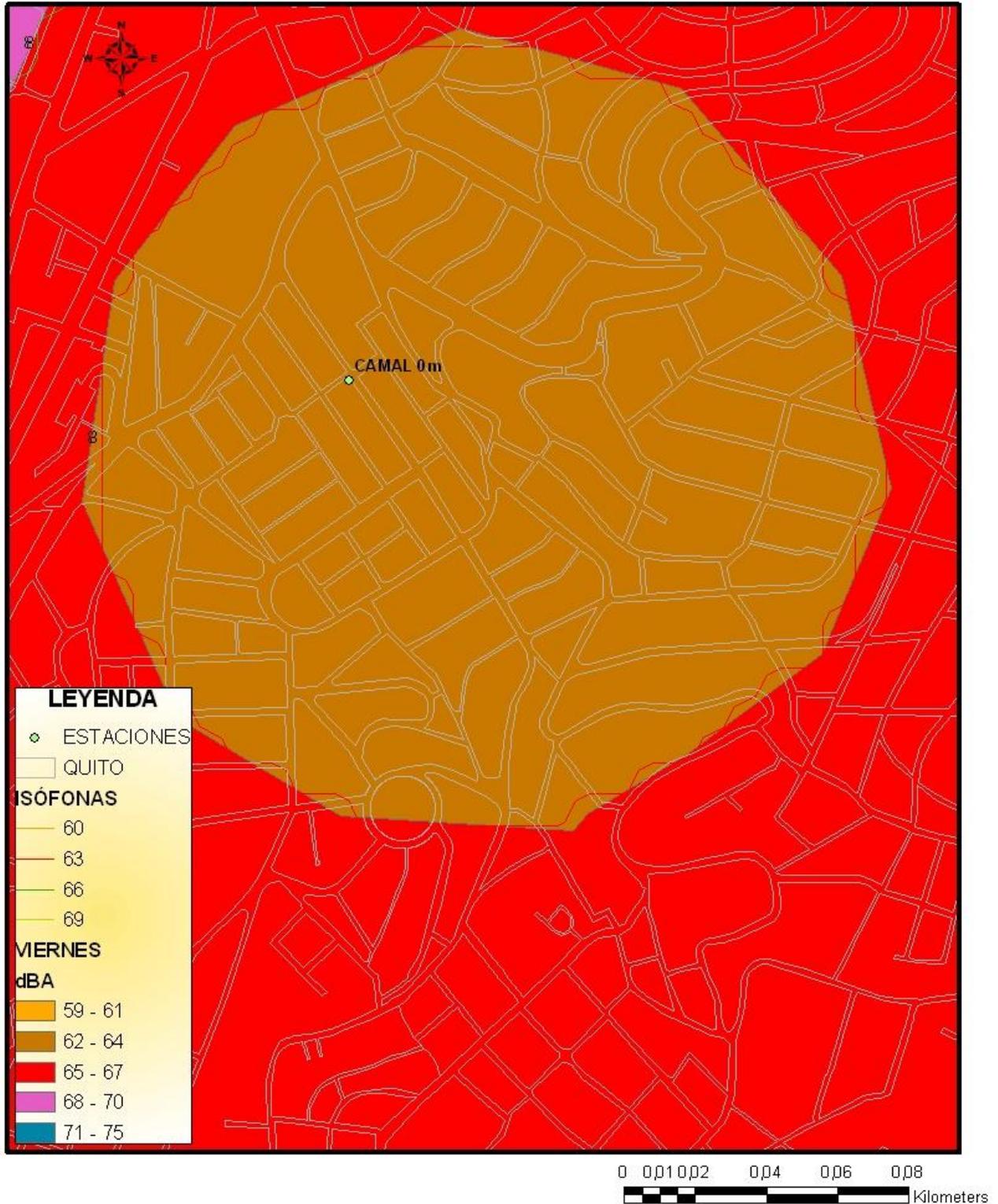
6.2.6. Mapa Diario: Viernes

MAPA QUIMESTRAL VIERNES



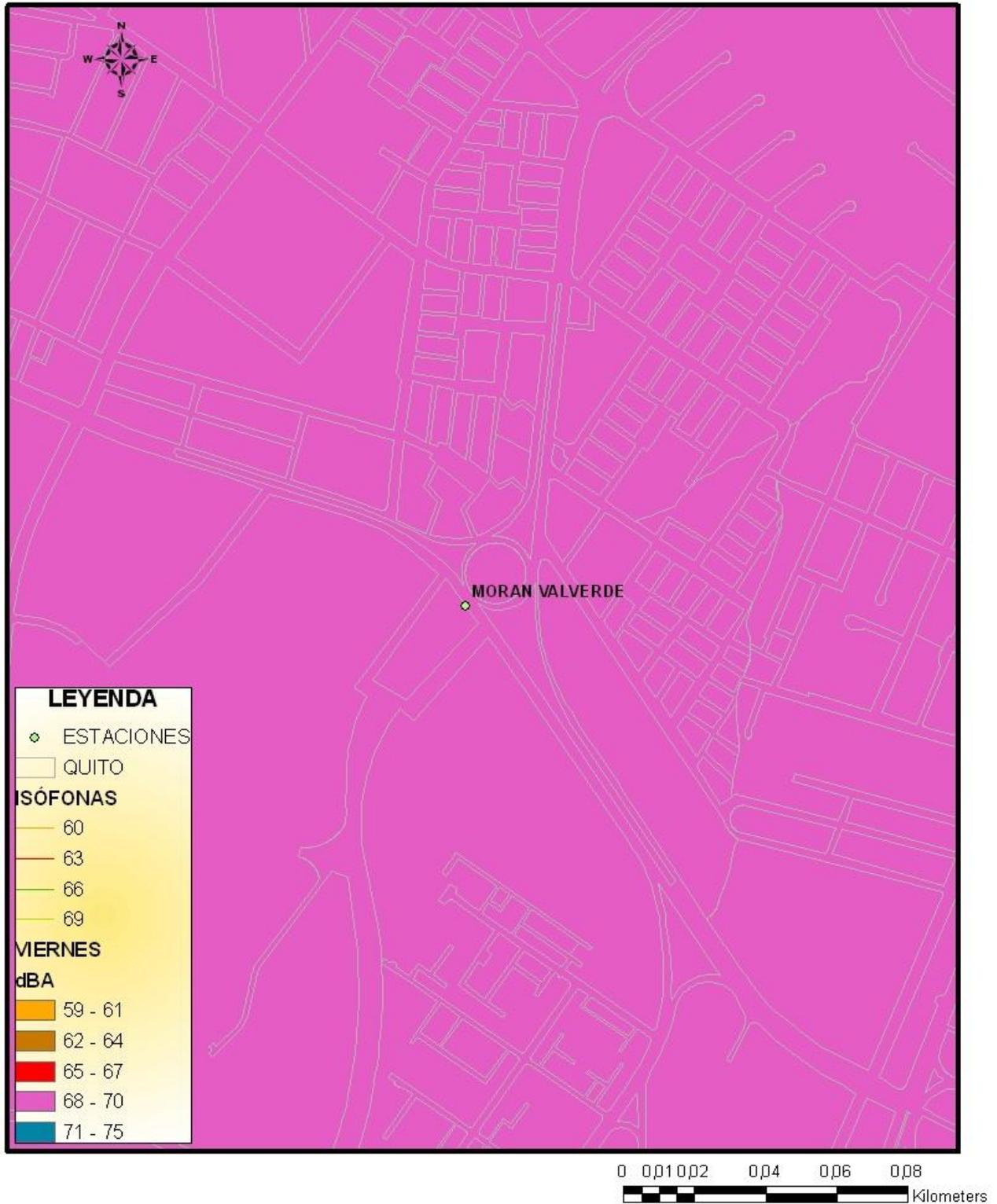
6.2.6.1. Mapa Diario: Viernes.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL VIERNES



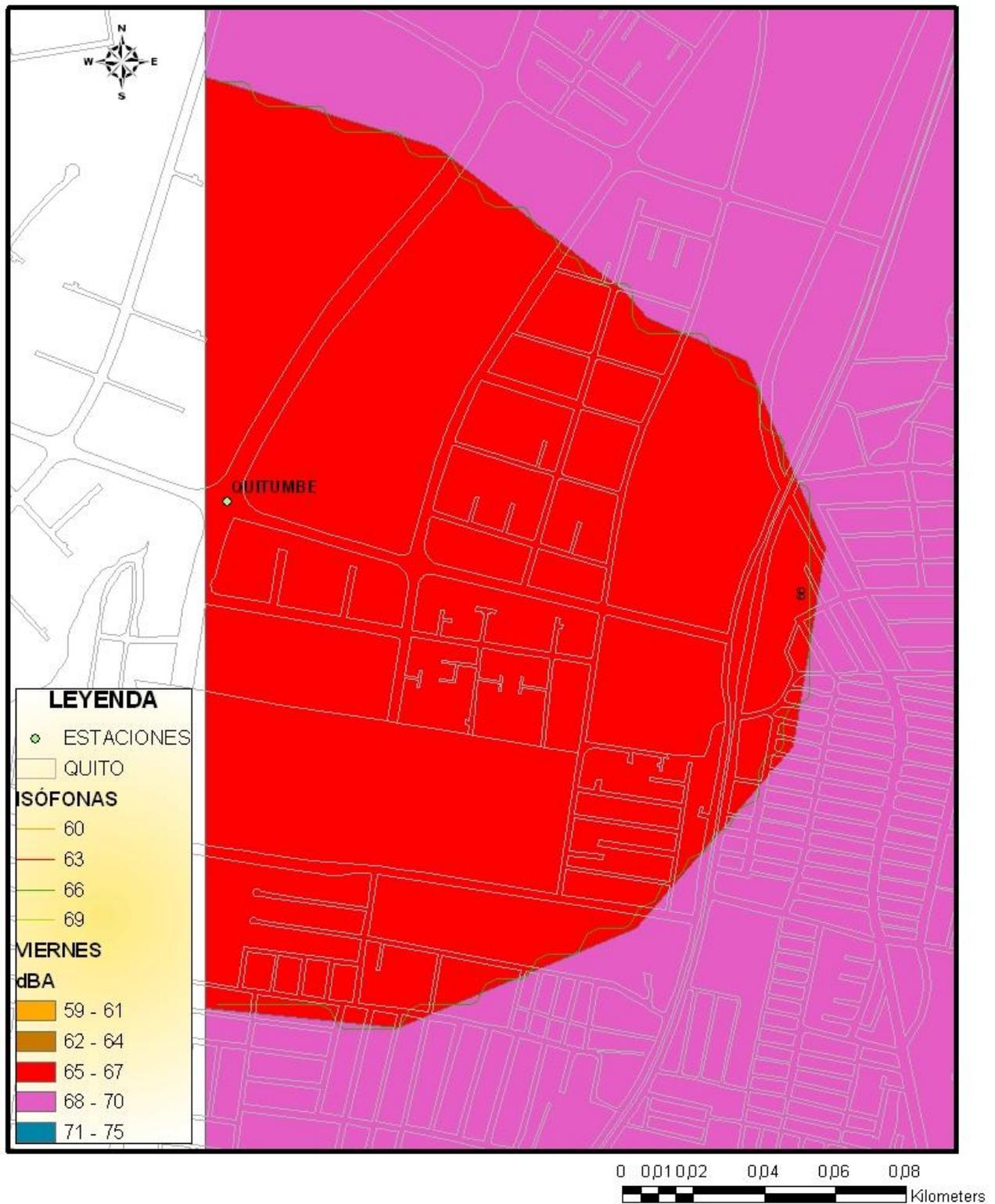
6.2.6.2. Mapa Diario: Viernes.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL VIERNES



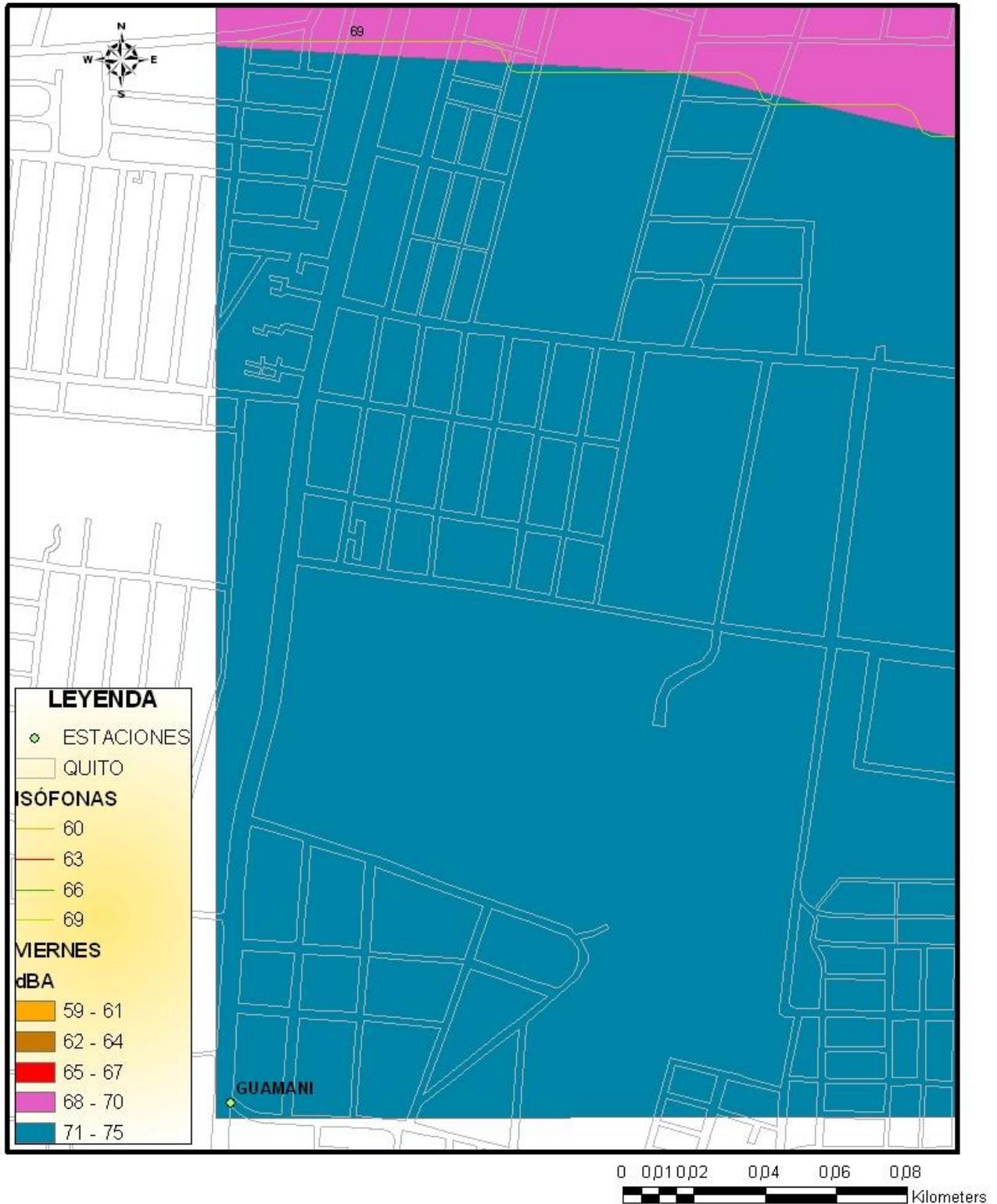
6.2.6.3. Mapa Diario: Viernes.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL VIERNES



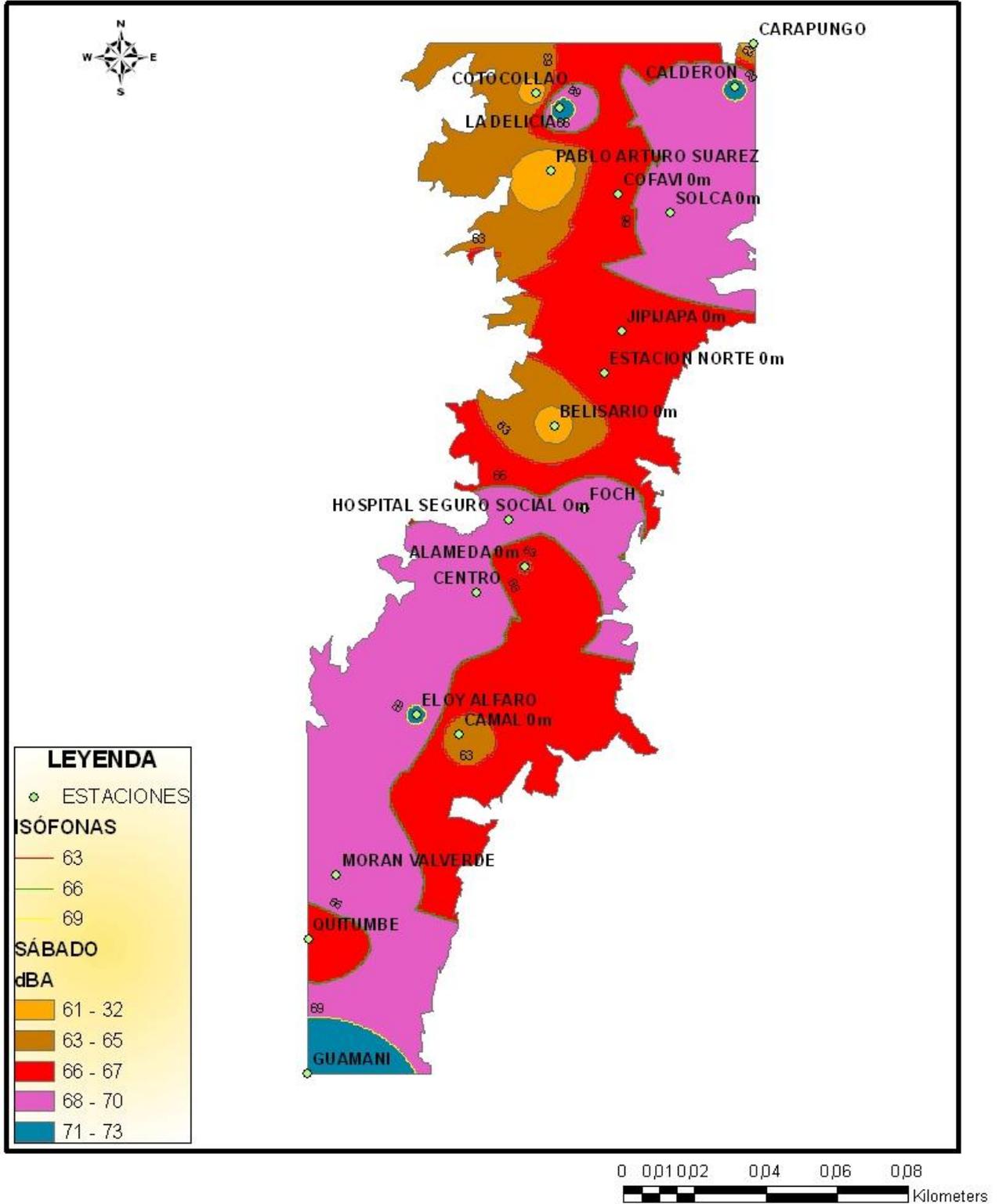
6.2.6.4. Mapa Diario: Viernes.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL VIERNES



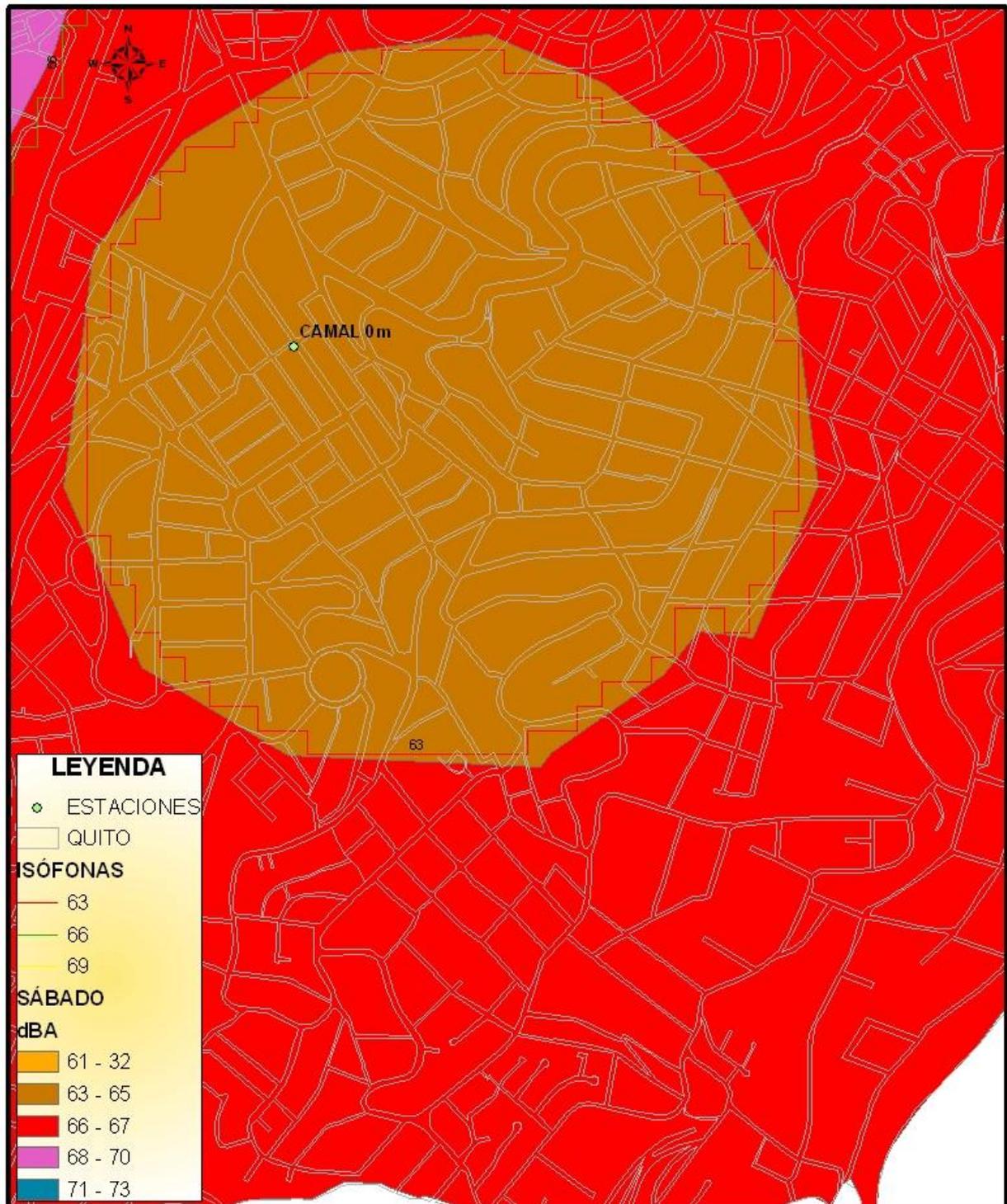
6.2.7. Mapa Diario: Sábado

MAPA QUIMESTRAL SÁBADO



6.2.7.1. Mapa Diario: Sábado.- El Camal

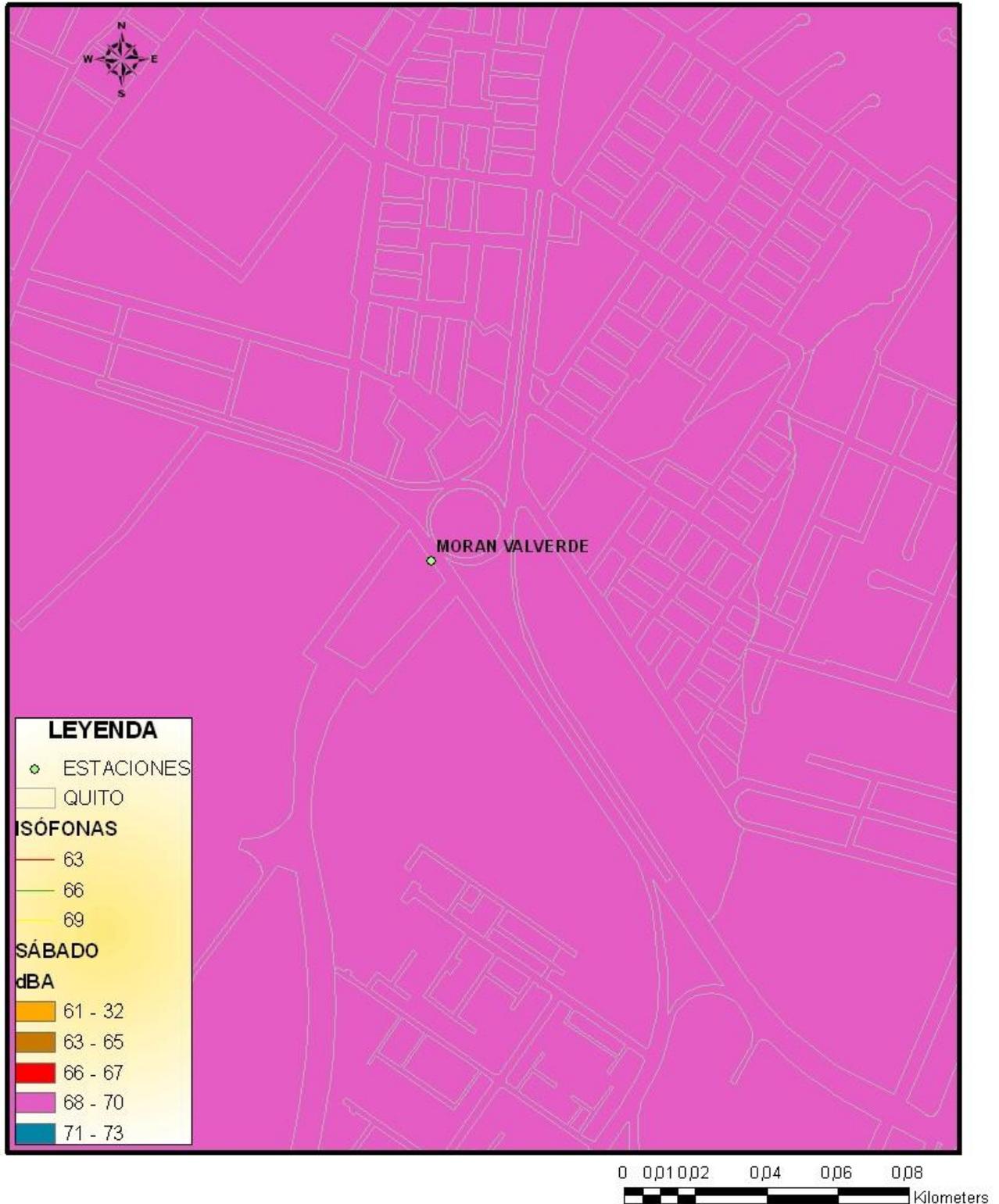
MAPA QUIMESTRAL SÁBADO



0 0,01 0,02 0,04 0,06 0,08
Kilometers

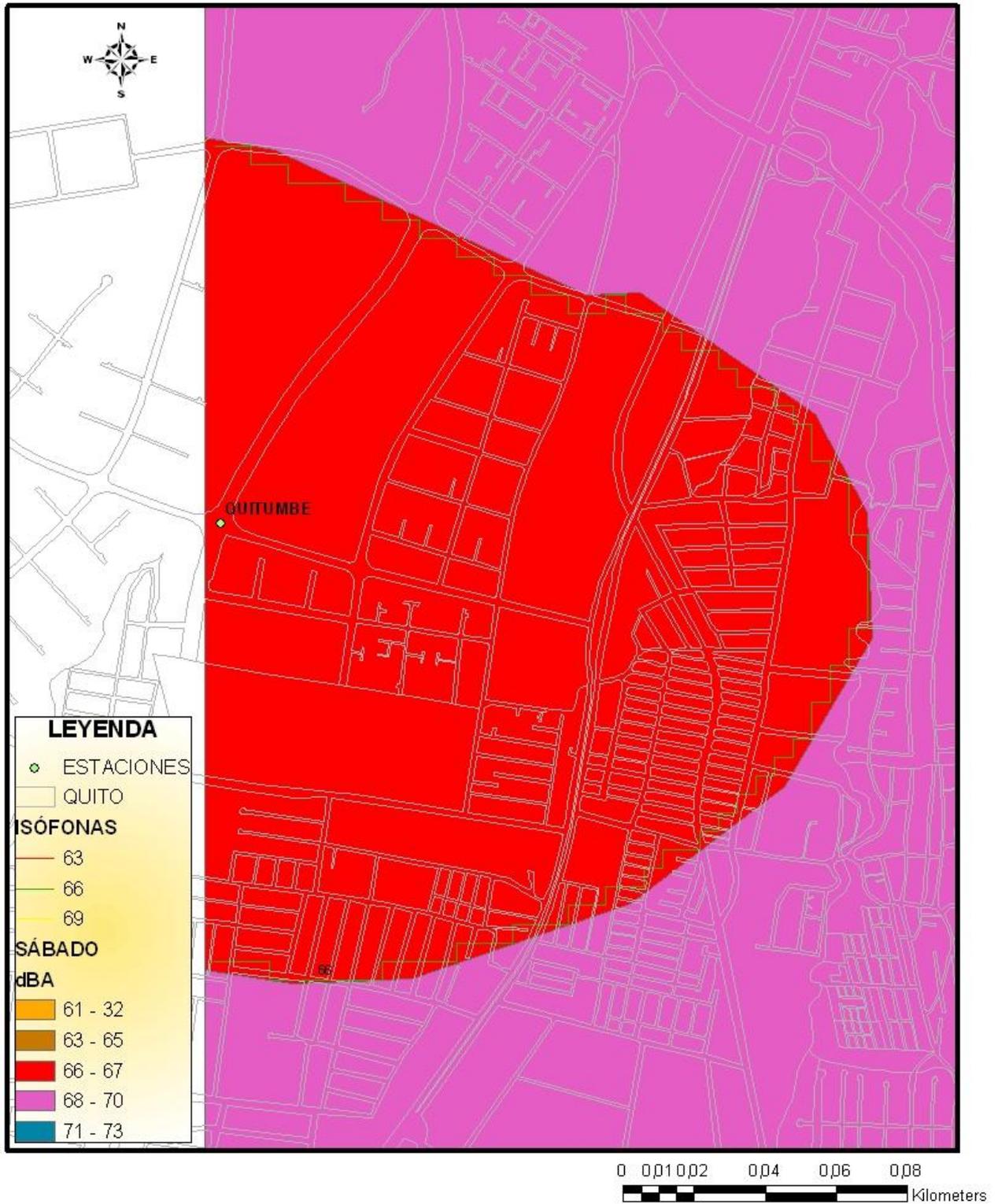
6.2.7.2. Mapa Diario: Sábado.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL SÁBADO



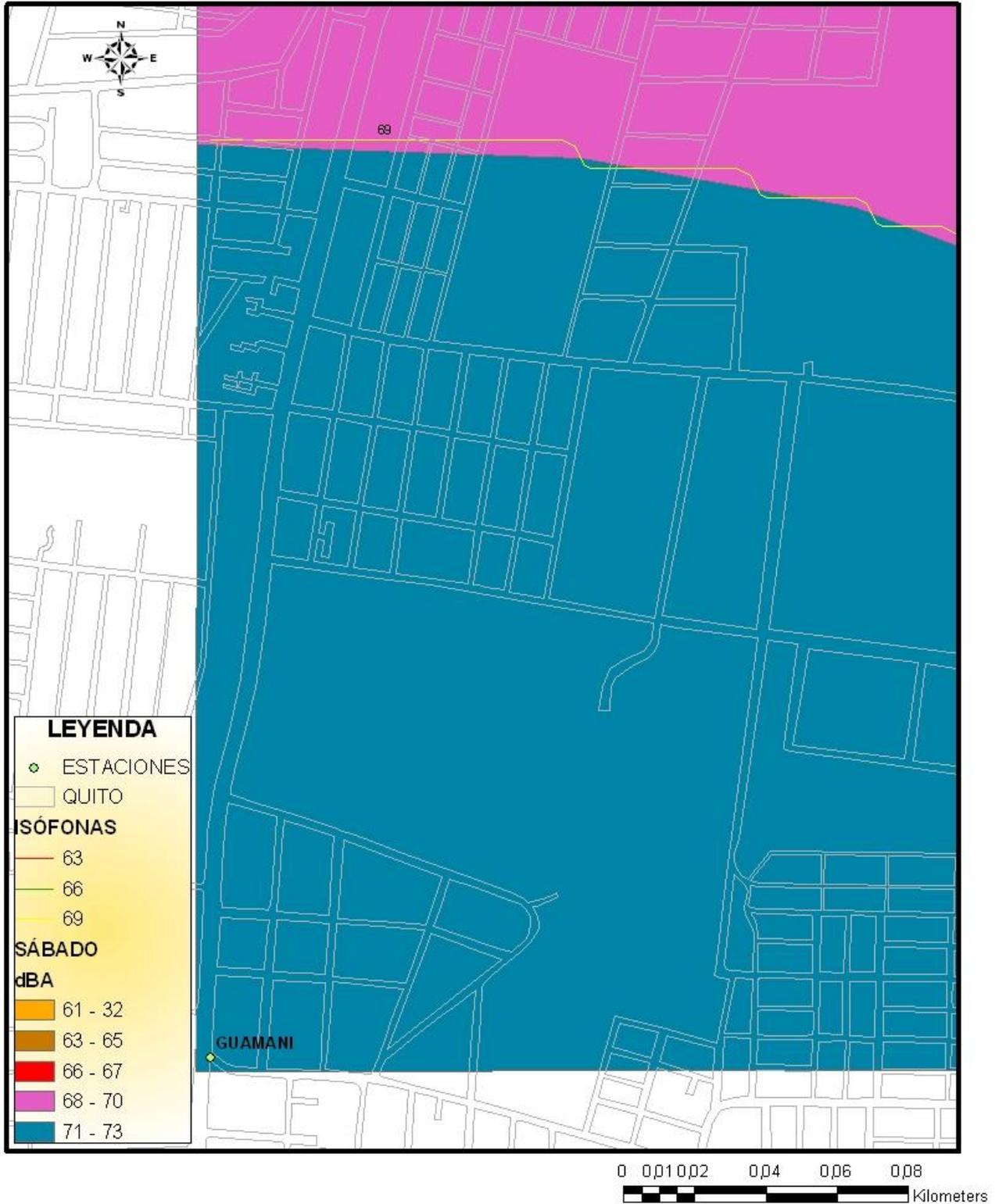
6.2.7.3. Mapa Diario: Sábado.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL SÁBADO



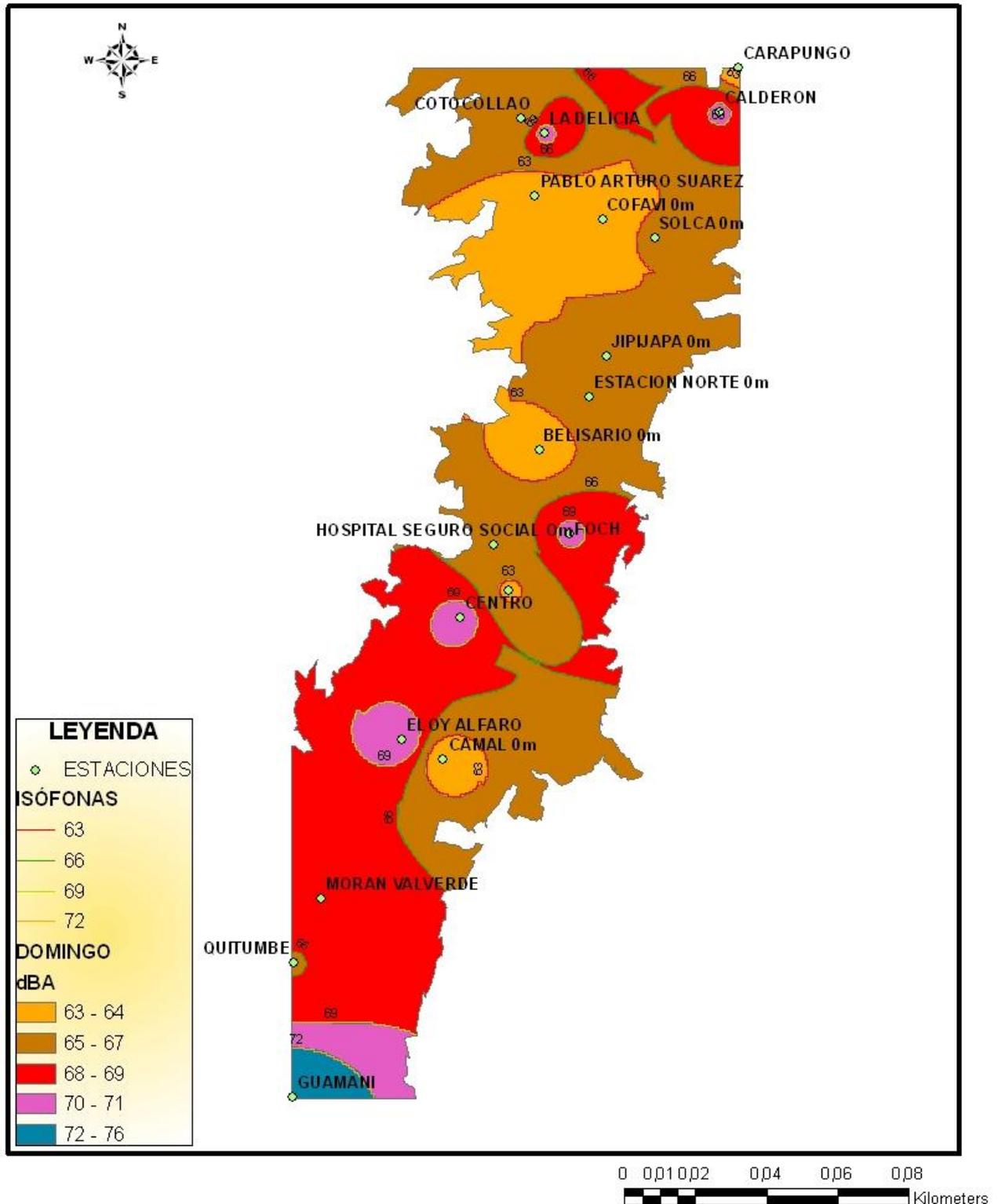
6.2.7.4. Mapa Diario: Sábado.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL SÁBADO



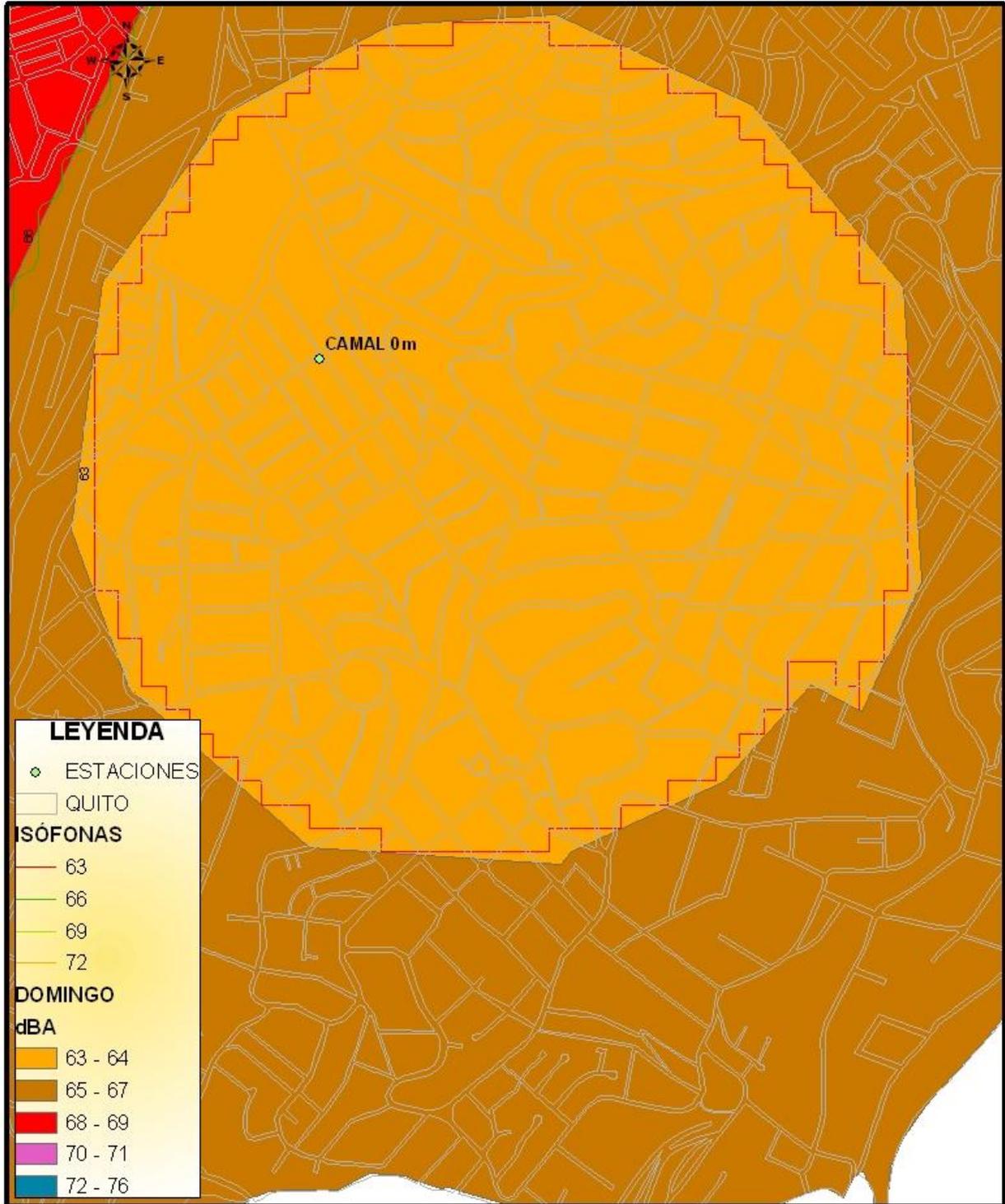
6.2.8. Mapa Diario: Domingo

MAPA QUIMESTRAL DOMINGO



6.2.8.1. Mapa Diario: Domingo.- El Camal

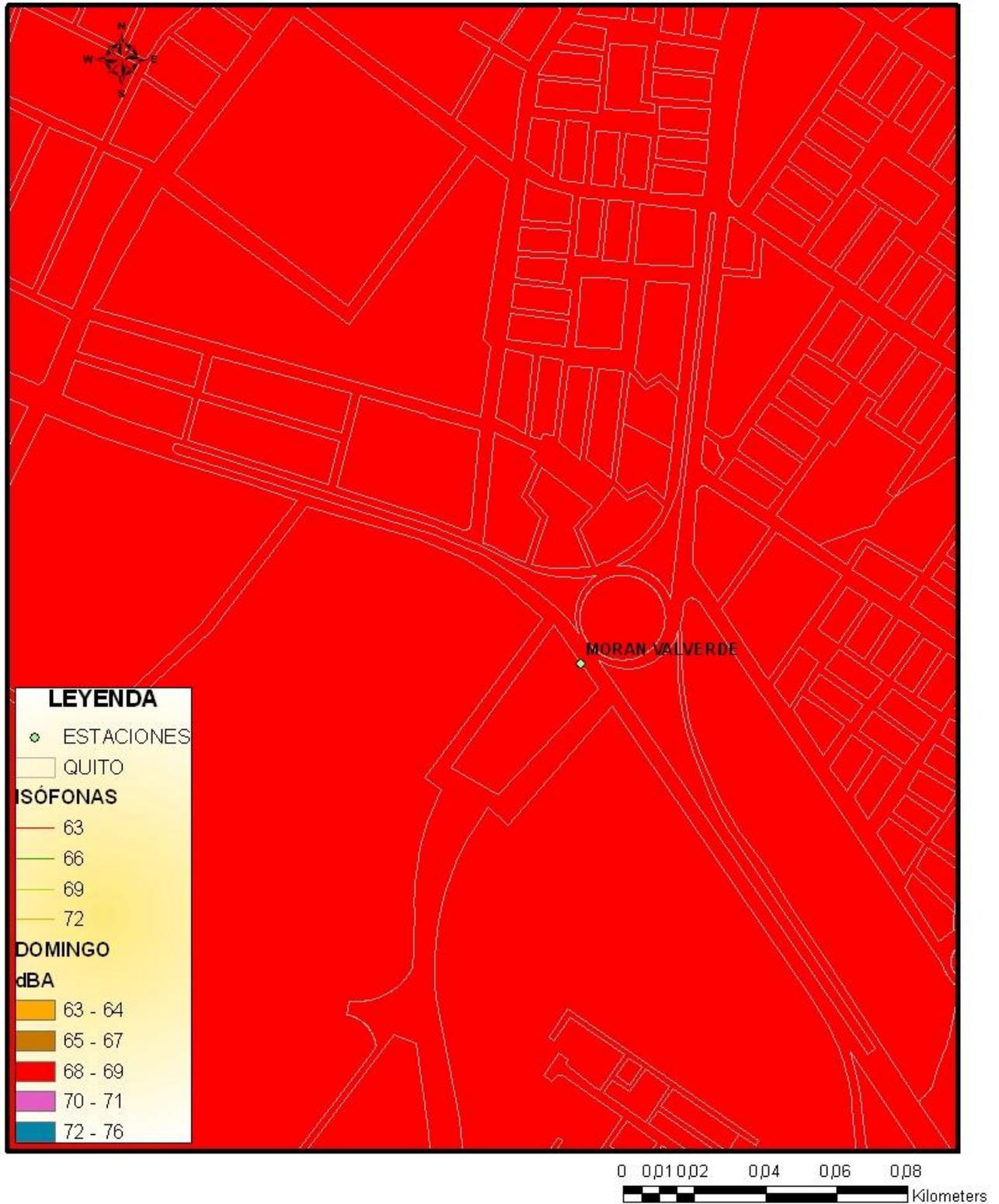
MAPA QUIMESTRAL DOMINGO



0 0,01 0,02 0,04 0,06 0,08
Kilometers

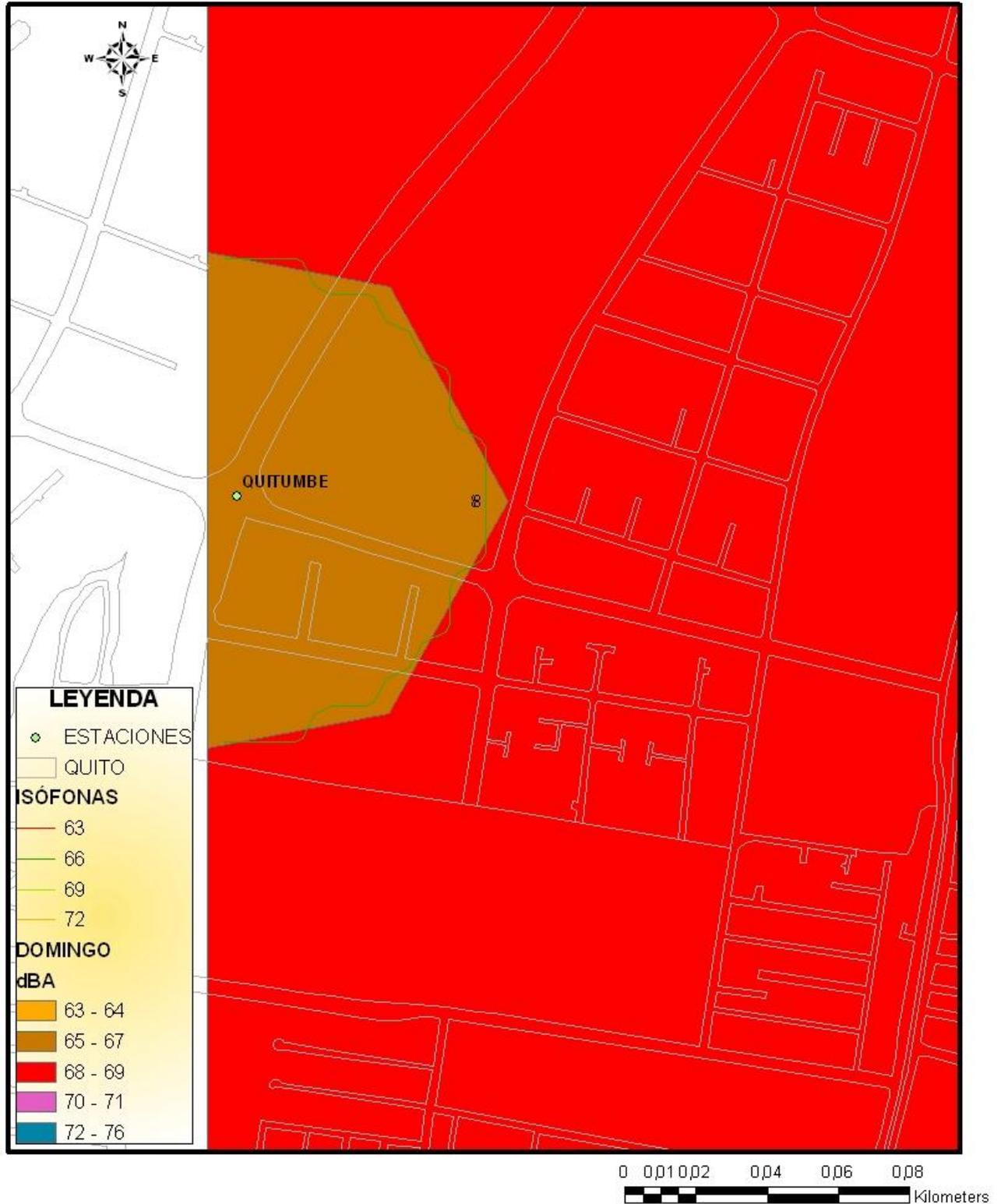
6.2.8.2. Mapa Diario: Domingo.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL DOMINGO



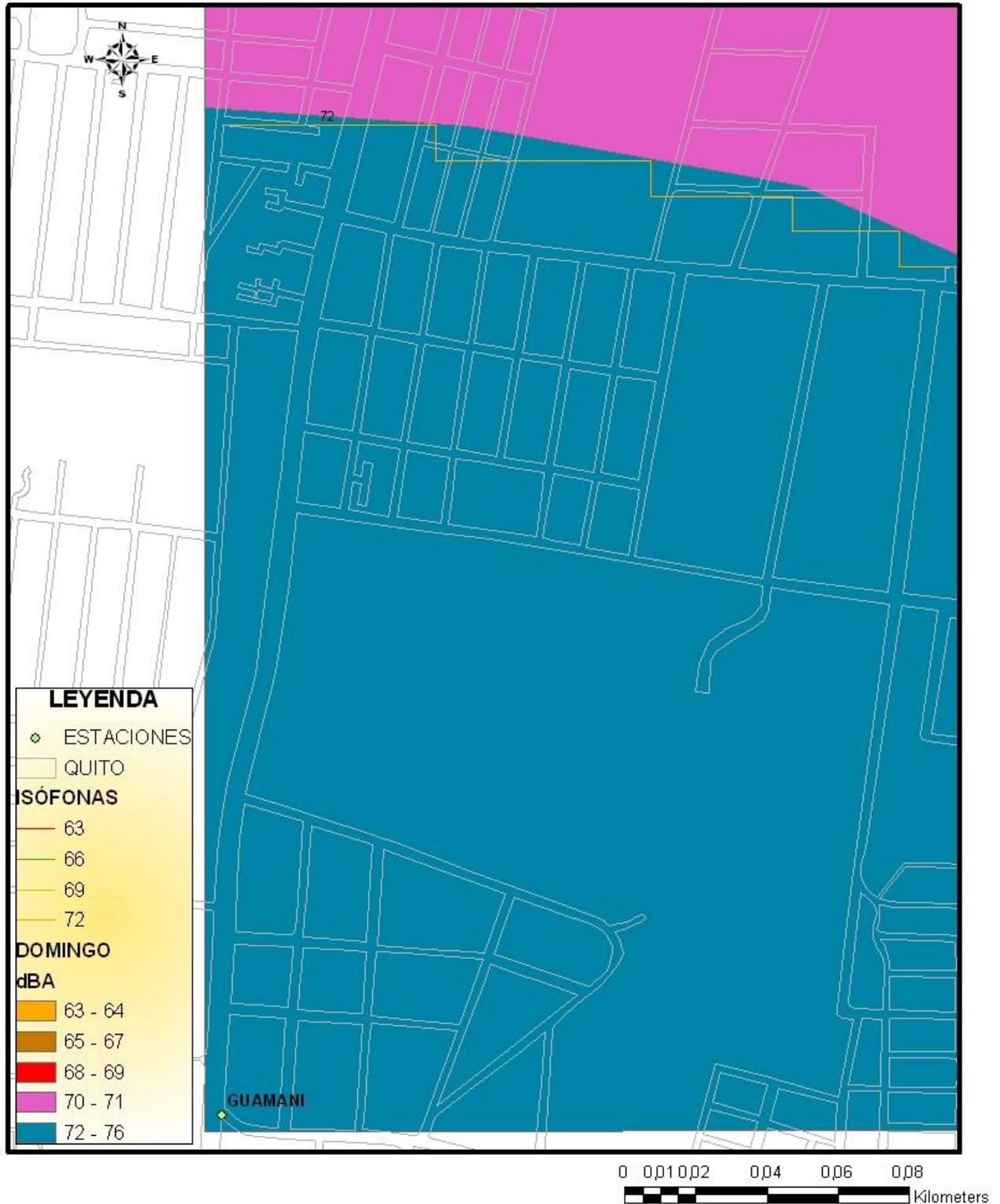
6.2.8.3. Mapa Diario: Domingo.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL DOMINGO



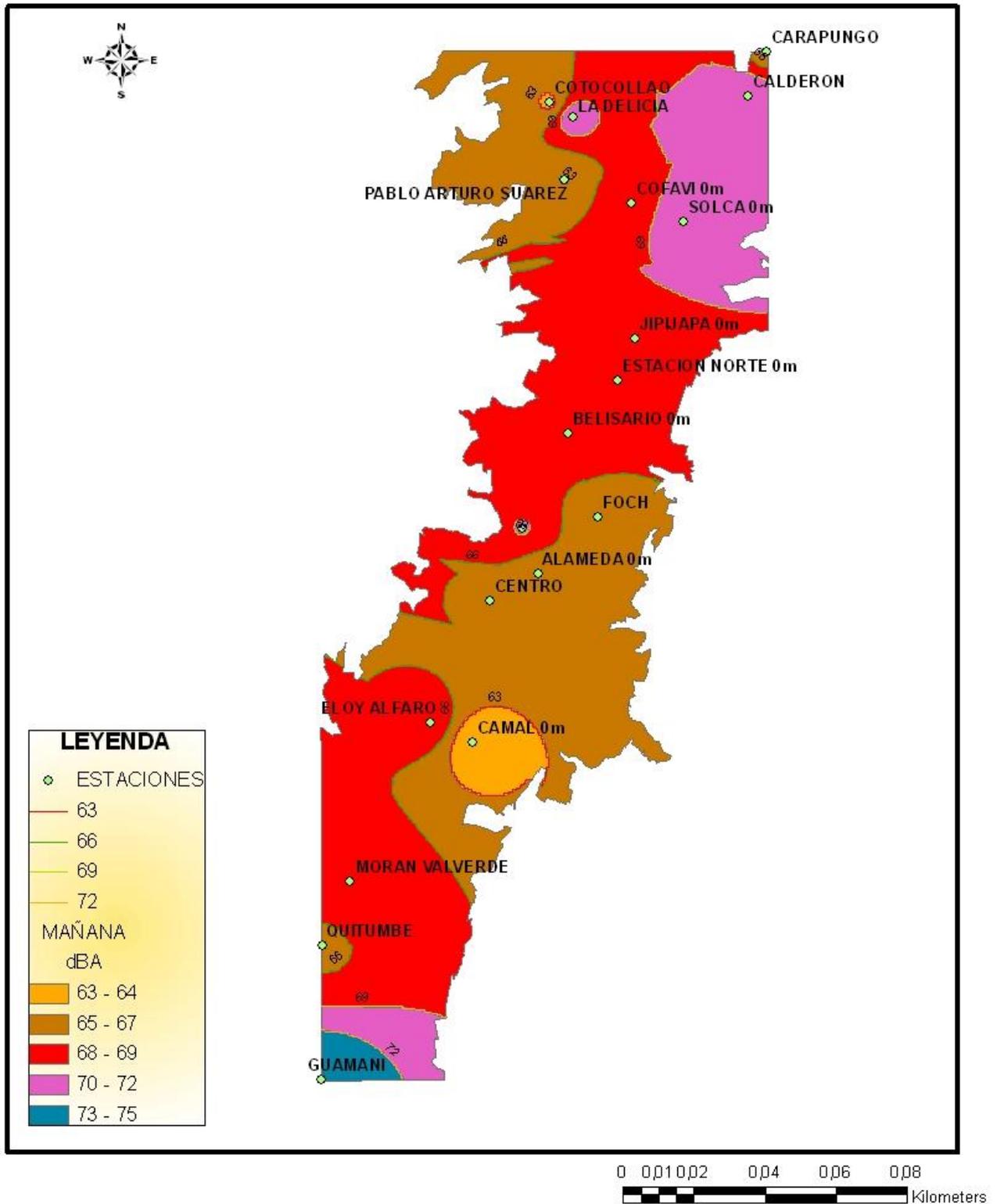
6.2.8.4. Mapa Diario: Domingo.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL DOMINGO



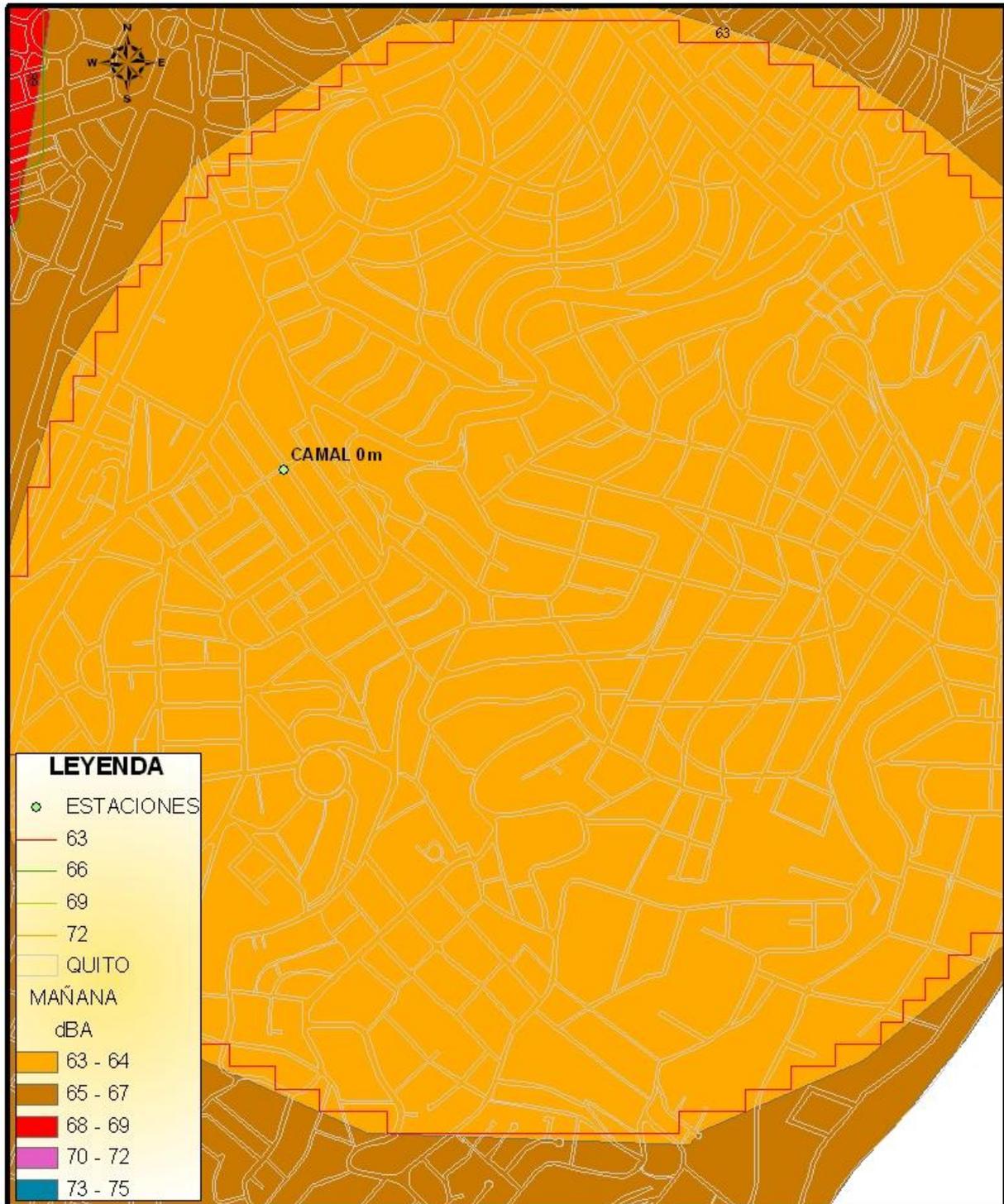
6.2.9. Mapa Quimestral de la Mañana:

MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



6.2.9.1. Quimestral de la Mañana.- El Camal

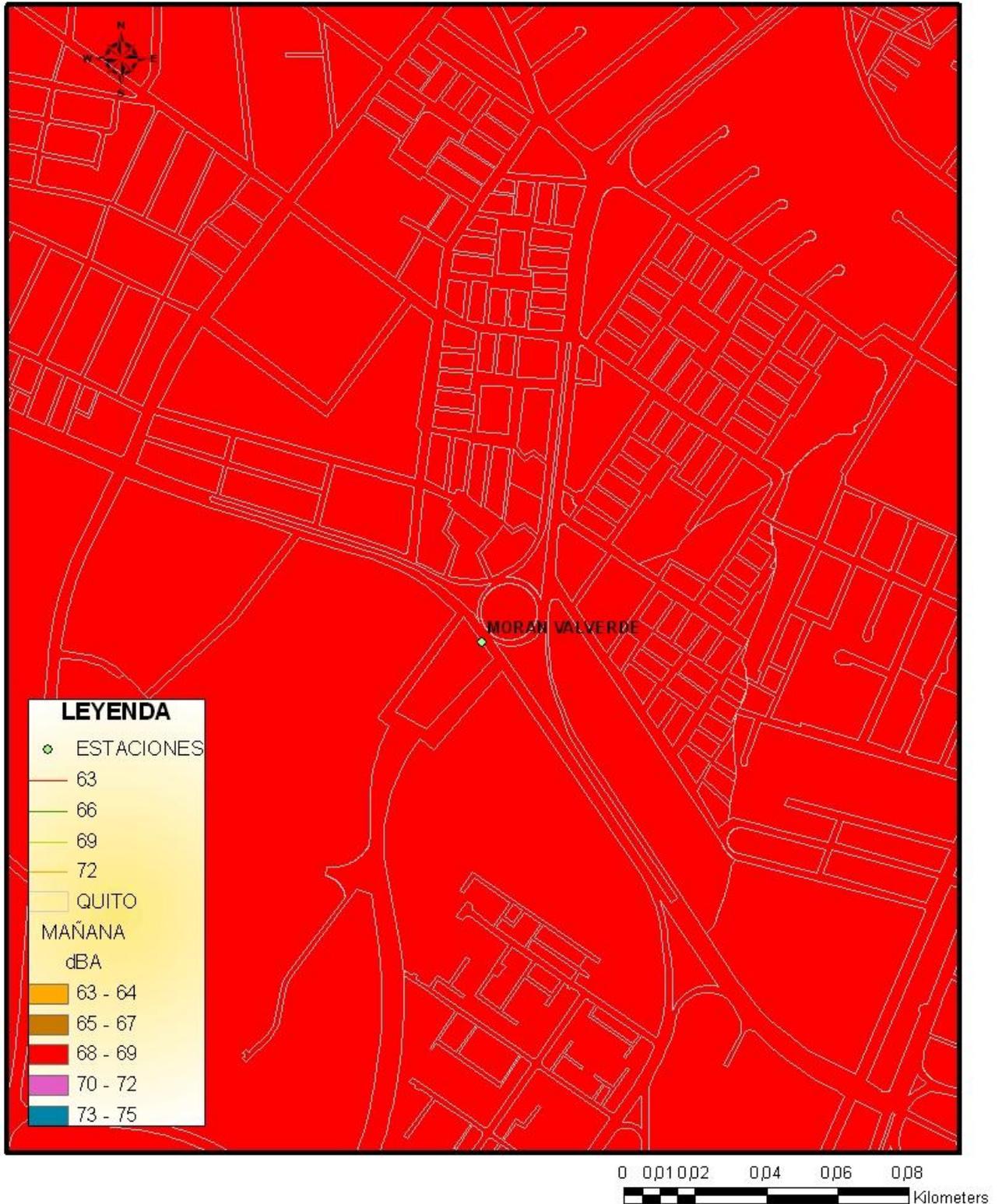
MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



0 0,01 0,02 0,04 0,06 0,08
Kilometers

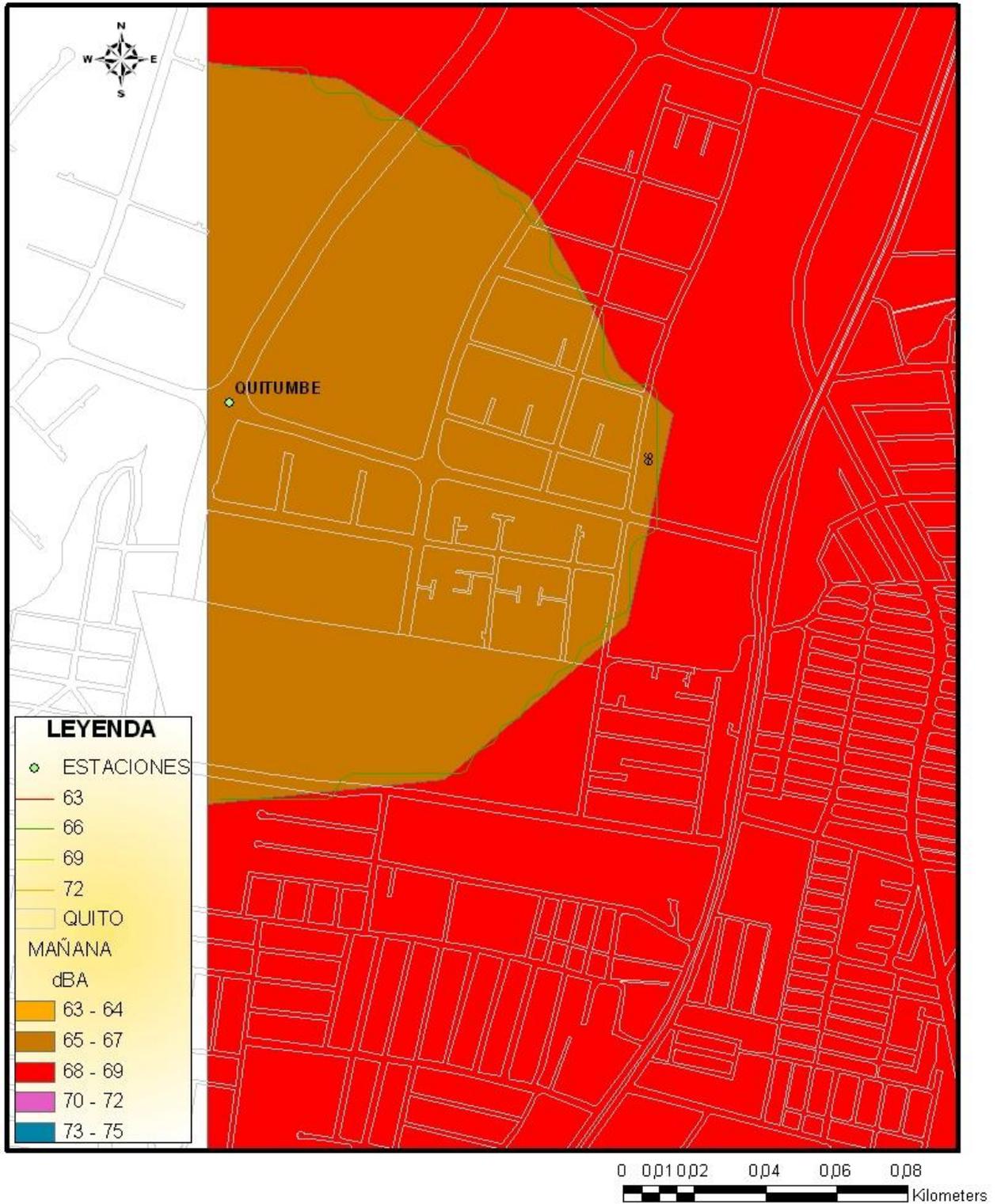
6.2.9.2. Quimestral de la Mañana.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



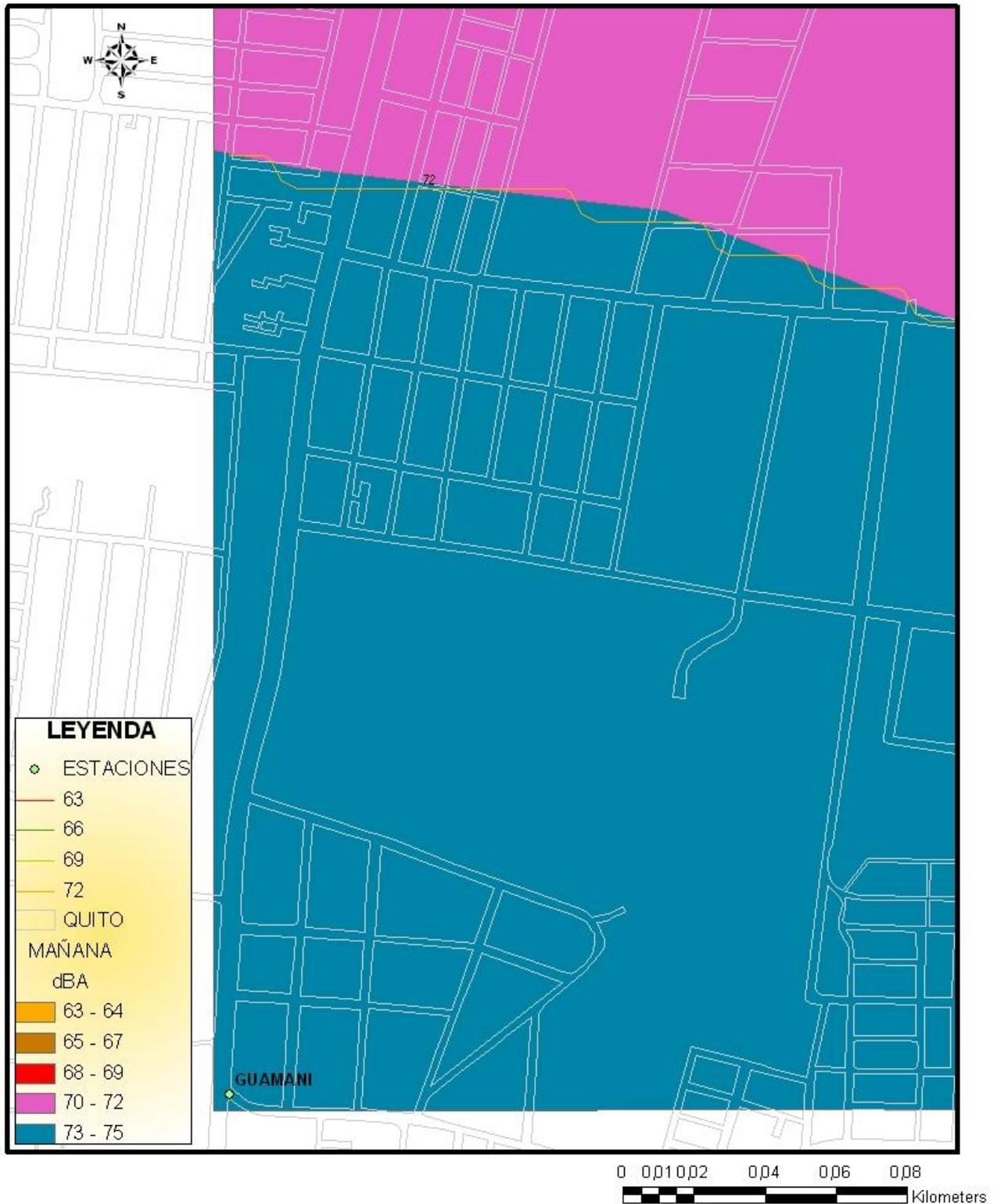
6.2.9.3. Quimestral de la Mañana.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



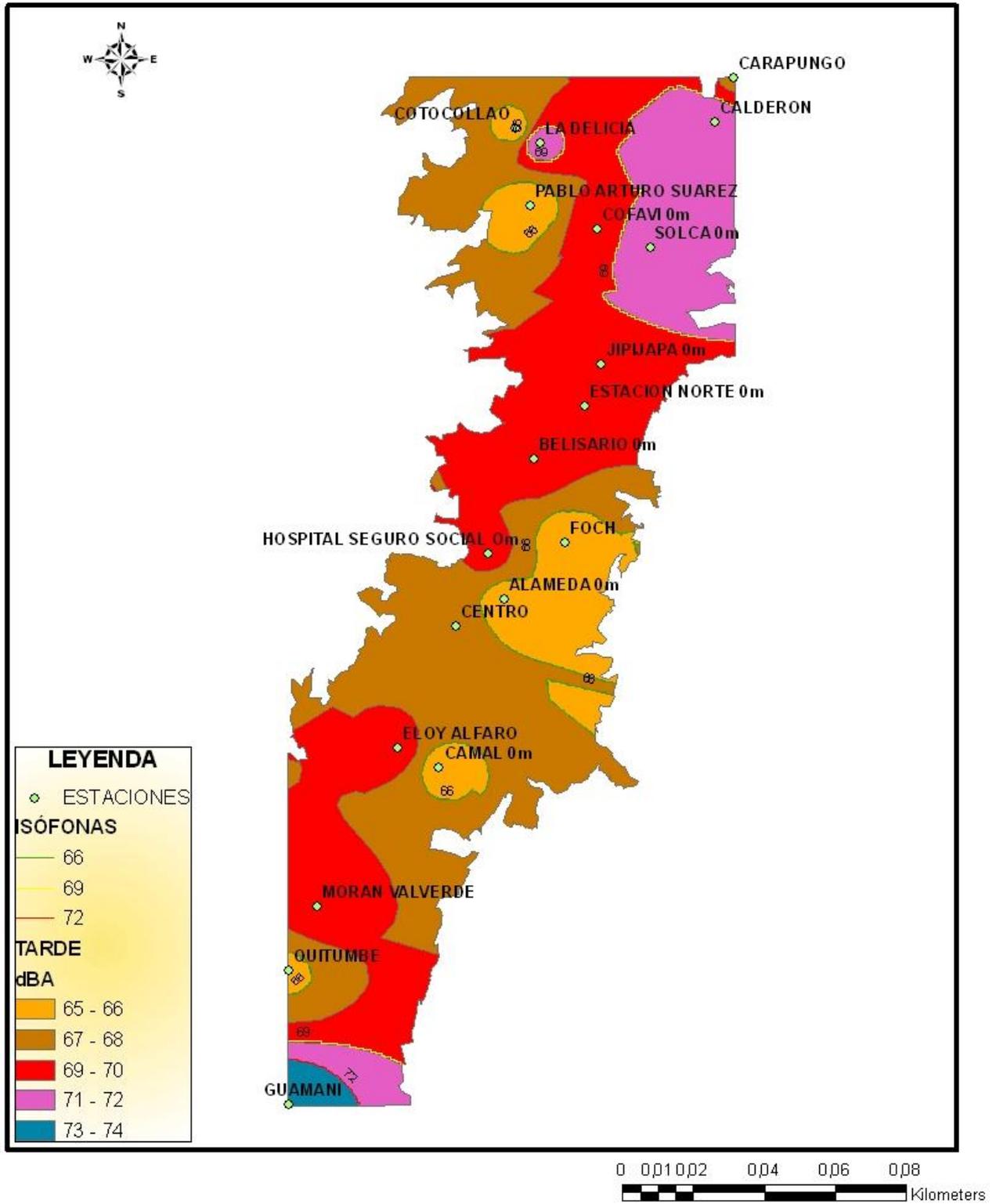
6.2.9.4. Quimestral de la Mañana.- El Guamani

MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



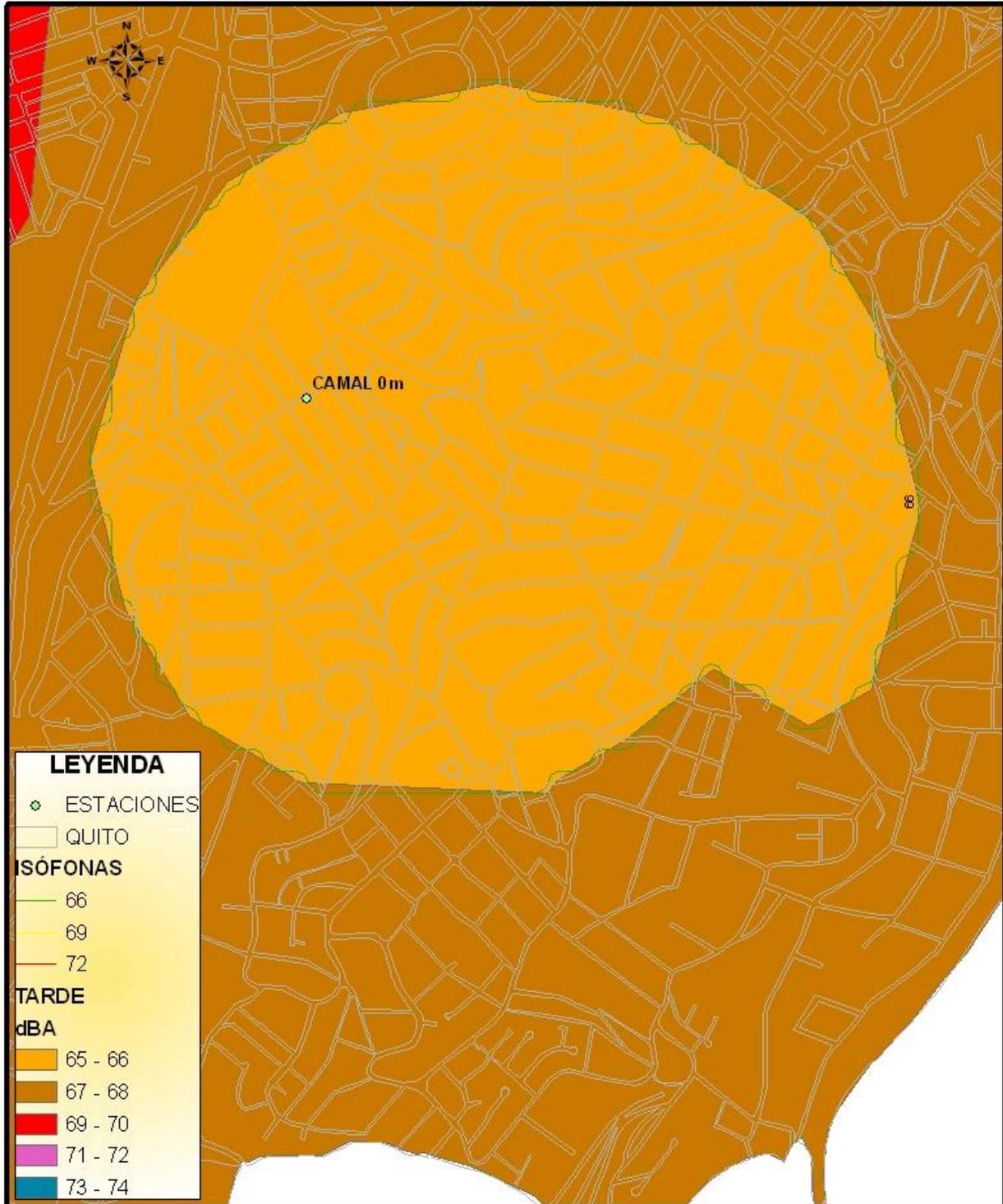
6.2.10. Mapa Quimestral de la Tarde:

MAPA QUIMESTRAL TARDE



6.2.10.1. Quimestral de la Tarde.- El Camal

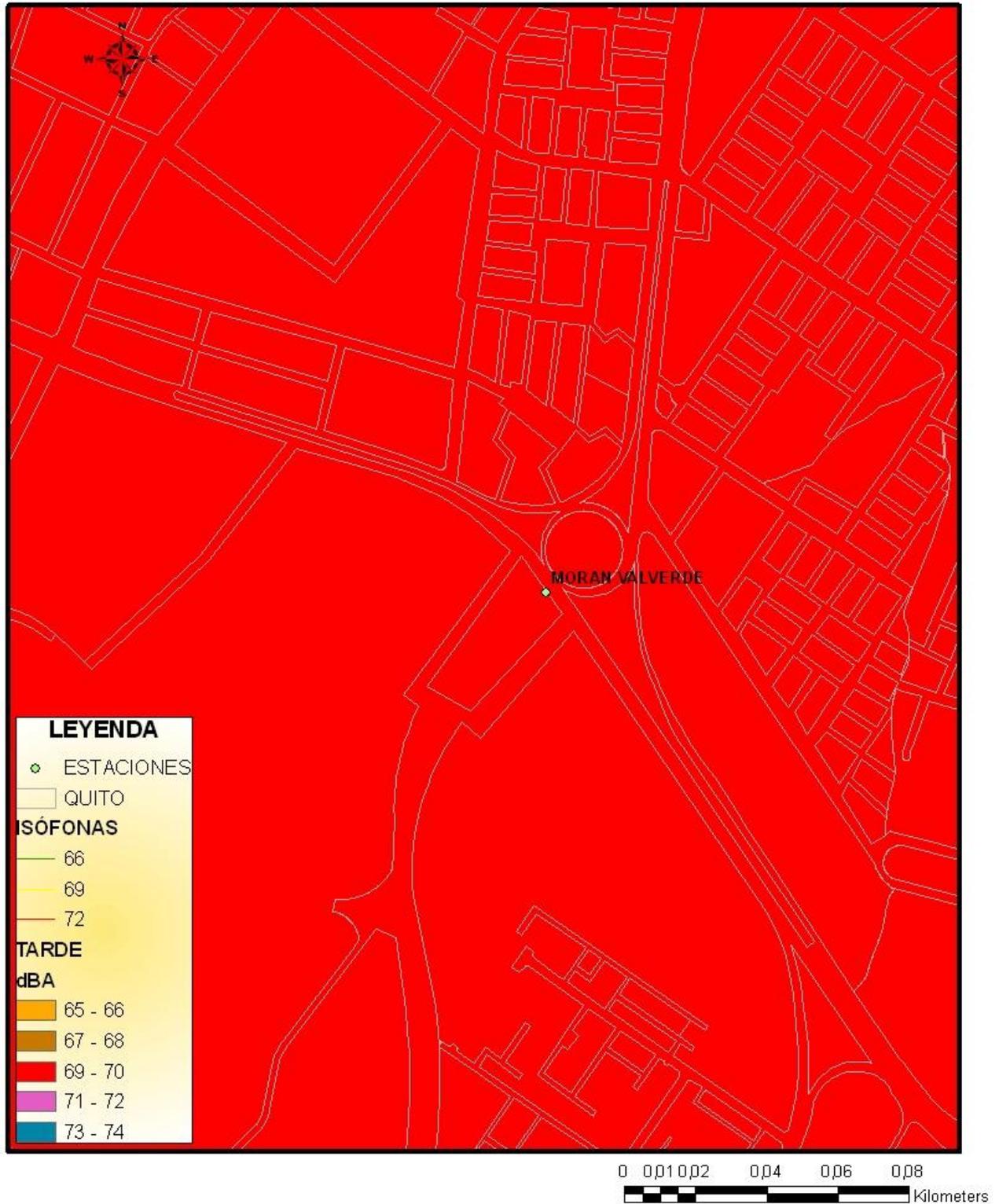
MAPA QUIMESTRAL TARDE



0 0.01 0.02 0.04 0.06 0.08 Kilometers

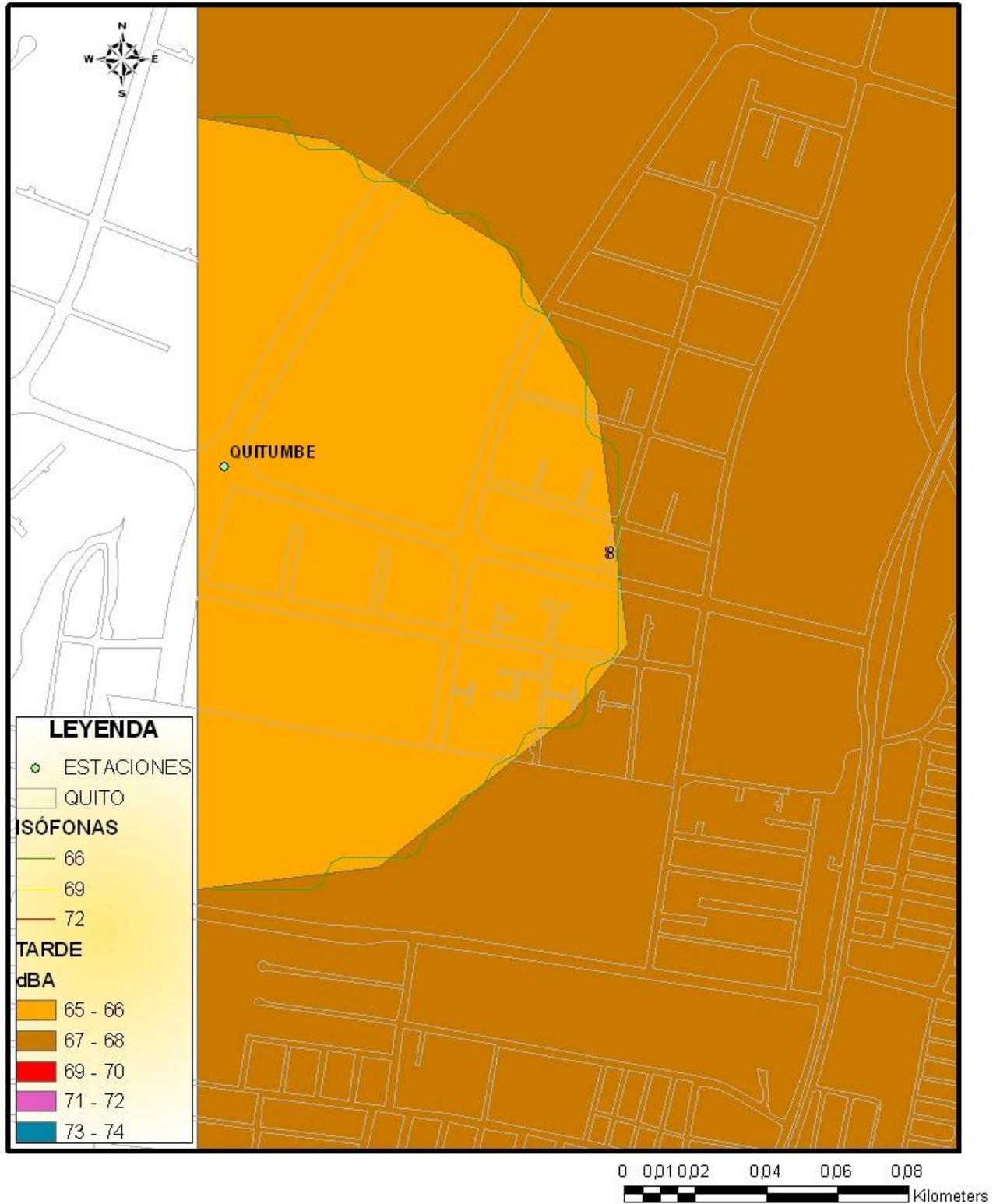
6.2.10.2. Quimestral de la Tarde.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL TARDE



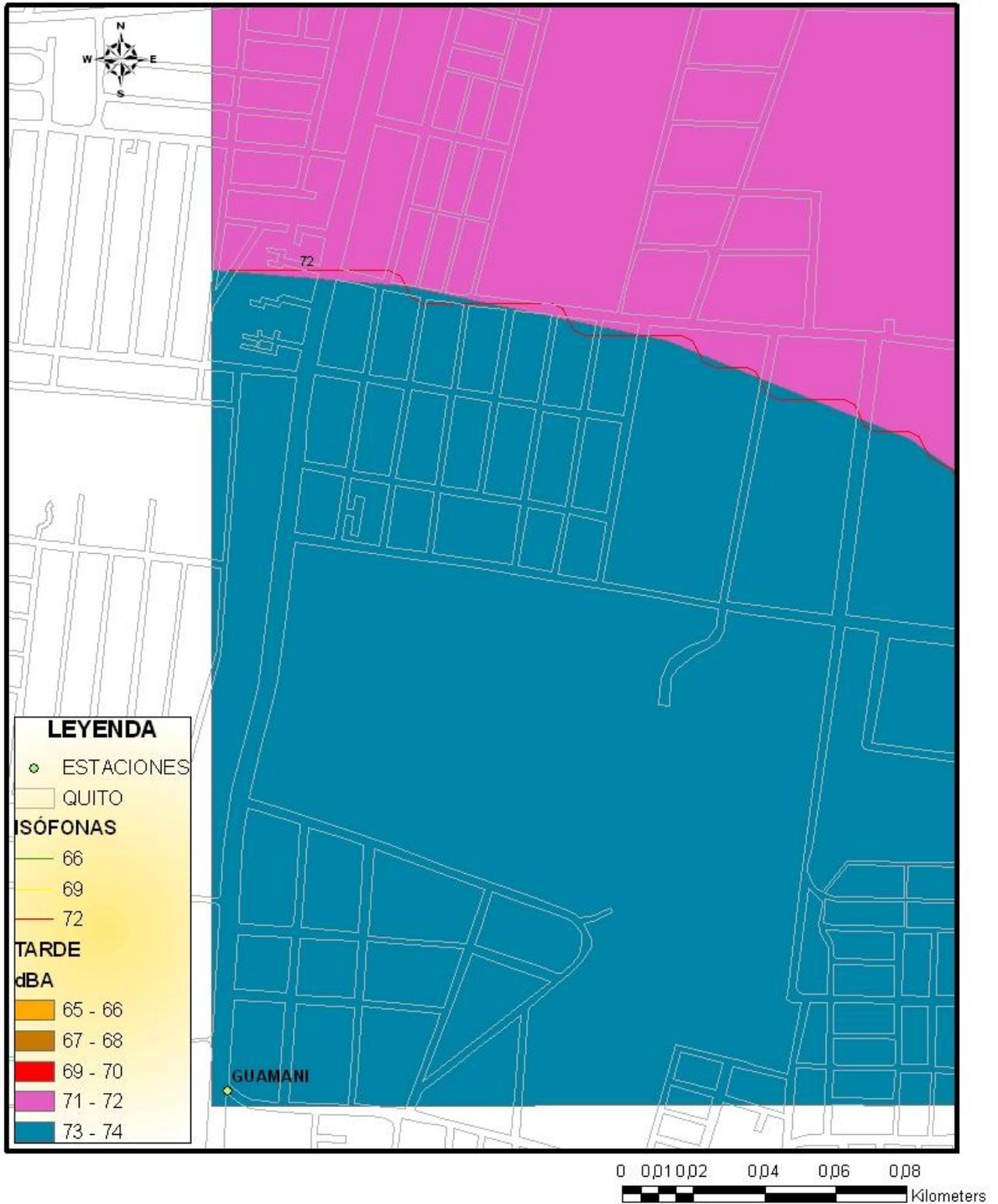
6.2.10.3. Quimestral de la Tarde.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL TARDE



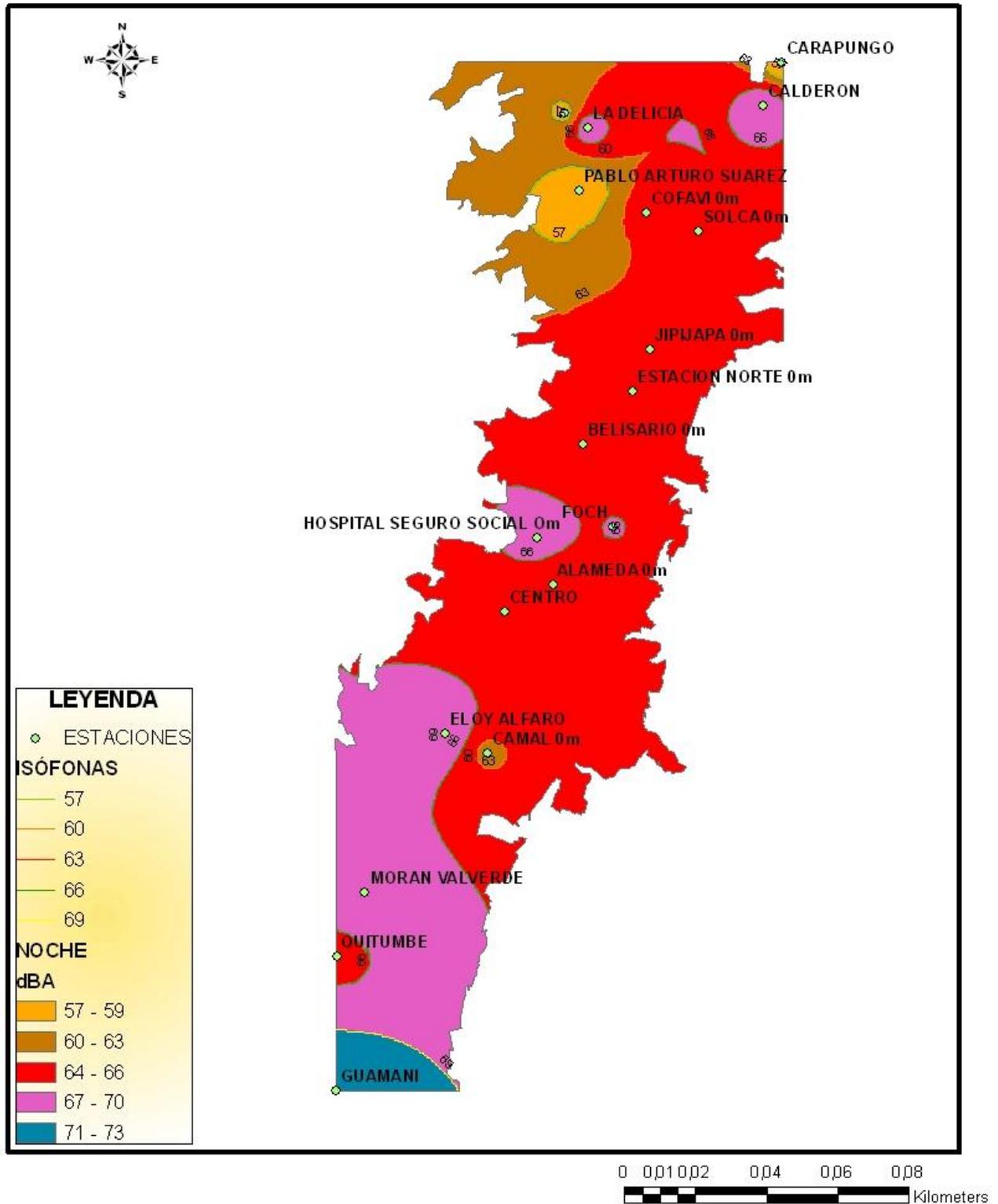
6.2.10.4. Quimestral de la Tarde.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL TARDE



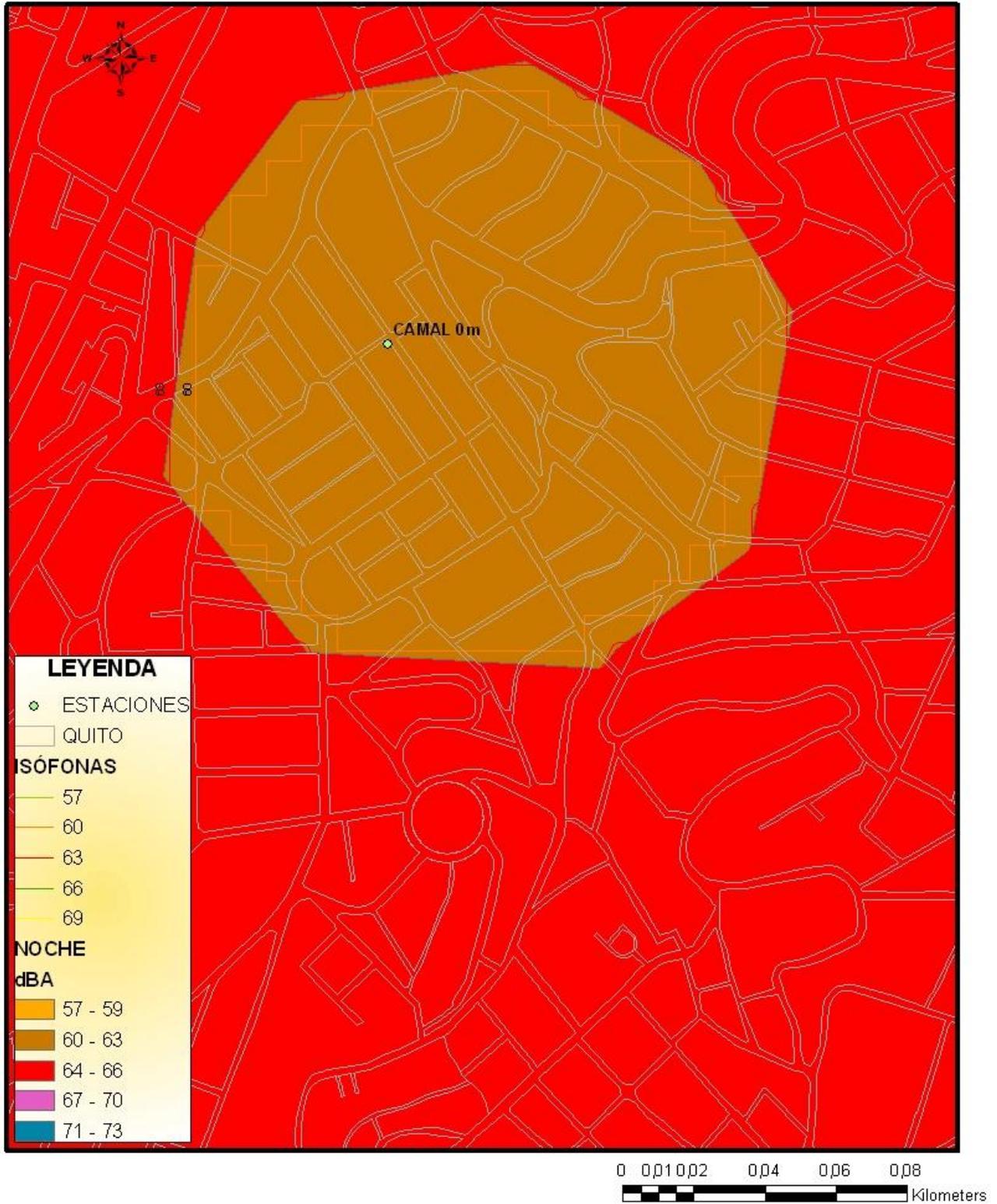
6.2.11. Mapa Quimestral de la Noche:

MAPA QUIMESTRAL NOCHE



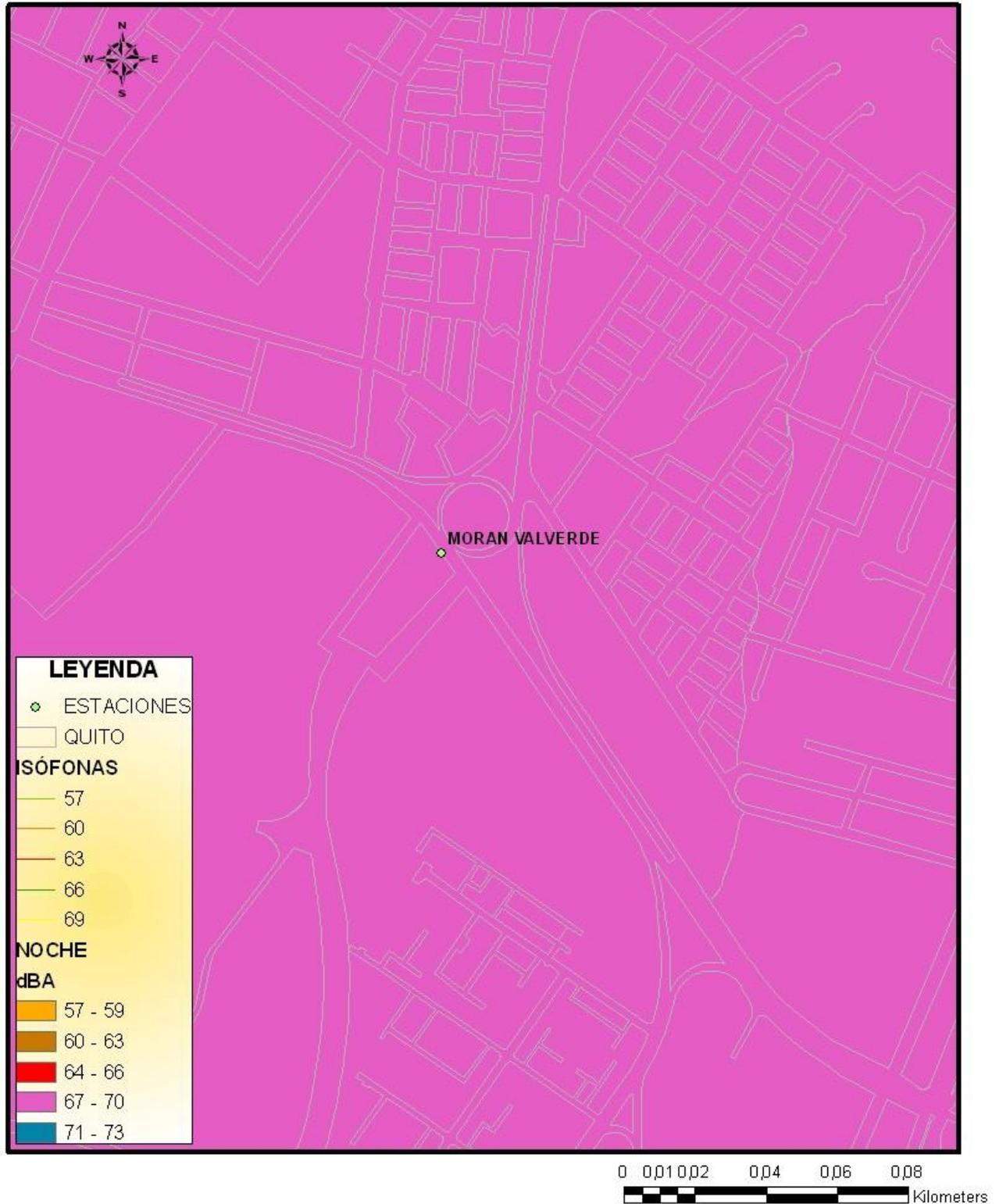
6.2.11.1. Quimestral de la Noche.- El Camal

MAPA QUIMESTRAL NOCHE



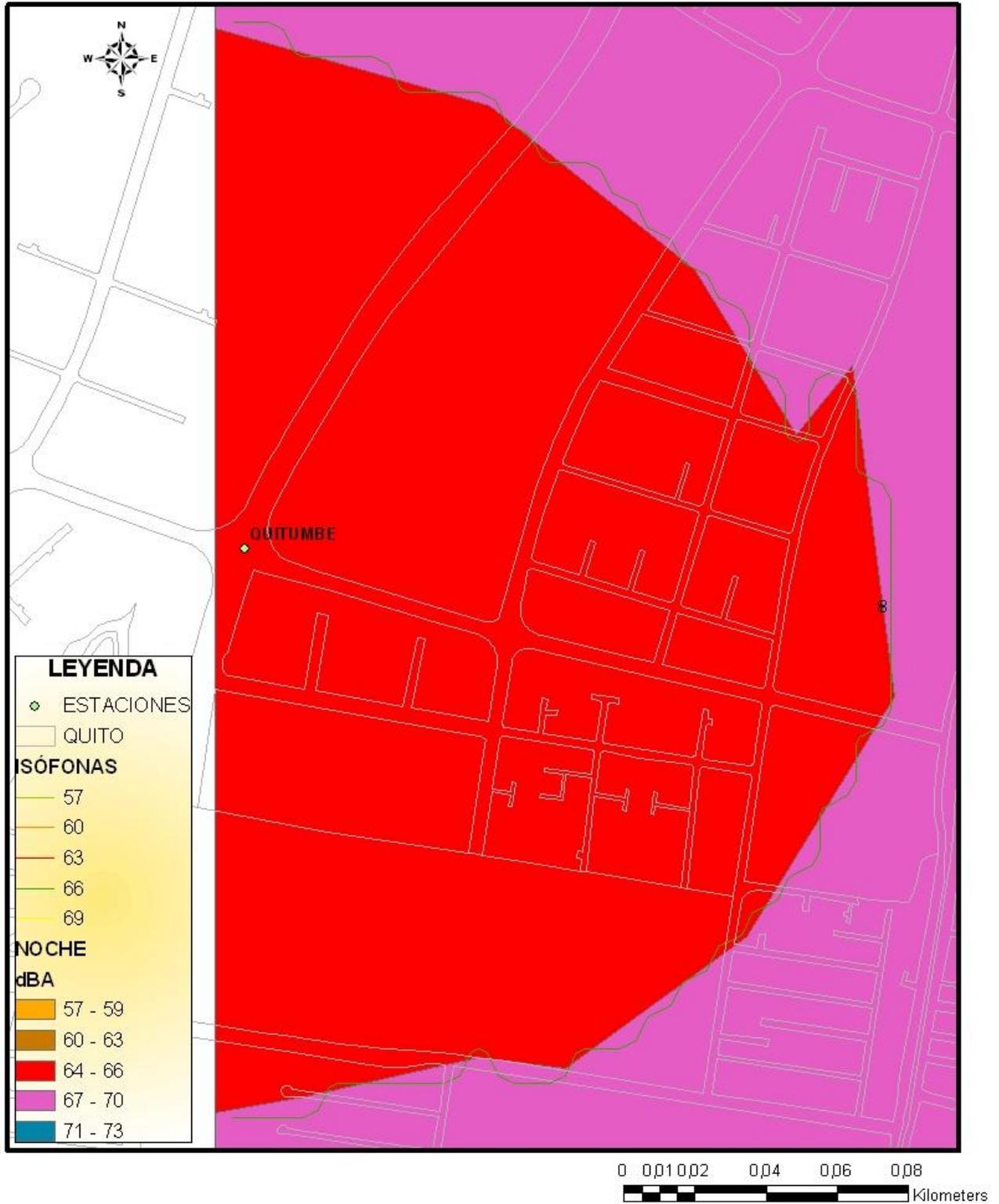
6.2.11.2. Quimestral de la Noche.- Moran Valverde

MAPA QUIMESTRAL NOCHE



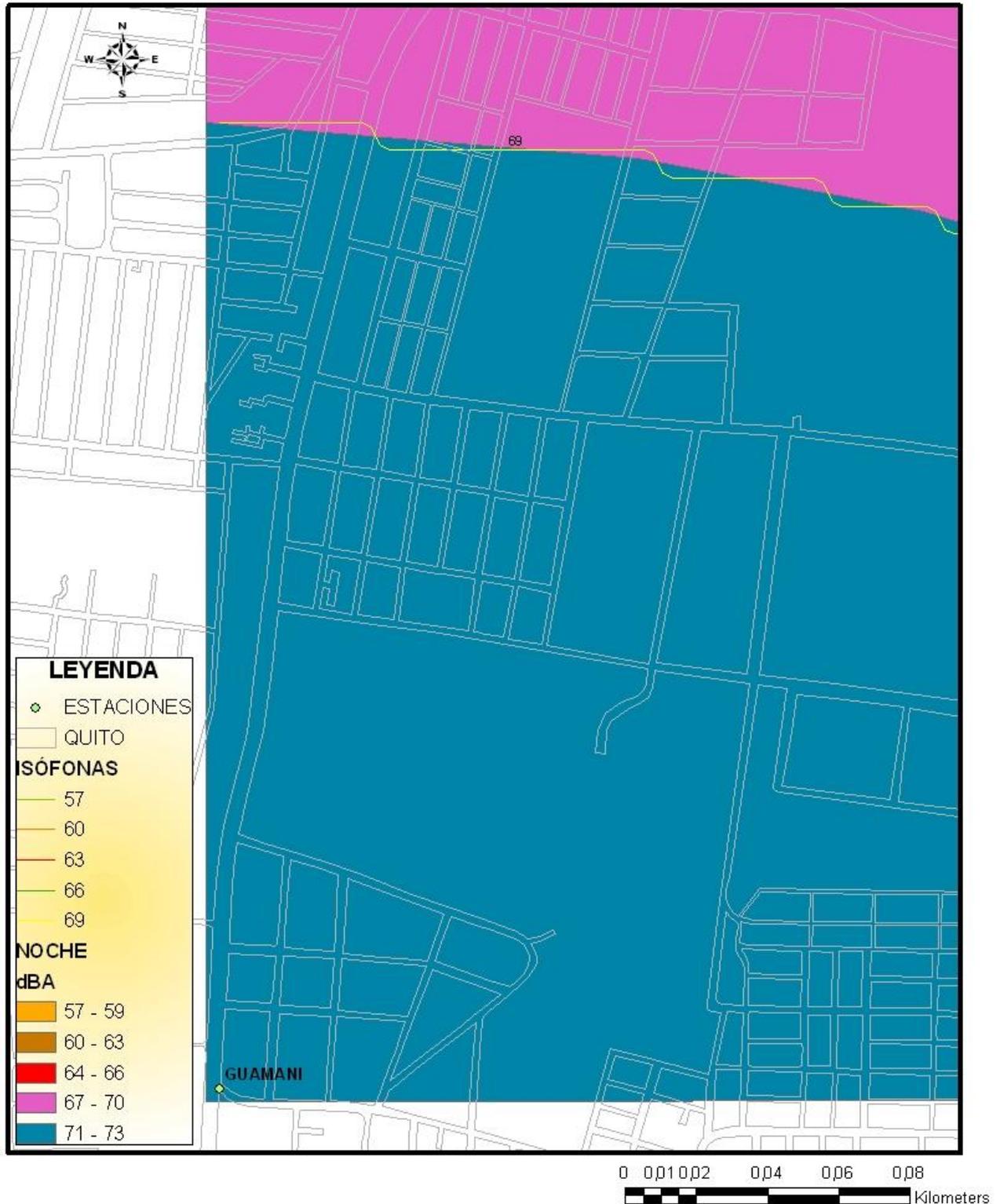
6.2.11.3. Quimestral de la Noche.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL NOCHE



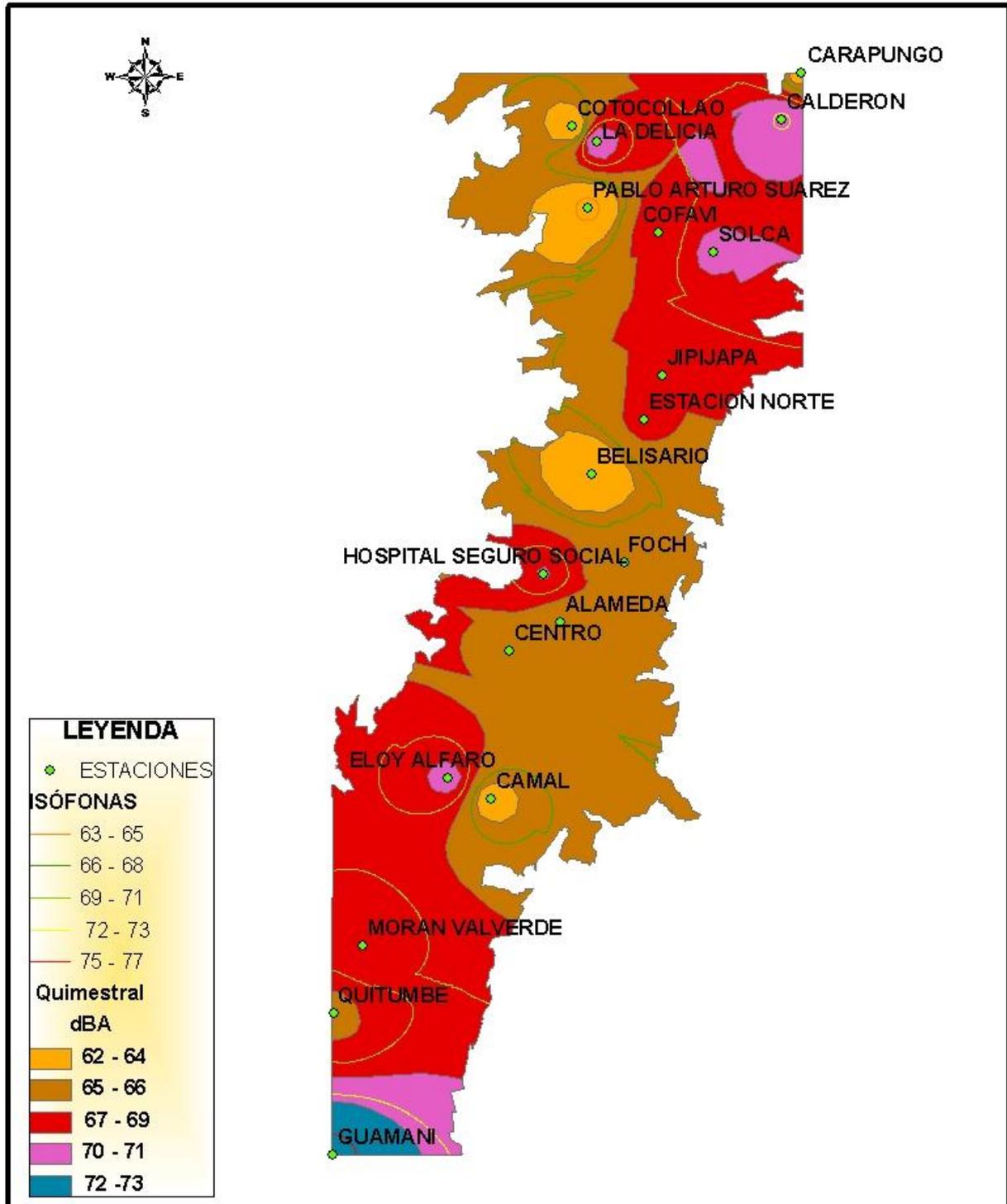
6.2.11.4. Quimestral de la Noche.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL NOCHE



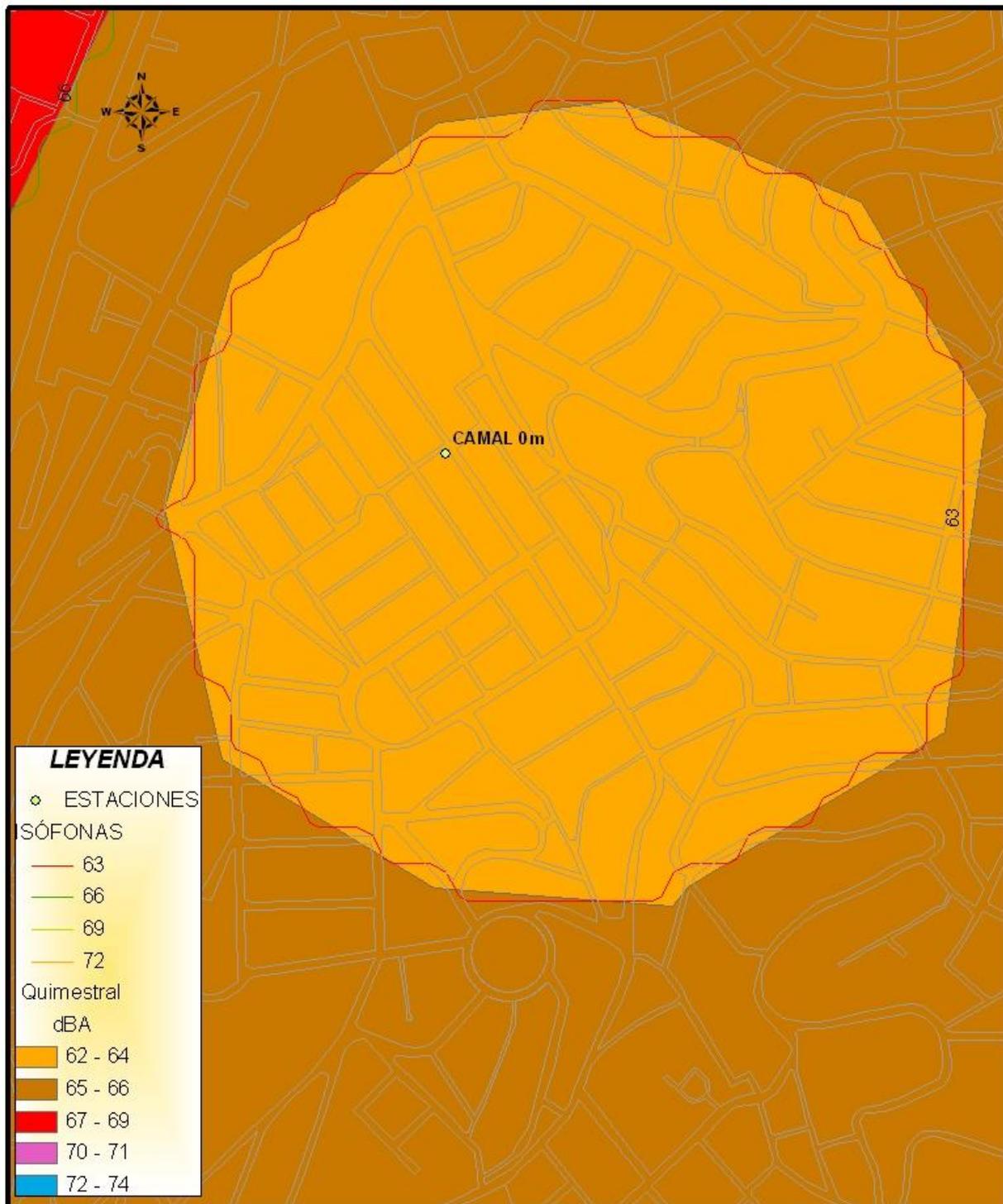
6.2.12. Mapa Quimestral:

MAPA QUIMESTRAL



00.48.9 18 27 36
Kilometers

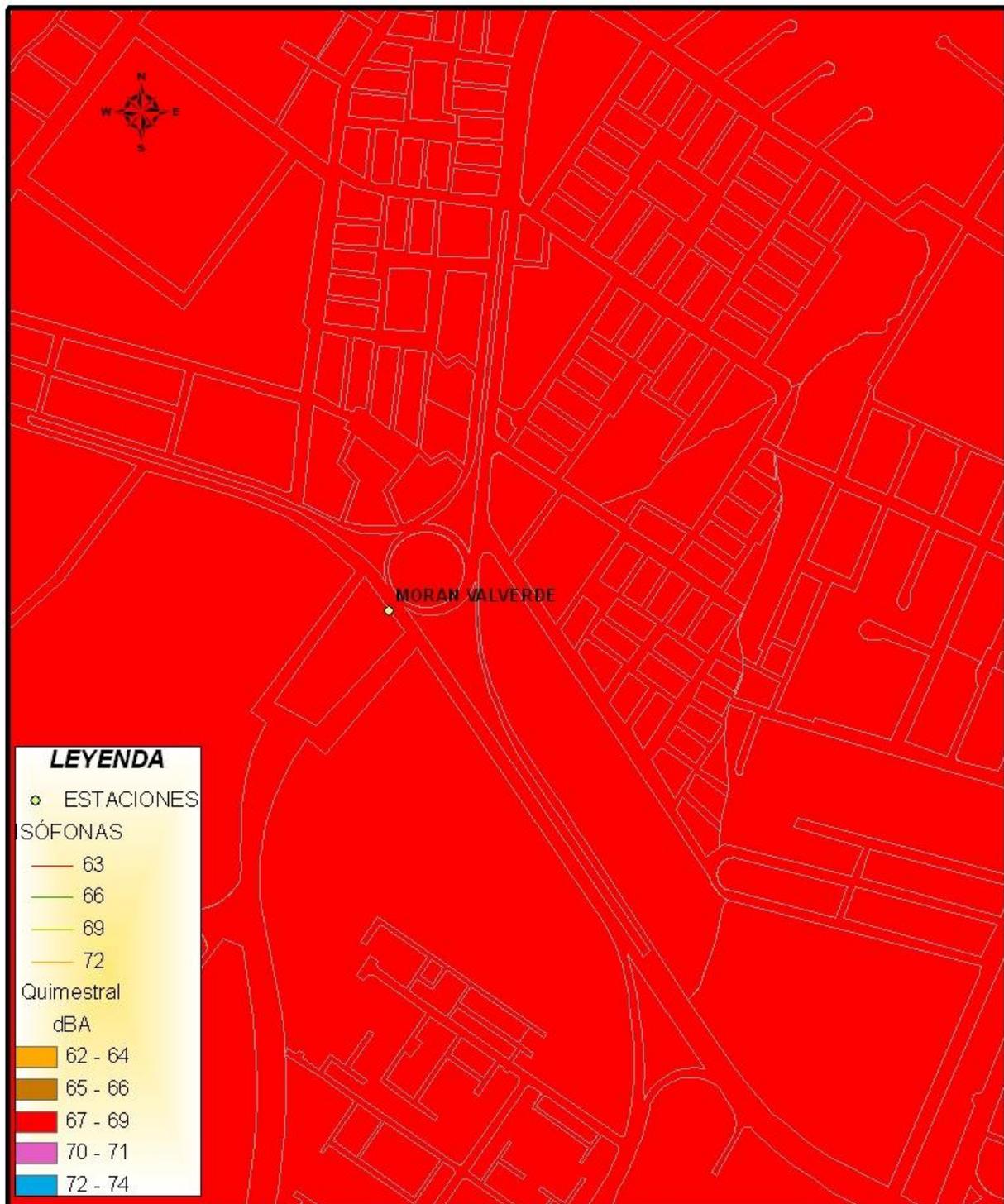
MAPA QUIMESTRAS



0 0,05 0,1 0,15 0,2
Kilometers

6.2.12.2. Quimestral.- Moran Valverde

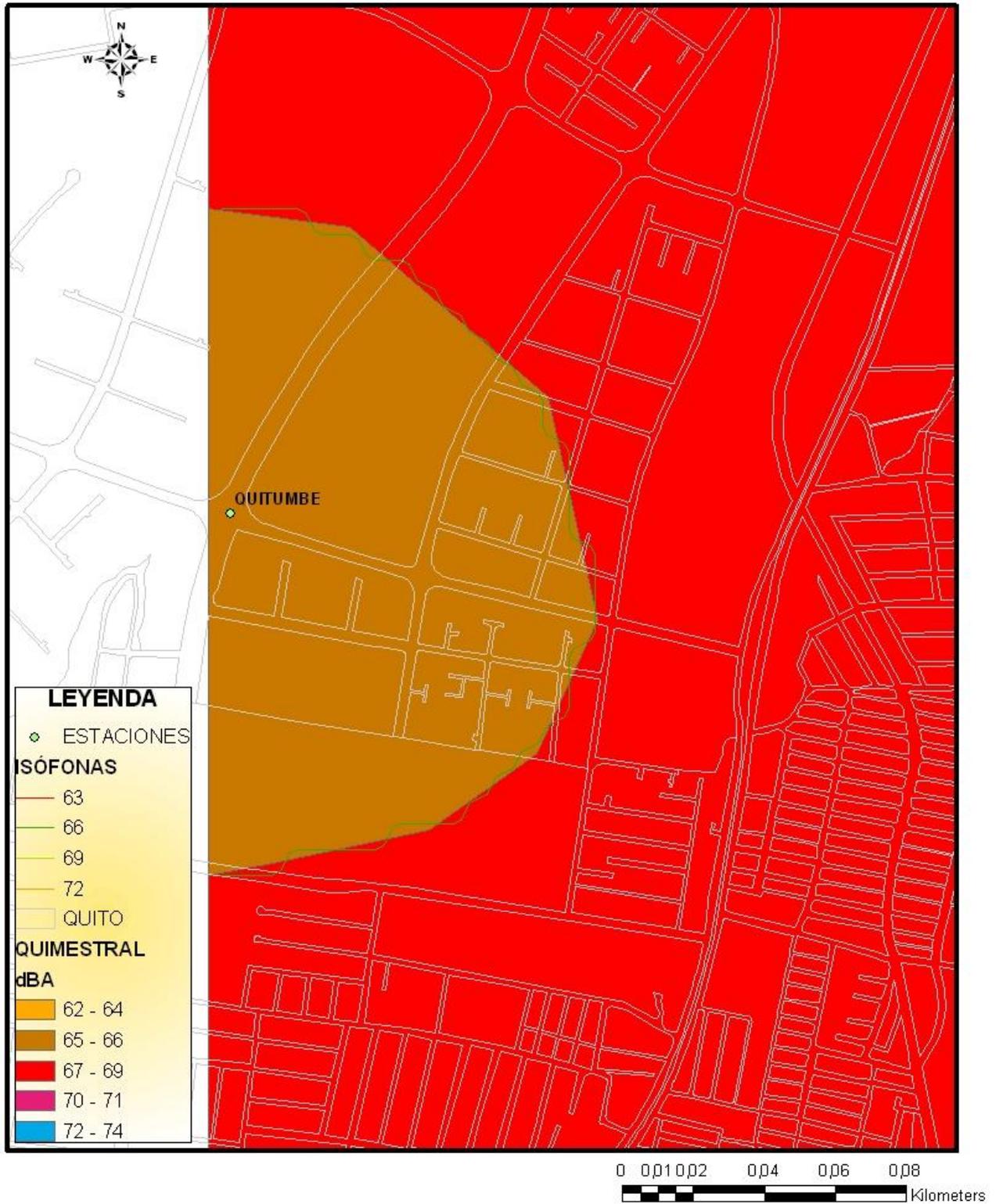
MAPA QUIMESTRAS



0 40,080,120,16
Kilometers

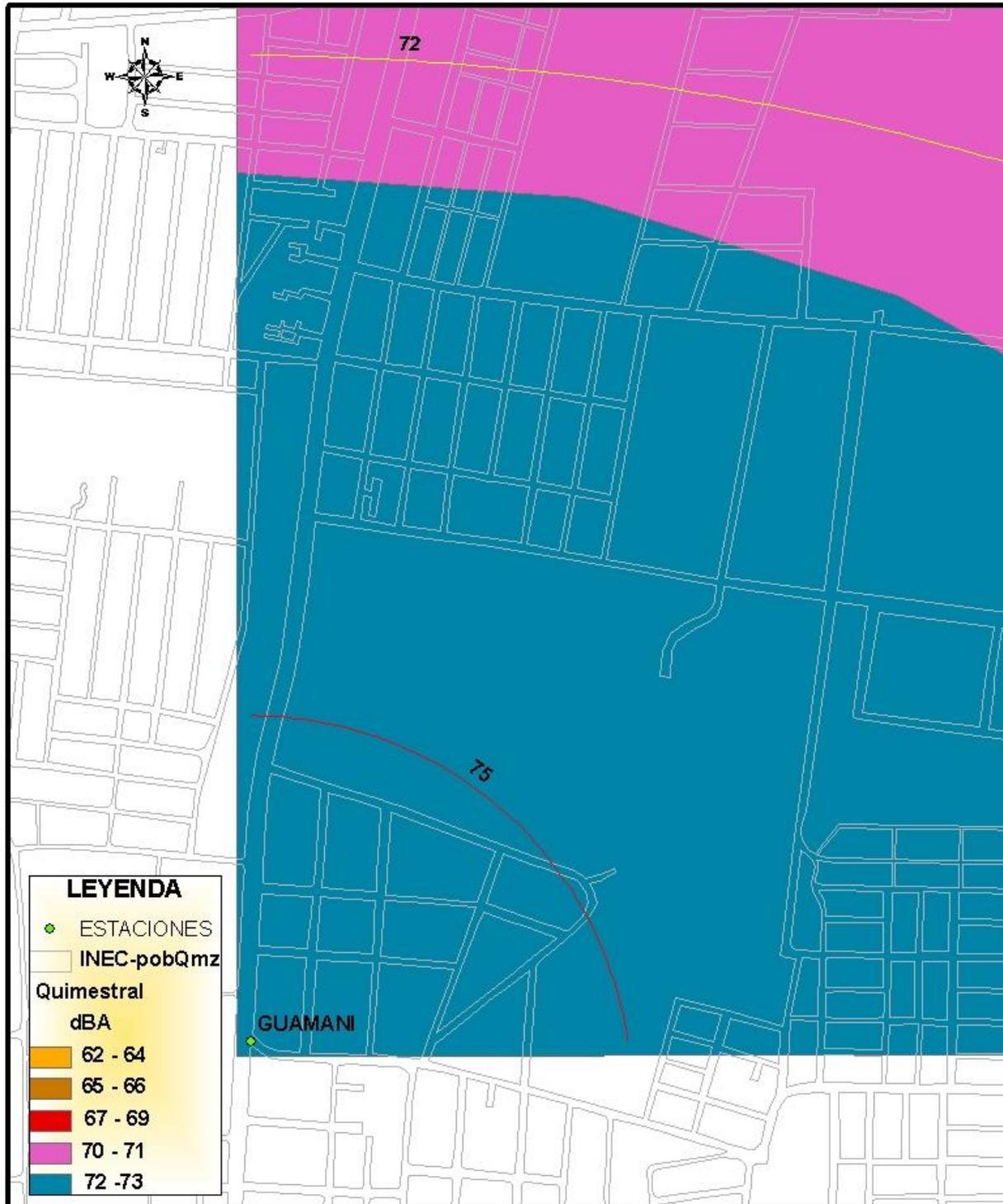
6.2.12.3. Quimestral.- Quitumbe

MAPA QUIMESTRAL MAÑANA



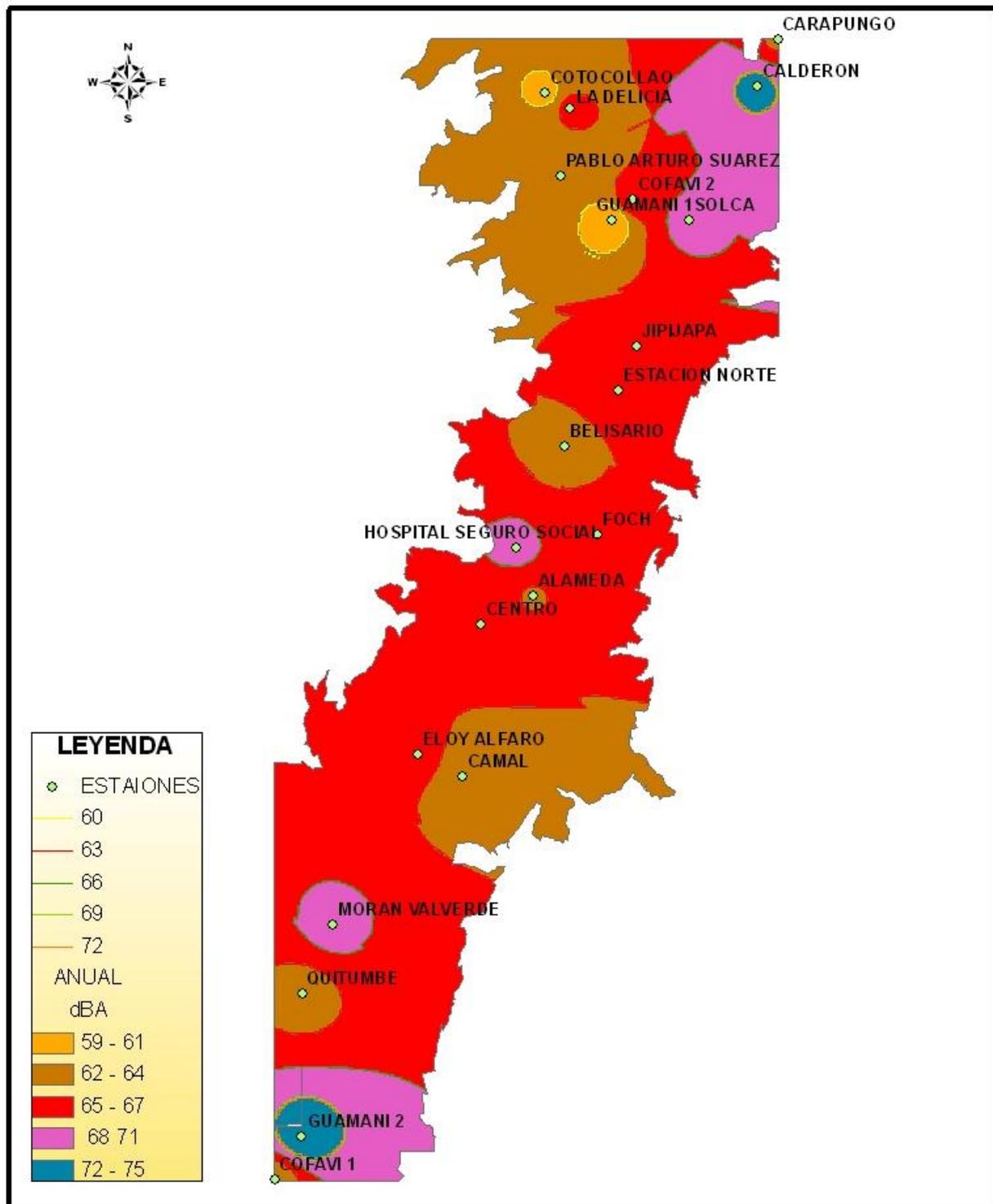
6.2.12.4. Quimestral.- Guamani

MAPA QUIMESTRAL



6.2.13. Mapa Anual:

MAPA ANUAL



00,08 16 24 32
Kilometers

6.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

6.3.1. El Camal:

Los valores de ruido ambiental medidos en esta estación fluctúan entre un mínimo de 62,9 dBA y un máximo de 66,4 dBA.

Ya que se ha mencionado que El Camal es una zona residencial múltiple, debería cumplir con un máximo de ruido de 55 dBA en el día y 45 dBA en la noche, lo cual no sucede en ninguno de los dos casos.

En relación con los datos obtenidos por día se puede decir que los niveles de ruido no varían ampliamente entre los días, siendo mayor en el martes con 65,4 dBA y menor el jueves con 63,1 dBA

Con respecto a los datos obtenido por horario, el nivel de ruido es mayor en la tarde, mediano en la noche y más bajo en la mañana. Esto se debe a que en la tarde al ruido generado por los automóviles se sumaba el ruido generado por los estudiantes que circulaban y jugaban por la zona, provocando también el ladrido de perros que aumentaban las mediciones de ruido. Los valores en la noche se mantienen altos debido a la presencia constante de personas y autos livianos por el Hospital Municipal Materno Infantil San José de Sur.

Comparando los datos obtenido en este quimestre con los datos obtenidos en el 2009, se puede ver que los valores del presente quimestre han aumentado en 1,9 dBA; es decir la variación de ruido en el año no ha sido bastante significativa, pero eso no quiere decir que no se deban tomar las medidas adecuadas para el control de ruido en esta zona ya que en ninguno de los dos quimestres cumplen con la Norma.

6.3.2. Moran Valverde:

En esta estación se registraron valores con un mínimo de 69,3 dBA y un máximo de 70,9 dBA. Siendo una zona comercial mixta debería cumplir con un máximo de ruido de 65 dBA en el día y 55 dBA en la noche, lo cual no se cumple para ninguno de los dos horarios.

Los valores diarios mantienen una relación de intensidad de ruido, es decir los valores de ruido no fluctúan considerablemente entre los días de la semana, siendo menor el miércoles con 69,3 dBA y mayor el viernes con 70,9 dBA

Las mediciones realizadas por horarios presentan una mayor intensidad en la tarde, seguida por la mañana, y llegando a ser más baja en la noche. Esto se debe a que por la tarde existe mayor afluencia de vehículos y personas por el horario de almuerzo y salida de colegios. A pesar de que los niveles de ruido disminuyen en la noche no cumplen con la norma, esto se debe a que el trole tiene un funcionamiento de 24 horas en esa estación y existen bastantes personas que requieren de ese servicio, sin olvidar que la afluencia de vehículos no baja notablemente con relación a los otros dos horarios.

En esta estación no se puede realizar una comparación con el quimestre anterior debido a que es un punto nuevo.

6.3.3. Quitumbe:

Los valores de ruido ambiental registrados en esta estación presentan un mínimo de 65,8 dBA y un máximo de 67,9 dBA. En esta zona tampoco se cumple con los límites establecidos en la norma ya que al ser una zona residencial múltiple debería tener valores máximos de 55 dBA en el día y 45 dBA en la noche.

Al comparar los niveles de ruido obtenidos durante la semana, se puede observar que los valores no fluctúan demasiado entre sí, teniendo un mínimo el miércoles de 65,8 y alcanzando un máximo de 67,9 el domingo.

Las intensidades de ruido obtenida en los diferentes horarios muestran un mínimo en la tarde y una relación estrecha entre la mañana y la noche, variando sólo con 0.1 dBA. Esto se debe a la cercanía del terminal terrestre de la estación, por lo que la afluencia de vehículos pesados y livianos es casi constante.

Comparando los valores de ruido obtenidos en este quimestre con los valores obtenido en el 2009 se puede decir que ha habido un incremento en de 6,1 dBA. Esto se debe a

que los valores del quimestre anterior se vieron alterados con la construcción y apertura del nuevo terminal, como se menciona en el punto 8.1.5 de la Tesis de Díaz, y en este quimestre el terminal estaba ya en pleno funcionamiento.

6.3.4. Guamani:

Las intensidades de ruido medidos en esta estación varían desde un mínimo de 73,9 dBA y un máximo de 76 dBA, incumpliendo con la norma, ya que al ser una zona residencial mixta debería presentar valores máximos de de 55 dBA en el día y 45 dBA en la noche como se dispone en la Norma.

Los valores de ruido ambiental diarios medidos en esta estación no varían cuantiosamente entre los 7 días de la semana, siendo casi constantes, con un mínimo de 74 dBA el sábado y alcanzando un máximo de 76,1 dBA el jueves, lo cual es un indicativo del tránsito permanente en la zona.

Al comparar los niveles de ruido en los tres horarios, se ha encontrado que las intensidades son mayores en la mañana, legando a ser iguales por la tarde y la noche, sin embargo esta diferencia que se presenta es mínima, con una variación de 0,5 dBA. Esto se debe a la circulación constante en el día de vehículos pesados y livianos.

Esta estación no se la puede comparar con exactitud con los valores obtenidos en el 2009 debido a que se tomó un diferente punto de monitoreo, sin embargo al comparar el sector Guamani los datos obtenidos este quimestre equivalen a 75,5 dBA y los del 2009 a 62,7 dBA, habiendo una diferencia de 12,8 dBA. Esto se debe a que el punto seleccionado este quimestre se encontraba en plena Av. Maldonado, en cabio el punto monitoreado del 2009 se encontraba alejado de la avenida.

El cambio de la estación de monitoreo se lo realizó ya que se consideró que mayores niveles de ruido ambiental se generaban en el punto monitoreado este quimestre debido a la gran afluencia de vehículos livianos y pesados y a la constante circulación de los mismos; siendo así la nueva estación una zona vulnerable a este tipo de contaminación, pues sobrepasa en gran medida los niveles establecidos por la normativa como se ha mencionado con anterioridad.

CAPITULO 7. MODELOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO DE TRÁFICO RODADO

7.1. MODELOS PROPUESTOS:

7.1.1. Sánchez:

El nivel de emisión de referencia LRE se calcula a 25 metros del centro de la calzada.

La ecuación del modelo de emisión es el siguiente:

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(Q_1 + 8 \cdot Q_p) + C_{vel} + C_{pav} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = flujo de vehículos ligeros por hora

Q_p = flujo de vehículos pesados por hora

C_{vel} = corrección por velocidad de circulación de los diferentes vehículos.

En la Tabla 1 se presentan las correcciones por velocidad que se deben tomar en cuenta:

Tabla: Valores C_{vel} para distintas velocidades de circulación. 7.1.1 - 1

Velocidad (km / h)	C_{vel} (dBA)
<50	0
60	1
70	2
80	3
90	4

En la siguiente tabla se muestra la corrección por pavimento, en donde se considera el tipo de calzada presente y su influencia en los niveles de emisión de la fuente:

Tabla: Valores C_{pav} para los distintos tipos de Pavimento. 7.1.1 - 2

Tipo de Pavimento	C_{pav} (dBA)
Asfalto liso	-0,5
Asfalto rugoso	0
Hormigón	1,5
Adoquinado	4

(Álvarez et al, 2008)

7.1.2. Cortn:

En este modelo, el índice descriptor del nivel sonoro es el percentil L_{10} a 1 hora.

$$L_{básico} = 42,2 + 10 \cdot \log(Q_1) + C_{vel} + C_{low} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = Número de vehículos ligeros por hora.

La corrección para otra velocidad y tráfico compuesto viene dada por:

$$C_{vel} = 33 \cdot \log\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10 \cdot \log\left(1 + 5 \cdot \frac{P}{V}\right) - 68,8$$

Donde:

V = velocidad del flujo de tráfico en km/h.

P = proporción de vehículos pesados en %.

Este modelo adiciona un ajuste al considerar un flujo de vehículos bajo y distancia pequeña entre la fuente y el receptor. Se califica como flujo bajo al inferior a 200 vehículos por hora.

$$C_{low} = -16,6 \cdot \log\left(\frac{30}{d'}\right) \cdot \log^2\left(\frac{Q_1}{200}\right)$$

Donde:

d' es la distancia directa desde la fuente al receptor.

(Álvarez. et al, 2008; Arana. Et al, 2000)

7.2. DATOS:

7.2.1. El Camal:

	VEHÍCULOS LIVIANOS (Q _l /5 min)	VEHÍCULOS PESADOS (Q _p /5 min)	VELOCIDAD (km / h)
LUNES	19	1	38,1
MARTES	19	1	40,0
MIERCOLES	16	1	35,3
JUEVES	18	1	35,9
VIERNES	20	1	40,6
SABADO	17	2	39,9
DOMINGO	17	1	39,4

7.2.2. Moran Valverde:

	VEHÍCULOS LIVIANOS (Q _l /5 min)	VEHÍCULOS PESADOS (Q _p /5 min)	VELOCIDAD (km / h)
LUNES	57	11	43,3
MARTES	61	14	41,9
MIERCOLES	43	10	49,2
JUEVES	58	14	47,7
VIERNES	64	16	49,1
SABADO	71	10	49,4
DOMINGO	66	11	47,6

7.2.3. Quitumbe:

	VEHÍCULOS LIVIANOS (Q_l/5 min)	VEHÍCULOS PESADOS (Q_p/5 min)	VELOCIDAD (km / h)
LUNES	58	12	40,1
MARTES	44	6	45,4
MIERCOLES	52	13	38,4
JUEVES	51	8	41,0
VIERNES	60	10	41,2
SABADO	65	6	42,7
DOMINGO	53	6	40,0

7.2.4. Guamani:

	VEHÍCULOS LIVIANOS (Q_l/5 min)	VEHÍCULOS PESADOS (Q_p/5 min)	VELOCIDAD (km / h)
LUNES	51	20	41,4
MARTES	50	19	40,8
MIERCOLES	70	16	39,1
JUEVES	71	18	37,9
VIERNES	58	21	42,6
SABADO	61	16	40,0
DOMINGO	67	18	39,4

7.3. CÁLCULOS:

A continuación se presentará un ejemplo de los cálculos realizados para obtener los resultados de los modelos de tráfico rodado propuestos. Para este ejemplo se tomarán los datos obtenidos de la estación El Camal del día lunes.

Cabe resaltar que para todos los cálculos que se realizarán se tomará en cuenta una distancia de 25 m.

7.3.1. Sánchez:

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(Q_1 + 8 \cdot Q_p) + C_{vel} + C_{pav}$$

Donde:

Q_1 = El valor del número de vehículos recogido en el campo equivale a 5 minutos, por lo que hay que transformar dicho valor a 1 hora. El valor a utilizar será 228 vehículos/h.

Q_p = Se transforma el valor recolectado en campo a 1 hora. El valor que se ocupará para los cálculos será 12 vehículos/h.

C_{vel} = Dado que la velocidad es 38,1 km/h y comparándola con la Tabla 7.1.1 - 1, el valor que se ocupara es igual a cero ya que la velocidad medida es < 50 km/h

C_{pav} = El tipo de pavimento encontrado en las calles de Quito es asfalto rugoso y según la tabla 7.1.1 – 2 el valor a utilizar será 0; hay que tener en cuenta que se utilizará el mismo valor para todos los cálculos.

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(228 + 8 \cdot 12) + 0 + 0$$

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(324) + 0 + 0$$

$$LRE = 35,1 + 25,10 + 0 + 0$$

$$\mathbf{LRE = 60,2}$$

7.3.2. Cortn:

$$L_{\text{básico}} = 42,2 + 10 \cdot \log(Q_1) + C_{\text{vel}} + C_{\text{low}}$$

$$C_{\text{vel}} = 33 \cdot \log\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10 \cdot \log\left(1 + 5 \cdot \frac{P}{V}\right) - 68,8$$

Donde:

$$V = 38,1$$

P = Para calcular este valor se suma el número de vehículos pesados y livianos, la cual va a representar el 100%; posteriormente se realiza el cálculo de porcentaje de los vehículos pesados. En este caso el valor utilizado va a ser igual a 5.

$$C_{\text{vel}} = 33 \cdot \log\left(38,1 + 40 + \frac{500}{38,1}\right) + 10 \cdot \log\left(1 + 5 \cdot \frac{5}{38,1}\right) - 68,8$$

$$C_{\text{vel}} = 33 \cdot \log(91,2) + 10 \cdot \log(1,66) - 68,8$$

$$C_{\text{vel}} = 64,7 + 2,19 - 68,8$$

$$C_{\text{vel}} = -1,9$$

$$C_{\text{low}} = -16,6 \cdot \log\left(\frac{30}{d'}\right) \cdot \log^2\left(\frac{Q_1}{200}\right)$$

Donde:

$$d' = 25 \text{ m}$$

$$Q_1 = 228 \text{ vehículos/h}$$

$$C_{\text{low}} = -16,6 \cdot \log\left(\frac{30}{25}\right) \cdot \log^2\left(\frac{228}{200}\right)$$

$$C_{low} = -16,6 \cdot \log(1,2) \cdot \log^2(1,14)$$

$$C_{low} = -16,6 \cdot 0,079 \cdot 3,23 \cdot 10^{-3}$$

$$C_{low} = -4,25 \cdot 10^{-3}$$

$$L_{básico} = 42,2 + 10 \cdot \log(228) + (-1,9) + (-4,25 \cdot 10^{-3})$$

$$L_{básico} = 42,2 + 23,57 + (-1,9) + (-4,25 \cdot 10^{-3})$$

$$L_{básico} = 63,8$$

7.3.3. Porcentaje De Error:

El valor experimental obtenido a 25 m en la estación El Camal del día lunes es igual a 63.6

$$\% E = \left| \frac{\text{Valor Teórico} - \text{Valor Expeimental}}{\text{Valor Teórico}} \right| * 100$$

$$\% E_{Sánchez} = \left| \frac{60,2 - 63,6}{60,2} \right| * 100$$

$$\% E_{Sánchez} = 5,6 \%$$

$$\% E_{Cortn} = \left| \frac{63,8 - 63,6}{63,8} \right| * 100$$

$$\% E_{Sánchez} = 0,4 \%$$

7.4. RESULTADOS:

7.4.1. El Camal:

	Q_I/h	Q_P/h	VELOCIDADES (km / h)	SÁNCHEZ LRE (dBA)	Leq EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	228	12	38,1	60,2	63,6	5,6
MARTES	228	12	40,0	60,2	64,9	7,8
MIERCOLES	192	12	35,3	59,7	64,9	8,7
JUEVES	216	12	35,9	60,0	64,2	6,9
VIERNES	240	12	40,6	60,4	63,3	4,9
SABADO	204	24	39,9	61,1	65,7	7,6
DOMINGO	204	12	39,4	59,9	64	6,9

	Q_I/h	Q_P/h	VELOCIDADES (km / h)	P (%)	CORTN $L_{básico}$ (dBA)	Leq EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	228	12	38,1	5	63,8	63,6	0,4
MARTES	228	12	40,0	5	64,0	64,9	1,5
MIERCOLES	192	12	35,3	6	63,3	64,9	2,6
JUEVES	216	12	35,9	5	63,6	64,2	1,0
VIERNES	240	12	40,6	5	64,1	63,3	1,3
SABADO	204	24	39,9	11	65,0	65,7	1,0
DOMINGO	204	12	39,4	6	63,6	64	0,6

	%E SÁNCHEZ	%E CORTN
LUNES	5,6	0,4
MARTES	7,8	1,5
MIERCOLES	8,7	2,6
JUEVES	6,9	1,0
VIERNES	4,9	1,3
SABADO	7,6	1,0
DOMINGO	6,9	0,6

PROMEDIO	6,9	1,2
----------	-----	-----

7.4.2. Morán Valverde:

	Q_I / h	Q_P / h	VELOCIDADES (km / h)	SÁNCHEZ LRE (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	680	136	43,3	67,6	70,2	3,9
MARTES	732	164	41,9	68,2	70,4	3,2
MIERCOLES	516	120	49,2	66,8	70,4	5,4
JUEVES	696	172	47,7	68,3	70,1	2,6
VIERNES	772	196	49,1	68,8	70,8	3,0
SABADO	848	120	49,4	67,7	69,7	3,0
DOMINGO	788	128	47,6	67,7	68,9	1,8

	Q_I / h	Q_P / h	VELOCIDADES (km / h)	P (%)	CORTN <i>L</i> _{básico} (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	680	136	43,3	17	71,3	70,2	1,5
MARTES	732	164	41,9	18	71,7	70,4	1,9
MIERCOLES	516	120	49,2	19	70,9	70,4	0,7
JUEVES	696	172	47,7	20	72,1	70,1	2,8
VIERNES	772	196	49,1	20	72,6	70,8	2,4
SABADO	848	120	49,4	12	71,6	69,7	2,7
DOMINGO	788	128	47,6	14	71,5	68,9	3,7

	%E SÁNCHEZ	%E CORTN
LUNES	3,9	1,5
MARTES	3,2	1,9
MIERCOLES	5,4	0,7
JUEVES	2,6	2,8
VIERNES	3,0	2,4
SABADO	3,0	2,7
DOMINGO	1,8	3,7

PROMEDIO	3,3	2,2
----------	-----	-----

7.4.3. Quitumbe:

	Q_I / h	Q_P / h	VELOCIDADES (km / h)	SÁNCHEZ LRE (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	700	148	40,1	67,9	69,5	2,5
MARTES	528	72	45,4	65,5	68,6	4,7
MIERCOLES	620	152	38,4	67,7	67,4	0,5
JUEVES	616	96	41,0	66,5	69,0	3,8
VIERNES	720	120	41,2	67,4	70,0	3,9
SABADO	784	68	42,7	66,3	69,7	5,1
DOMINGO	640	72	40,0	65,9	70,0	6,1

	Q_I / h	Q_P / h	VELOCIDADES (km / h)	P (%)	CORTN <i>L</i> _{básico} (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	700	148	40,1	17	71,4	69,5	2,6
MARTES	528	72	45,4	12	69,5	68,6	1,3
MIERCOLES	620	152	38,4	20	71,2	67,4	5,3
JUEVES	616	96	41,0	13	70,2	69,0	1,7
VIERNES	720	120	41,2	14	70,9	70,0	1,4
SABADO	784	68	42,7	8	69,9	69,7	0,3
DOMINGO	640	72	40,0	10	69,6	70,0	0,6

	%E SÁNCHEZ	%E CORTN
LUNES	2,5	2,6
MARTES	4,7	1,3
MIERCOLES	0,5	5,3
JUEVES	3,8	1,7
VIERNES	3,9	1,4
SABADO	5,1	0,3
DOMINGO	6,1	0,6

PROMEDIO	3,8	1,9
----------	-----	-----

7.4.4. Guamani:

	Q_I/h	Q_P/h	VELOCIDADES (km / h)	SÁNCHEZ LRE (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	612	244	41,4	69,2	77,3	11,7
MARTES	600	228	40,8	68,9	75,7	9,8
MIERCOLES	844	192	39,1	68,9	76,9	11,7
JUEVES	852	216	37,9	69,2	77,6	12,1
VIERNES	696	248	42,6	69,4	76,8	10,8
SABADO	728	196	40,0	68,7	74,7	8,7
DOMINGO	800	220	39,4	69,2	76,5	10,6

	Q_I/h	Q_P/h	VELOCIDADES (km / h)	P (%)	CORTN <i>L</i> _{básico} (dBA)	<i>Leq</i> EXPERIMENTAL A 25 m	%E
LUNES	612	244	41,4	29	72,5	77,3	6,6
MARTES	600	228	40,8	28	72,3	75,7	4,8
MIERCOLES	844	192	39,1	19	72,2	76,9	6,5
JUEVES	852	216	37,9	20	72,5	77,6	7,0
VIERNES	696	248	42,6	26	72,7	76,8	5,7
SABADO	728	196	40,0	21	72,1	74,7	3,6
DOMINGO	800	220	39,4	22	72,5	76,5	5,6

	%E SÁNCHEZ	%E CORTN
LUNES	11,7	6,6
MARTES	9,8	4,8
MIERCOLES	11,7	6,5
JUEVES	12,1	7,0
VIERNES	10,8	5,7
SABADO	8,7	3,6
DOMINGO	10,6	5,6
PROMEDIO	10,8	5,7

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES:

- γ Se puede concluir que los niveles de ruido en la zona sur de Quito son considerablemente altos, y que en ninguna de las estaciones monitoreadas se cumple con lo establecido en la Normativa Ecuatoriana; las principales fuentes de ruido en esta zona son los vehículos livianos, buses, tracto camiones, uso excesivo del claxon, por los habitantes y personas que circulaban por las zonas monitoreadas. Además, estos niveles de ruido pueden traer consecuencias de salud a la población quiteña, siendo alguno de ellos ya evidentes, como la creciente irritabilidad y el aumento de estrés en los ciudadanos.

- γ Como se pudo observar en el mapa quimestral, la estación de Guamani es la estación más ruidosa de la ciudad de Quito, alcanzando valores máximos de hasta 76 dBA, siendo su principal fuente de ruido la circulación constante de vehículos livianos y pesados.

- γ La estación de Quitumbe presenta niveles de ruido con un máximo de 67,9 dBA, siendo su principal fuente de ruido la circulación de vehículos livianos, trole y buses provinciales e interprovinciales.

- γ Como se mencionó, el uso de suelo de la estación Moran Valverde es comercial mixta, debido a la existencia de la fábrica EDESA. Sin embargo, se puede concluir que los niveles de ruido en este sector es principalmente influenciado por la circulación de vehículos pesados y livianos, dando como valor mínimo monitoreado en la zona 69,4 dBA; mientras que el ruido de fondo tomado en esta estación fue de 53,9 dBA, considerando que la fábrica estaba en constante funcionamiento a la hora que se tomó dicha medición.

- γ En la estación el Camal, el valor máximo monitoreado fue de 66,3 dBA, siendo las principales fuentes de ruido la circulación de vehículos livianos, circulación de las personas y ladridos de perros. Por otro lado, hay que considerar la existencia del Hospital de la zona, que a pesar de que se encuentra en el lado menos ruidoso de la

estación, el ruido de los alrededores influye en el nivel de ruido necesario para la tranquilidad requerido por los pacientes.

- γ Los valores de fondo medido en cada estación son inferiores a los valores obtenidos durante los monitoreos en los diferentes horarios.

En la estación El Camal el promedio de valor de fondo obtenido fue de 45,5 dB A, siendo 45 dBA el máximo establecidos por la normativa para el horario de la noche. Esta diferencia se da debido a que el punto cero de la estación se encuentra cerca al Hospital Municipal Materno Infantil San José de Sur, por lo que existe movimiento de personas y vehículos livianos.

En la Morán Valverde el valor de fondo medido fue de 53,9 dB A, siendo el máximo permisible para la noche 55 dB A. A pesar de que cumple con la norma ambiental, el valor obtenido es elevado y cercano al límite permisible, esto se debe al funcionamiento del Trole durante las 24 horas en esta estación, habiendo así gran afluencia de personas; sin olvidar el funcionamiento de la fábrica localizada cerca de la estación monitoreada.

En la estación Quitumbe el nivel de fondo obtenido fue de 46,8 dB A, dicho valor sobrepasa los 45 dB A establecidos por la normativa para el horario de la noche. Esto se debe a la circulación de vehículos, en su mayoría livianos.

En Guamani el valor de fondo medido es de 58,9 sobrepasando el límite permisible de 45 dB A en la noche. El principal motivo para que se exceda la ley en esta estación es por la circulación de vehículos livianos y pesados, como buses interprovinciales, tracto camiones, volquetas.

- γ Las velocidades medidas en el campo no sobrepasan los 50 km/h en todas las estaciones. En El Camal este efecto se da debido a que es una zona por donde circula bastante gente. En las estaciones Moran Valverde, Quitumbe y Guamani la causa de las bajas velocidades es por la existencia de un semáforo al inicio de los 100 m y por una elevada densidad del tráfico.

- γ Las estaciones de El Camal, y Guamani al ser zonas residenciales mixtas el ruido ambiental se ve influenciado por otras fuentes de ruido como ladridos de perros, circulación de la gente, distribuidores de gases, uso excesivo de pito y comerciantes de la zona; mientras que en la Moran Valverde y en Quitumbe una fuente adicional de

ruido, que genera variaciones mínimas en las mediciones, es la circulación de la gente por la zona monitoreada.

- γ La metodología utilizada en los monitoreos fue la correcta, debido a que al tomar 5 mediciones en cada punto de la estación pasando 5 minutos se pudo obtener valores representativos, ya que algunas veces se obtenían mediciones cuando la afluencia de tráfico era considerable lo que subía las mediciones y otras veces no circulaban autos o su número era mínimo.
- γ De los modelos de predicción de tráfico rodado desarrollados en el presente trabajo, se puede concluir que el más idóneo a ser utilizado y el que mejor se adapta a las condiciones del Distrito Metropolitano es el Modelo de Cortn ya que presenta porcentajes de error inferiores a los de Sánchez.
- γ En la estación El Camal los niveles de presión sonora calculados mediante los modelos de Sánchez y Cortn son inferiores a los valores obtenidos en los monitoreos con el sonómetro, y presentan porcentaje de errores de 6,9 y 1,2 respectivamente.
En la estación Moran Valverde los valores obtenidos mediante el modelo de Sánchez son inferiores a los obtenidos por los monitoreos presentando un porcentaje de error de 3,3; mientras que los valores calculados con el modelo de Cortn son superiores a los valores obtenidos durante los monitoreos, con un porcentaje de error de 2,21
En la estación Quitumbe se repite el mismo efecto de la estación Moran Valverde obteniendo porcentajes de error de 3,8 para Sánchez y de 1,9 para Cortn.
En la estación Guamani los valores obtenidos mediante los modelos son inferiores, en ambos casos, a los valores medidos con el sonómetro en el campo; presentando errores de 10,8 para Sánchez y 5,7 para Cortn.
- γ En las estaciones Guamani y El Camal los modelos de Sánchez y Cortn presentan valores inferiores a los obtenidos durante el quimestre de monitoreo debido a que las fuentes adicionales de ruido en estas zonas son constantes y de gran influencia en el ruido ambiental.
En las estaciones de Quitumbe y Morán Valverde el modelo de Cortn, que se ajusta más a la realidad de la ciudad, presenta valores superiores a los monitoreados durante el quimestre debido a la presencia de un número elevado de vehículos pesados y

livianos en esta zona, considerando que la circulación de los vehículos en ambas estaciones es la fuente principal y más influyente en el ruido ambiental.

8.2. **RECOMENDACIONES:**

- γ Debido a la extensión del Distrito Metropolitano de Quito se recomienda establecer otros puntos de monitoreo diferentes a los muestreados, ya que existen otras zonas que generan niveles de ruido considerables en la ciudad.

- γ Se recomienda que para futuros estudios se escojan estaciones sin limitaciones físicas y que cumplan con los 100m a cada lado del punto cero.

- γ Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el modelo de Cortn para predecir los niveles de ruido de la ciudad generados por los vehículos.

- γ Se recomienda recolectar más datos en campo, adicionales a los tomados en este trabajo, para poder comparar más modelos de predicción de ruido de tráfico rodado y así elegir el modelo que mejor se ajuste a las condiciones de nuestra ciudad.

BIBLIOGRAFÍA:

- G.A. Acústica. (2003). Aplicaciones al Estudio del Ruido. Disponible en:
<http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html>
- Álvarez, J.; Suarez, E. (2008). Estudio comparativo de modelos de predicción de ruido de tráfico rodado utilizando mediciones en la ciudad de Osorno. Disponible en:
http://www.sea-acustica.es/Buenos_Aires_2008/a-132.pdf
- Arana, M.; Martínez A.; Aleixandre, A.; M.L. San Martín; Vela A. (2000). MODELOS DE PREDICCIÓN DEL RUIDO DE TRÁFICO RODADO. COMPARACIÓN DE DIFERENTES STANDARDS EUROPEOS. Acústica. Disponible en:
<http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4350ba015.pdf>
- Berglund, B; Lindvall, T; Schwela, D. (1999). Guías para el Ruido Urbano. Disponible en:
<http://www.cepis.org.pe/bvsci/E/fulltext/ruido/ruido2.pdf>
- Burneo C. (2007). Contaminación Ambiental por Ruido y estrés en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- Coral, K. (2009). Control de la Contaminación por Ruido. Cátedra de Tratamiento de Gases. UISEK. Quito, Ecuador (Documento no Publicado)
- Diamant, R.M. E. (1974). Prevención de la Contaminación. MAPFRE. Madrid, España.
- Díaz J. 2009. Elaboración de un mapa de Contaminación Acústica del Distrito Metropolitano de Quito – Sur. Tesis de Grado previo a la obtención de título de tercer nivel, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- El Comercio (2007). Quito: una campaña para reducir el ruido. Disponible en:
http://ww1.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id_noticia=106802&id_seccion=11

- CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile. (2009). Ruido. Disponible en:
http://www.conama.cl/portal/1301/articles-46156_recurso_1.pdf

- Harris, C M. (1995). Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. (3ra. Ed.). McGraw Hill. Madrid, España.

- Izurieta A. 2009. Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad de la Ubicación de los Puntos de Monitoreo para la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 4 (Norte Quito). Tesis de Grado previo a la obtención de título de tercer nivel, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.

- Martin, R. (1977). Derecho Ambiental. Instituto de estudios de Administración. Madrid, España.

- Mena, P. (1991). Principales Problemas Ambientales, de Salud Pública y Saneamiento del Ecuador (2da. Ed.) Fundación Natura. Quito, Ecuador.

- Meisser, M. (1973). Acústica de los Edificios. ETA. Barcelona, España.

- Miyara, F. (2010). Acústica Urbana. Uruguay. Disponible en:
<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/urbano.pdf>

- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2009, noviembre). Disponible en:
http://www.quito.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=39&Itemid=66

- Ordenanza Metropolitana 213

- Resolución N° 001 – DMMA 2007 – Ordenanza 213

- Rubianes, F. (2009). Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental para Determinar la Ubicación de los más Apropriadada de los Puntos de Monitoreo para la Red Mínima de

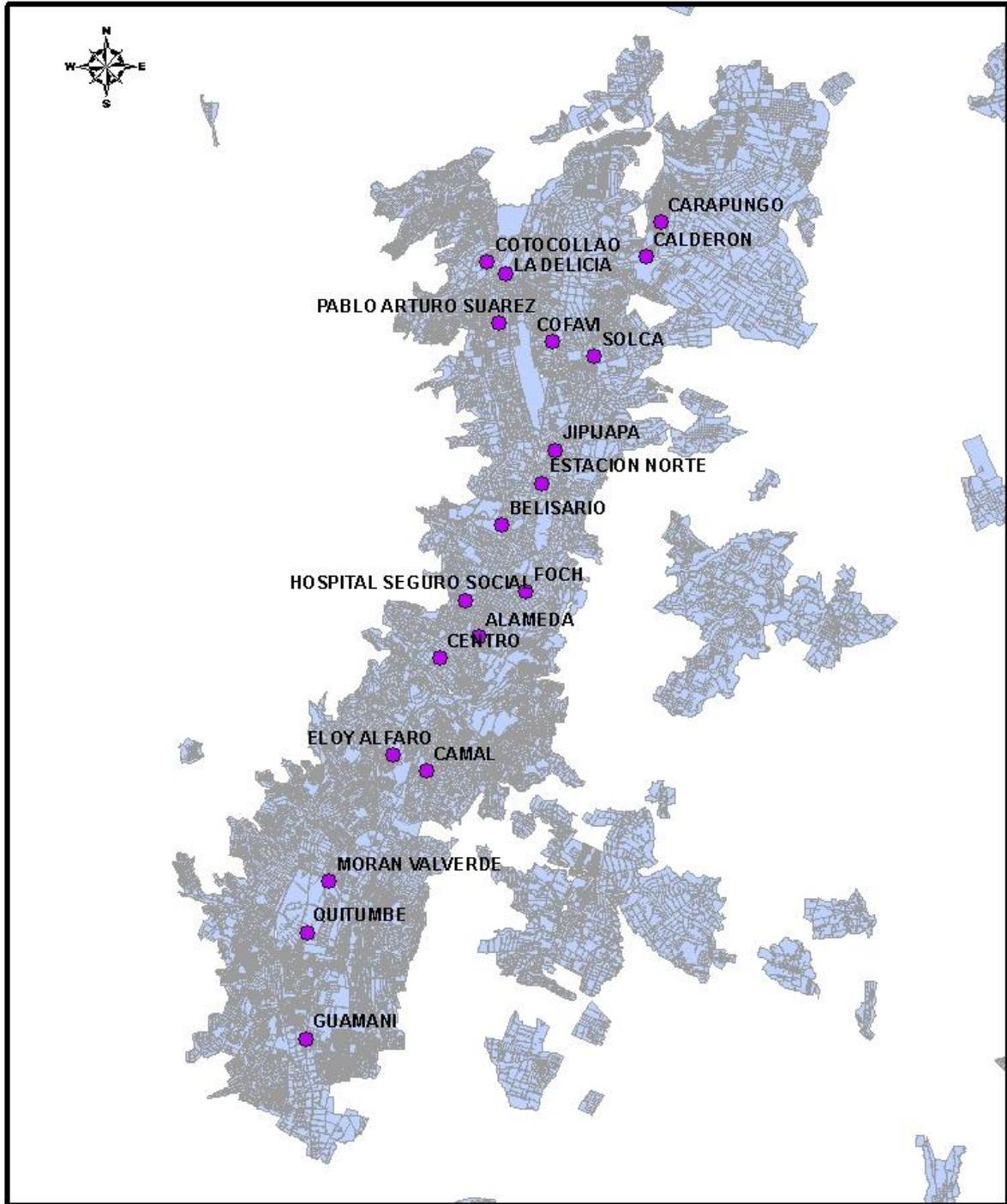
Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 2 Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco. Tesis de Grado previo a la obtención de título de tercer nivel, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.

- Salvador, S. (2010). Mapas de Ruido Urbano. Instituto de Acústica. Madrid. Disponible en:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Ywme4w9E0qUJ:www.elruido.com/ferias/coreses/documentos/Presentación%2520Coreses%2520%2520J%2520S%2520Santiago.pps+mapas+de+ruido+urbano&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Sanguinet, J. (2006). Tipos de Ruido. Disponible en:
<http://www.controlderuido.com.ar/tipos-de-ruídos.html>
- Tulas. Libro VI, Anexo 5. Límites permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones. Ministerio de Ambiente de la República del Ecuador.
- Vásquez N. (2009). Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad para la Ubicación de los Puntos de Monitoreo de la Red de Monitoreo Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona Norte. Tesis de Grado previo a la obtención de título de tercer nivel, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

ESTACIONES MONITOREADAS



LEYENDA

● ESTACIONES

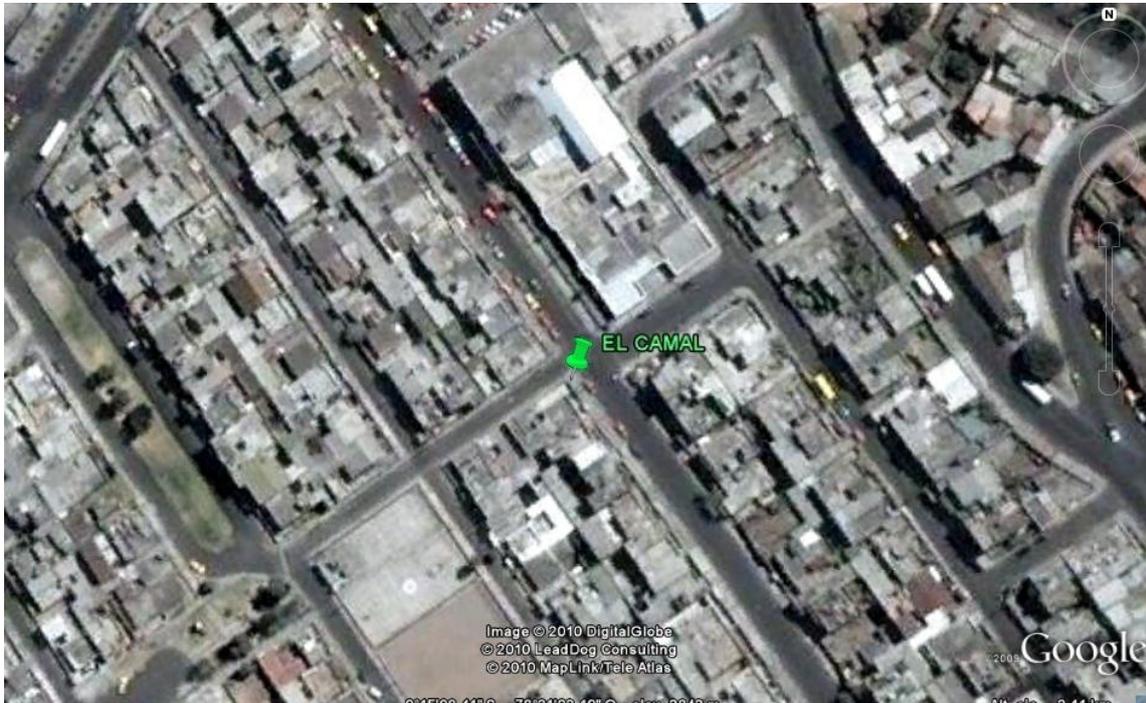
0 0.015 0.03 0.06 0.09 0.12 0.15 Kilometers

ANEXO 2

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ESTACIONES MONITOREADAS

◦ *El Camal:*

Imagen de Google Earth



Punto Cero de la Estación



Al Norte de la Estación



Al Sur de la Estación



AL Este de la Estación



Al Oeste de la Estación



◦ **Morán Valverde:**

Imagen de Google Earth



Punto Cero de la Estación



Al Norte de la Estación



Al Este de la Estación



Al Oeste de la Estación



Fábrica del Sector

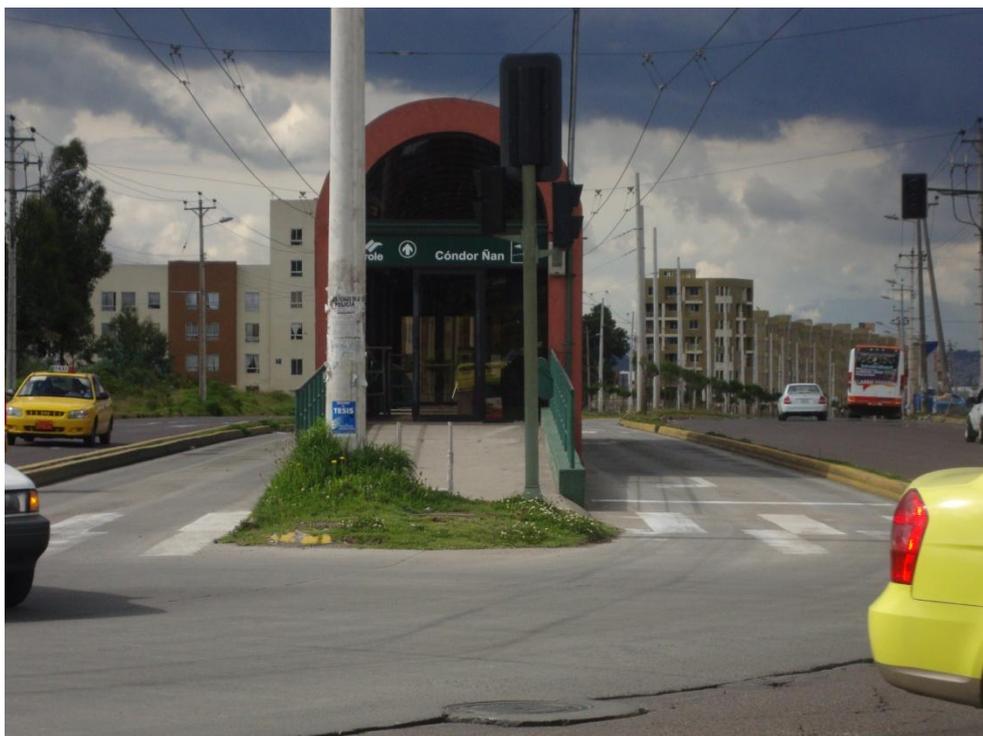


Quitumbe:

Imagen de Google Earth



Punto Cero de la Estación



Al Norte de la Estación



Al Sur de la Estación



Al Este de la Estación



Al Oeste de la Estación



Guamani:

Imagen de Google Earth



Punto Cero de la Estación



Al Norte de la Estación



Al Sur de la Estación



Al Este de la Estación



Al Oeste de la Estación



ANEXO 3

***TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO IV
DE LA TESIS DE Rubianes, F. (2009)***

ANEXO 4

***TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO IV
DE LA TESIS DE Izurieta A. (2009)***

ANEXO 5

***TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO VII
DE LA TESIS DE Vásquez N. (2009).***

ANEXO 6

***TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDAS DEL CAPÍTULO V DE
LA TESIS DE Díaz J. (2009)***