



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN SECTORES URBANOS,  
TURÍSTICOS Y DE ENTRETENIMIENTO: CASO DE ESTUDIO  
SECTOR LA MARISCAL, QUITO.

AUTORES

Remigio Miguel Vásconez Barragán  
Ana Belén Pila Prado

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN SECTORES  
URBANOS, TURÍSTICOS Y DE ENTRETENIMIENTO: CASO DE ESTUDIO  
SECTOR LA MARISCAL, QUITO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingenieros de Sonido y Acústica

Profesor guía  
Ing. Luis Alberto Bravo Moncayo

Autores  
Remigio Miguel Vásquez Barragán  
Ana Belén Pila Prado

Año  
2017

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Luis Alberto Bravo Moncayo  
Ingeniero Acústico  
CI: 1711710606

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Miguel Ángel Chaves  
Máster of Science  
CI: 1710724848

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES**

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Remigio Miguel Vásquez Barragán  
C.I. 0201384781

---

Ana Belén Pila Prado  
C.I. 0604661090

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la bendición de poder culminar esta etapa de nuestras vidas desarrollando este trabajo. A nuestras familias por su apoyo y su amor incondicional.

Al MSc. Luis Bravo por encaminarnos en este proceso y al MSc. Miguel Ángel Chávez por su valioso aporte. A todos los profesores que de una u otra forma contribuyeron con nuestra formación académica y nos transmitieron sus conocimientos.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a nuestros amados padres y familia. A nuestros compañeros y amigos que hicieron este viaje con nosotros. Gracias por todas las experiencias compartidas.

## RESUMEN

Este trabajo busca realizar una valoración de la aportación de las actividades de ocio y entretenimiento al ruido ambiental de la parroquia urbana “La Mariscal” de la ciudad de Quito. En primer lugar se utilizó un software de simulación de ruido de tráfico como herramienta principal para modelar los niveles de contaminación acústica, ya que esta es la principal fuente de contaminación ambiental del sector. Además se establecieron puntos de medición de corto plazo y puntos en los que el sonómetro permaneció midiendo durante 15 horas para corroborar y ajustar el modelo y así obtener un mapa de ruido que se ajusta a la realidad de la urbe. Una vez que se conocieron los niveles de contaminación acústica causada por los vehículos se procedió a realizar mediciones in situ de la contaminación causada por bares, restaurantes y discotecas de la parroquia para evaluar el aporte de estas actividades al entorno. Se concluyó que las actividades nocturnas de ocio elevan en un 20% el nivel de contaminación acústica y no cumplen con los niveles máximos permisibles que estipula la ley para los diferentes usos de suelo.

## **ABSTRACT**

This research aims to make an assessment of the contribution of leisure and entertainment activities to the environmental noise of the urban area of "La Mariscal" in Quito. First, traffic noise simulation software was used as the main tool for modeling traffic noise pollution levels, as this is the main source of environmental pollution in the sector. In addition, short-term measurement points and long-term monitoring stations were established to corroborate and adjust the noise pollution traffic model to obtain a noise map that fits the reality of the city. Once the levels of noise pollution caused by the vehicles were known, an in situ measurement of the pollution caused by bars, restaurants and discos of the area of study was carried out to evaluate the contribution of these activities to the environment. It was concluded that nocturnal leisure activities increase the level of noise pollution by 20% and do not respect the maximum permissible levels stipulated by law for different land uses.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General .....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	3
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Alcance.....	4
1.5 Justificación .....	4
2. Marco Teórico .....	5
2.1 Ruido producido por tránsito vehicular.....	5
2.1.1 Ruido de vehículos.....	6
2.1.2 Fuentes de ruido en vehículos .....	7
2.1.3. Ruido de propulsión o motor .....	8
2.1.2.2 Ruido de admisión .....	9
2.1.2.3 Ruido de escape.....	9
2.1.2.4 Ruido de frenos .....	10
2.1.2. 5 Ruido de rodadura .....	10
2.2 Ruido de ocio .....	15
2.3 Ruido urbano.....	17
2.3.1 Efectos de ruido urbano .....	17
2.3.2 Molestia.....	19
2.4 Mapas de ruido.....	20
2.4.1 Tipos de mapas estratégicos .....	22
2.4.2 Datos previos a la ejecución de un mapa de ruido.....	23
2.4.3 Descriptores de ruido de tránsito vehicular .....	24
2.4.4 Modelamiento.....	28
2.4.4.2 Recolección de datos .....	28

2.4.4.3 Cálculo de ruido.....	31
2.4.4.4 Modelos de predicción de ruido de tránsito vehicular .....	31
2.4.4.5 Software de modelamiento .....	34
2.4.4.6 Elaboración de un mapa de ruido.....	35
2.4.4.7 Estimación de la población expuesta.....	37
2.4.4.8 Planes de acción .....	38
<b>2.5 Planificación territorial.....</b>	<b>39</b>
2.5.1 Entretenimiento .....	42
<b>2.6 Legislación .....</b>	<b>42</b>
2.6.1 Normativa Nacional .....	43
2.6.1.1 Ley de Gestión Ambiental.....	43
2.6.1.2 Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....	44
2.6.2.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente .....	44
2.6.2.4 De la Calidad Ambiental .....	45
2.6.2 Normativa Municipal.....	46
2.6.2.1 Capítulo II De la contaminación acústica.....	46
2.6.2.2 Capítulo III De la contaminación vehicular.....	47
<b>3. Descripción de la situación actual de La Mariscal .....</b>	<b>47</b>
3.1 Ubicación.....	52
3.2 Población.....	53
3.3 Clima .....	54
3.4 Urbanización .....	54
3.4.1 Vías.....	55
3.4.2 Uso de suelo .....	57
<b>4. Metodología.....</b>	<b>59</b>
4.1 Generación de mapas de ruido por modelamiento computacional .....	59

4.2 Levantamiento digital del terreno.....	66
4.3 Creación de una base de datos geográficos.....	71
4.3.2 Proyección de edificaciones.....	75
4.3.3 Modelamiento de tránsito vehicular.....	79
4.3.3.1 Adiciones por señalización .....	91
4.3.3.2 Nivel de emisión en parqueaderos .....	93
4.3.4 Áreas de atenuación, absorción del terreno.....	95
4.4 Receptores y cálculo de niveles sonoros.....	96
4.4.1 Puntos medición.....	99
4.5 Validación del modelo .....	105
5. Resultados .....	112
5.1 Mapa de ruido Lden (Día-tarde-noche).....	112
5.2 Mapa de ruido de periodo diurno (07-19h).....	113
5.3 Mapa de ruido de periodo vespertino (19-23h) .....	114
5.4 Mapa de ruido de periodo nocturno (23-07h).....	115
5.5 Análisis de los resultados .....	115
5.5.1 Resultados de tránsito vehicular .....	116
5.5.2 Resultados de descriptores de ruido por vías .....	117
5.5.3 Resultados de mediciones vs. simulación en la zona crítica.....	120
5.5.3 Resultados de población expuesta.....	120
6. Conclusiones y recomendaciones .....	123
6.1 Conclusiones.....	123
6.2 Recomendaciones.....	124
6.2.1 Proyecciones.....	125
REFERENCIAS.....	126
ANEXOS .....	133

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes

En la actualidad el ruido es considerado un contaminante invasivo que causa graves daños a la salud. El ruido en la ciudad está directamente asociado con toda actividad humana, especialmente en áreas urbanizadas, y relacionado con el desarrollo del transporte y la industria (Pinto y Mardones, 2008). En Europa, de acuerdo a la Directiva 2002/49/EC, relacionada con la molestia y el manejo del ruido ambiental, los Estados Miembros deben realizar mapas estratégicos de ruido y su correspondiente plan de acción para mitigar el impacto del ruido y sus efectos. Un ejemplo es la comunidad autónoma de Navarra en España en la cual se menciona que la mayor causa de exceso en los límites permisibles de ruido es el tráfico (Arana et. al., 2012). Así también en Madrid (Martínez y Moreno, 2005), donde se realizó un análisis espacio temporal del ruido ambiental urbano. Ambos ejemplos tienen una población de más de 250.000 habitantes, factor importante mencionado en la directiva.

En los países de América del Sur, no existe ninguna directiva regional a la cual atenderse, sin embargo ciertos países cuenta con alguna ley que menciona la elaboración de mapas de ruido. Varios países han realizado mapas de ruido para la evaluación de la contaminación acústica, sobre todo en ciudades capitales como Buenos Aires (Ausejo et. al. 2010), amparada por la Ley 1540. Barrios de Río de Janeiro en los cuales se evidencia que el ruido de tráfico sobrepasa los límites permitidos según la zonificación de uso de suelo (Pinto et. Al. 2009). La ciudad de Puerto Montt en Chile (Lobos 2008), Santiago de Chile (Suárez y Barros, 2014), Medellín (Yépez et. al., 2009), Cartagena (Quiñones-Bolaños et al., 2016), entre otras ciudades también han realizado sus respectivos mapas de ruido. Los trabajos antes mencionados sólo toman

en cuenta el ruido de tránsito vehicular al momento de realizar sus análisis, pero en un estudio realizado en Santiago de Chile se describe una técnica para la elaboración de mapas de ruido en zonas de ocio (Marzzano et.al., 2014) , el cual es similar al análisis realizado en este estudio. En Ecuador se cuenta con el Texto Unificado de Legislación Ambiental “TULSMA”, el cual menciona en su Anexo 5 lo siguiente: “Corresponde a los GAD Municipales con una población mayor o igual a 250.000 habitantes elaborar mapas de ruido ambiental como una herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica y la planificación territorial.” También menciona que la autoridad ambiental puede requerir la elaboración de un mapa de ruido a ciudades de menor cantidad de habitantes. (TULSMA, 2015).

Como ejemplo de lo antes mencionado, el Municipio de la ciudad de Azogues solicitó la elaboración de uno de estos mapas para conocer los niveles de contaminación a los cuales se encuentran expuestos los ciudadanos y tomar medidas al respecto basándose en la norma nacional, la cual determina los niveles apropiados de ruido en las distintas zonas de uso de suelo (Delgado y Martínez, 2015).

En el cantón de Quito no se han encontrado estudios que indiquen la generación de mapas de ruido en zonas de ocio, pero se debería empezar su construcción, ya que Quito cuenta con una población de 2,239.191 habitantes, que representa el 86.9% respecto a la provincia de PICHINCHA. (INEC, 2010) En cuanto a los mapas de ruido, estos son una herramienta que permite una visualización rápida y sencilla de la distribución de los niveles de ruido en determinadas áreas. Es un método muy eficiente de evaluación del ruido urbano, y muy utilizado para la planificación territorial (Olayinka, 2013).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar el impacto que genera la actividad turística y de entretenimiento en el ruido ambiental de la parroquia de la Mariscal.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un mapa estratégico de ruido para la parroquia La Mariscal utilizando técnicas de modelación y simulación geoestadística.
- Analizar los niveles sonoros generados por actividades turísticas y de entretenimiento a través de mediciones en puntos estratégicos.
- Relacionar los niveles de ruido con las características urbanas, el tránsito vehicular y la actividad nocturna de entretenimiento.

## **1.3 Hipótesis**

Los locales en los que se realizan actividades de ocio y de entretenimiento como son los restaurantes, karaokes, y bares; son las fuentes de ruido de mayor aportación en el sector turístico de la parroquia La Mariscal del DMQ.

Este estudio pretende comprobar que estas fuentes de ruido afectan negativamente junto al ruido de tránsito rodado. También se pretende evaluar si la población de la parroquia La Mariscal se encuentra expuesta a niveles de ruido que superan los umbrales de seguridad sugeridos por la OMS.

## **1.4 Alcance**

En esta investigación, más allá de la realización de un mapa de ruido de tráfico para la parroquia de La Mariscal, se pretende evaluar el aporte de las fuentes de ruido generado por actividades turísticas y de ocio especialmente bares y discotecas. Esto se realizará a través de la comparación de niveles sonoros asociados al ruido vehicular, con las emisiones de otras fuentes fijas como actividad comercial, turística y de ocio, determinados a través de mediciones acústicas.

Para esta investigación, la valoración de la contaminación acústica se fundamenta en la representación gráfica de los niveles sonoros en un mapa estratégico de ruido de toda la parroquia a través del modelo predictivo RLS-90, usado en muchos estudios similares en varios países de América (Castro Pinto, F. y Moreno Mardones, M., 2009, Bastián-Monarca et al., 2016). Los datos obtenidos de la simulación servirán para relacionar y comparar: los niveles de ruido producido por la circulación de vehículos con los niveles generados por actividades de entretenimiento y turismo, con el fin de conocer cuál es el aporte que generan estas fuentes al ruido ambiental. Así mismo se pretende evaluar la cantidad de población expuesta a contaminación acústica en el sector evaluado.

## **1.5 Justificación**

La contaminación acústica constituye una problemática ambiental que se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial de la sociedad actual. La exposición al ruido puede provocar diferentes efectos en la salud y bienestar de las personas, que van desde simples molestias hasta problemas clínicos no reversibles. (Quiroz - Arcentales y otros., 2013, p. 2).

Debido a que la contaminación acústica representa un problema ambiental, y considerando que los efectos del ruido pueden producir graves afecciones en la

salud de las personas; la importancia del presente proyecto de investigación radica en la generación de información sobre la contaminación acústica en la parroquia Mariscal.

La distribución de esta información mediante mapas sonoros permite una fácil interpretación acerca de la afectación de este contaminante. También es necesario establecer lineamientos para ordenamiento territorial y control de las actividades relacionadas con el aumento de los niveles sonoros en espacios turísticos.

Uno de los causantes de la contaminación ambiental en la actualidad es el desarrollo mecánico y automotriz, el mismo que contribuye con fuentes de ruido fijas y móviles.

Otro factor que produce contaminación son las actividades que conducen a la concentración de un gran número de personas, así como también la utilización de maquinaria y artefactos para la producción de bienes y servicios.

Este enfoque se desarrolla con profundidad en el presente estudio considerando que el sector analizado es en su mayor parte de tipo comercial.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Ruido producido por tránsito vehicular**

El ruido vehicular es por mucho la fuente principal de ruido ambiental de cualquier ciudad del mundo en la actualidad. Hoy en día se pueden observar autos en todo lugar, sin importar si son ciudades de alto o bajo nivel adquisitivo. Se estima que aproximadamente hay 578 vehículos por cada 1000 habitantes en el este de Europa. En Estados Unidos la relación es de 812 y en Canadá de

626. Por otro lado en el Centro y Sur de América la cifra es de 150 (Murphy & King, 2014).

El ruido de tránsito vehicular es el resultado de la contribución colectiva de todo vehículo con un común denominador: un motor de combustión interna. El ruido generado por esta fuente no es el mismo en todos los vehículos. Varios factores como su tipo, potencia y la velocidad a la que circulan; y hasta en ocasiones el individuo que lo conduce pueden variar el nivel de ruido que esta fuente es capaz de emitir al exterior (Barti, 2013).

A baja velocidad el ruido del motor es el que domina, mientras que a altas velocidades predomina el ruido de rodadura. La velocidad a la que el ruido de rodadura comienza a dominar en relación al ruido del motor se denomina velocidad de cruce o crossover y varía dependiendo del tipo de vehículo. Los vehículos pesados tienen una velocidad de crossover más alta que los vehículos livianos (Murphy & King, 2014).

### **2.1.1 Ruido de vehículos**

Para analizar el ruido de vehículos, primero se categorizará a los vehículos en cuatro grupos (Barti, 2013):

- Coches (gasolina/ Diesel)
- Vehículos pesados (Diesel con potencia de 50 a 250 kW y capacidades de 3,5 a 38 Tm)
- Vehículos comerciales ligeros (gasolina/ Diesel)
- Motocicletas

Se puede realizar una simplificación haciendo solamente dos grupos:

- Vehículos ligeros (<1525 Kg)
- Vehículos pesados (>1525 Kg)

El ruido que generan estos vehículos depende de:

- Tipo de vehículo (motocicleta, camión, bus, auto)

- Medidas correctoras del ruido empleadas en su diseño
- Condiciones de mantenimiento
- Modo de conducción (velocidad, cambios de marcha, frenos, aceleración/desaceleración)
- Condiciones de propagación (superficies reflectantes, absorbentes)

Existen dos métodos para medir el nivel de ruido que genera un vehículo individual:

La primera está descrita en la normativa ISO R362:1961 y la otra que es muy similar se encuentra en la normativa inglesa BS 4325:1966 (Barti, 2013).

### 2.1.2 Fuentes de ruido en vehículos

Aunque en la actualidad los autos son mucho más silenciosos, el foco del ruido aun sigue siendo el motor o propulsión, y el ruido de los neumáticos en contacto con la calzada conocido como ruido de rodadura. Existen también otros factores que contribuyen al ruido de los autos como se observa en la figura 1.

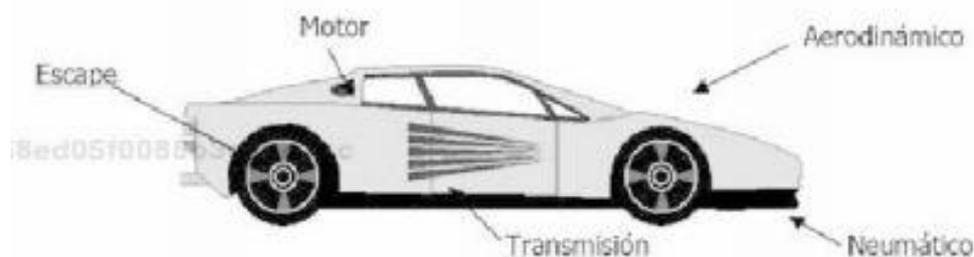


Figura 1. Contribución de todas las fuentes de ruido de un vehículo  
Tomado de Domingo, 2010, p. 233

Para conocer el ruido que cada parte del vehículo está generando es necesario utilizar técnicas para silenciar las demás partes del vehículo mientras se mide la de interés. este procedimiento se debe realizar rápidamente, caso contrario

pueden generarse accidentes.



Figura 2. Contribución de las diferentes partes del vehículo al ruido generado  
Tomado de Domingo, 2010, p. 236

Como se puede evidenciar en la figura 2, el ruido de motor es el que predomina junto con el ruido de rodadura, ambos son los más importantes. Le siguen el ruido del escape, el de admisión y por último el resto de los componentes que no aportan de manera significativa al ruido global del auto. Estos resultados pueden variar dependiendo de la velocidad del auto.

### 2.1.3. Ruido de propulsión o motor

El ruido de esta fuente es el principal ya que es el más ruidoso y fuente de todos los ruidos en un vehículo ya que tiene una correlación con el régimen de ruido del motor. Los autos en este sentido se clasifican en autos a gasolina y a diesel. El hecho más importante de esta clasificación radica en la forma de detonar la mezcla de combustible. Acústicamente el ruido emitido por ambos motores es distinto.

El ciclo de trabajo de los motores de combustión interna corresponden al ciclo OTTO de 4 tiempos: admisión, compresión, explosión / expansión y expulsión. El vehículo tiene 4 pistones alineados de dos en dos, mientras dos suben los otros dos bajan con un decalado de 180 grados. Esto tiene una vital importancia en el comportamiento acústico del motor.

- La alternancia de los grupos de pistones provoca que el giro del motor produzca vibraciones importantes en regímenes bajos (ralentí).
- La frecuencia acústica fundamental generada es el doble de la frecuencia de giro del motor (segundo orden motor).
- Los vehículos con más cilindros irradian menos energía.
- Las frecuencias donde un motor irradia más energía son las bajas.
- Cuando un vehículo arranca en un semáforo las frecuencias que se destacan se encuentran entre los 40 y 80 Hz.

#### **2.1.2.2 Ruido de admisión**

Este ruido no es muy fácil de detectar ya que se compone fundamentalmente de frecuencias bajas. Es menos agresivo que el ruido de motor y del escape. Los niveles de ruido de admisión en un vehículo pueden llegar a ser elevados ya que la mayoría no cuenta con silenciadores efectivos. Algunos modelos incorporan un resonador para atenuar cierta frecuencia o banda de frecuencias que sobresalen en el auto . El nivel de ruido en el interior del automotor es debido principalmente al ruido de admisión aunque también depende de las condiciones de solicitud mecánica del motor (Barti, 2013).

#### **2.1.2.3 Ruido de escape**

Sobre este ruido influye mucho el diseño del tubo de escape. Hoy en día el diseño del escape no solo debe reducir el ruido sino satisfacer las expectativas

del usuario. Esto quiere decir que un auto no tan potente suene como si lo fuera. Existen dos líneas entre las cuales los usuarios pueden elegir, un sonido que atenúe las frecuencias bajas y enfatice el de las altas frecuencias, o un sonido “deportivo” que enfatiza las frecuencias graves. También existe el sonido “deportivo elegante”, el cual enfatiza cuando se oprime el acelerador y que deja sentir cuando el motor necesita potencia (Barti, 2013). Al realizar esto se debe tener en cuenta que no se deberían sobrepasar los niveles establecidos en la normativa.

#### **2.1.2.4 Ruido de frenos**

Los frenos en sí mismos no debería generar ningún ruido. Si es así, esto es un indicador de un mal funcionamiento. Este ruido puede generarse por dos razones: desgaste de las pastillas de los frenos que hace que exista un rozamiento entre las pastillas y la superficie del disco, o por pérdida o degradación de los elementos amortiguadores que absorben las vibraciones de las pastillas de freno.

La componente frecuencial de este ruido es muy pura y se sitúa entre los 4 KHz y los 8 KHz, motivo por el cual es molesto al oído (Barti, 2013).

#### **2.1.2. 5 Ruido de rodadura**

A altas velocidades el ruido de rodadura, junto con el ruido aerodinámico, es el que más predomina en un vehículo. Este ruido se genera por la interacción del neumático al hacer contacto con el pavimento. Existen cinco factores principales que influyen en el nivel de emisión de ruido:

- Ruido de impacto del neumático contra la calzada cuando se realiza un giro.
- Ruido generado por el aire que queda atrapado dentro del labrado del neumático, que sale con violencia cuando este gira.
- Contacto de la goma con el asfalto, este ruido aumenta cuando se frena

o se acelera.

- La vibración de la carcasa del neumático.
- La vibración de la llanta.

De los factores antes mencionados se derivan muchos más que tienen que ver con las vibraciones y con el movimiento y ruido aerodinámico (Barti, 2013).

El ruido de rodadura se produce por dos fenómenos muy diferentes pero que se relacionan entre sí:

- Ruido generado por las vibraciones del neumático y efecto Horn:
  - Vibraciones radiales:  
Aparecen sobre la superficie de contacto del neumático y depende del grado de dureza del labrado y de su tamaño (a) y (b).
  - Vibraciones tangenciales:  
El labrado del neumático vibra tangencialmente debido al efecto de tracción del neumático, tanto en aceleración como en frenado (e).
  - Efecto de adhesión:  
La goma del neumático se adhiere al asfalto, lo que provoca una deformación en el labrado de la llanta en forma de alargamiento y da como resultado una vibración radial. el material o tipo de goma utilizado tiene incidencia en este efecto (c) y (d).
  - Vibraciones laterales:  
Generada por la deformación que causa el peso del vehículo sobre el perfil del neumático. El aspecto del neumático, su estructura interna y el tipo de neumático tienen un papel fundamental en que la contribución de ruido al nivel global sea mayor o menor (g).
  - “Horn effect”:  
La entrada y salida del neumático forman una geometría con el suelo que favorece la adaptación de impedancias y un mayor nivel de ruido proyectado. es como una bocina, de ahí su nombre (f).

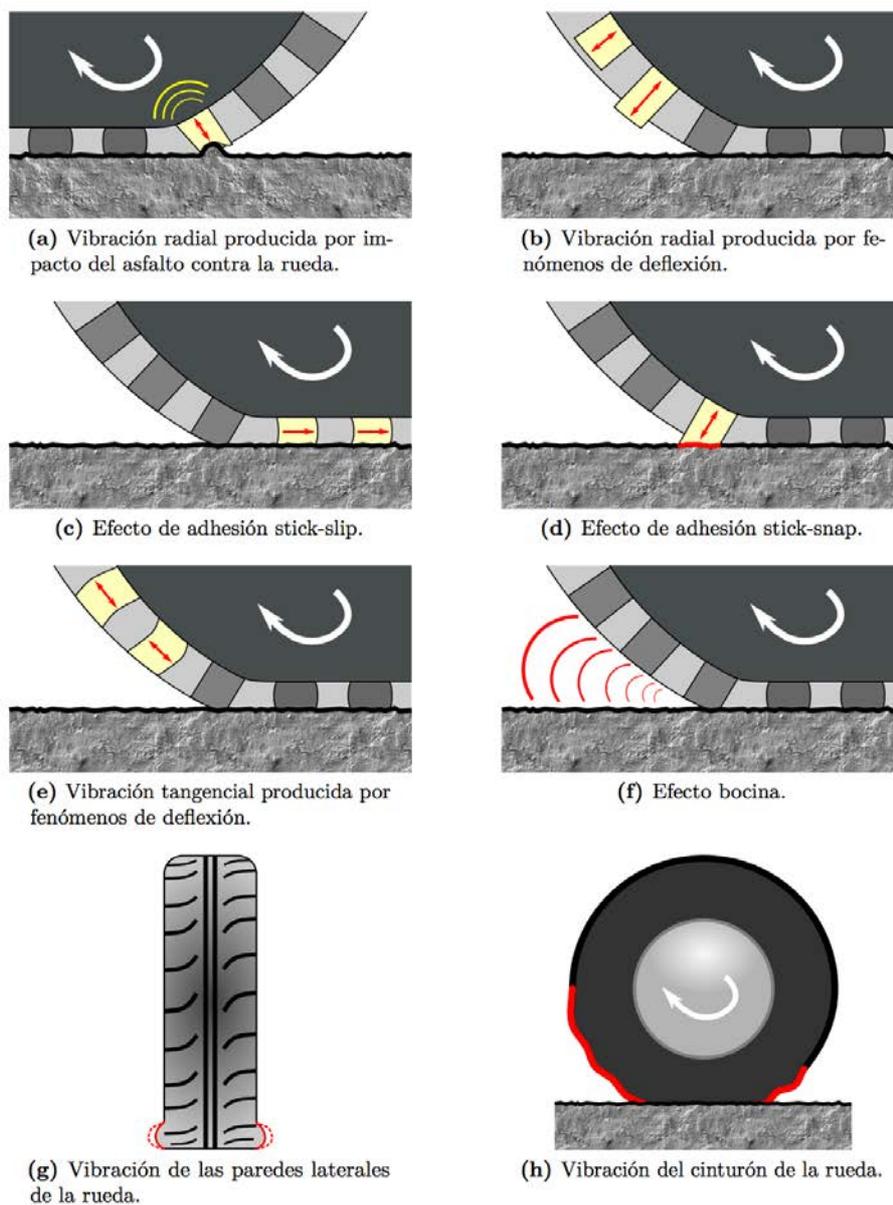


Figura 3. Mecanismos de generación de ruido por vibraciones y mecanismo de amplificación por efecto bocina.

Tomado de Alonso, J. 2014, p. 26

- Ruido generado con el movimiento y los fenómenos aerodinámicos:
  - Efecto “air pumped out”:  
Al girar el neumático, el aire que queda dentro del labrado sale con violencia debido a que es aplastado por el neumático (a).
  - Efecto “air sucked in”:

Al girar el neumático este recupera su forma original absorbiendo el aire cercano a la superficie (b).

- Resonadores de tubo:

La parte del dibujo del neumático que comunica con el exterior forma resonadores que generalmente se encuentran sintonizados a  $\lambda/4$  (c) y (d).

- Resonancia de la cavidad del neumático (Torus noise)

El volumen de aire dentro del neumático es una de las causas más importantes del ruido generado por este. La cavidad es excitada por el movimiento de rotación del neumático sobre el asfalto (e).

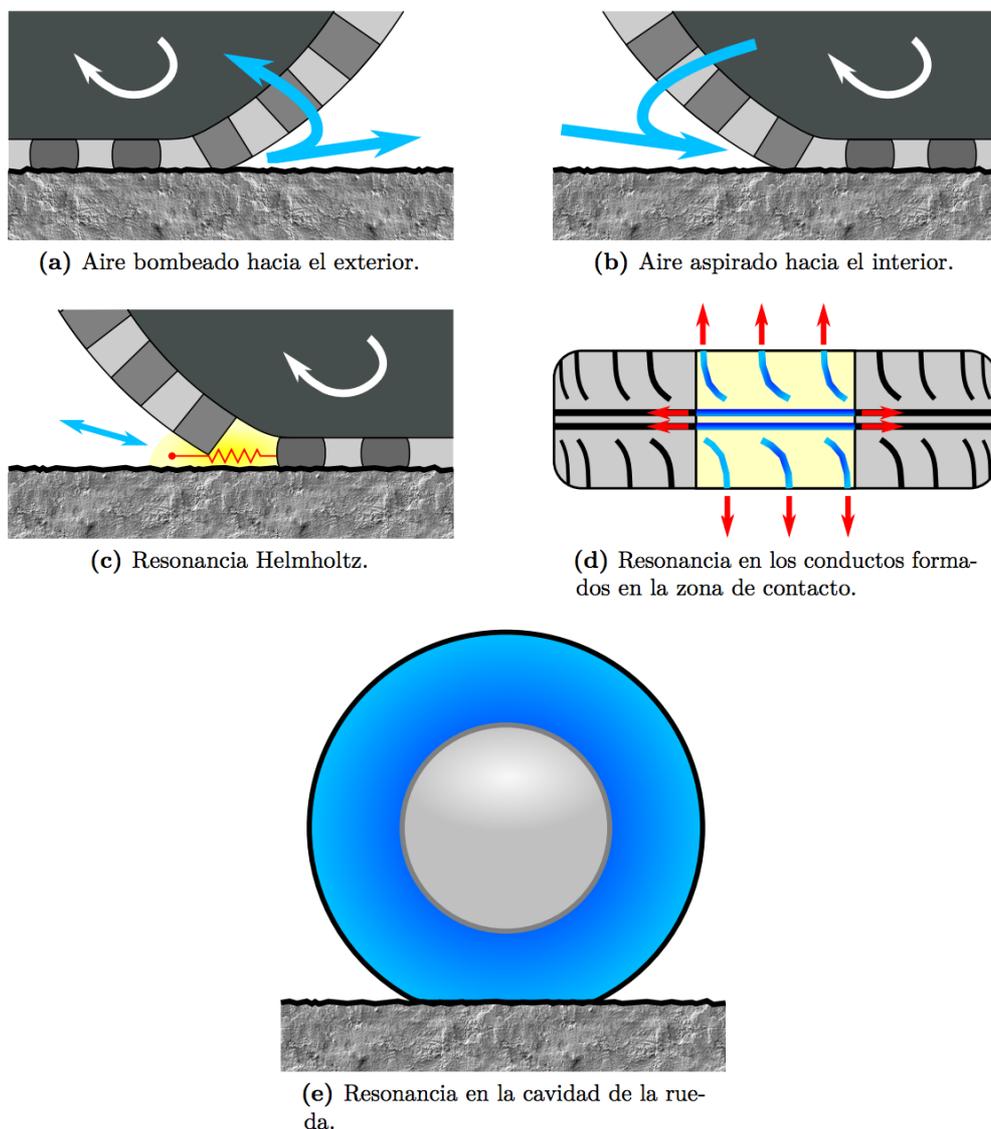


Figura 4. Mecanismos de generación de ruido basados en efectos aerodinámicos y de resonancia

Tomado de Alonso, J. 2014, p. 27

El material de la superficie de la calzada también juega un papel muy importante dentro de este ruido. Diferentes superficies tienen diferentes características de absorción. El pavimento impermeable es una superficie que refleja el ruido mientras que el pavimento poroso absorbe el ruido y reduce las reflexiones. Las superficies porosas son llamadas también superficies de bajo ruido. Estas superficies aparte de reducir el ruido considerablemente también absorben las vibraciones y son utilizados como medidas de mitigación de ruido

(Murphy & King, 2014).

## 2.2 Ruido de ocio

El estar diariamente rodeado de ruido ya es algo a lo que el ser humano está acostumbrado como una consecuencia lógica asociada a la actividad humana. Durante el período diurno se aceptan o toleran niveles de ruido que han llegado a ser “normales”, en tanto que en la noche, estos mismos niveles llegan a ser molestos. En el día se puede llegar a un nivel de 70 dB en una calle con de gran circulación, y dentro de un restaurante el nivel puede llegar a 85 dB lo cual impide tener una conversación tranquila. En restaurantes y bares al nivel de ruido generado por los asistentes hay que agregarle el nivel de la música ambiente (Barti, 2013).

En la sociedad actual se pueden identificar tres formas de exposición al ruido:

- Exposición ocupacional: Esta ocurre en situaciones o ambientes de trabajo.
- Exposición social: es voluntaria e implica la asistencia a lugares ruidosos, o el “consumo voluntario” de niveles elevados de ruido.
- Exposición ambiental: esta es involuntaria en el sentido de que no es buscada por el receptor, pero es inevitable, pues se refiere a los niveles sonoros ambientales que ocurren en el entorno del individuo.

Con respecto al ruido emitido por actividades nocturnas de diversión se puede manifestar que es una combinación entre dos tipos de exposiciones, la social y la ambiental. La mayoría de estas actividades se realizan en recintos cerrados como bares, discotecas, karaokes, entre otros.

A continuación se enumeran las características de estas actividades:

- Actividades cerradas

Estas actividades que se realizan en recintos cerrados tienen algunas

características contaminantes que fijan patrones como:

- Falta de absorción acústica, especialmente en frecuencias graves. La única absorción que se encuentra en estos lugares es únicamente la de los asistentes.
- Los modos propios del recinto. Estos modos pueden amplificar ciertas bandas agudizando el problema. Las frecuencias dependen de la forma y proporciones del lugar.
- El tipo de caja acústica que se utiliza para el refuerzo sonoro, ya que algunas proporcionan un elevado nivel de presión sonora a bajas frecuencias.

En resumen se puede argumentar que el principal problema al momento de realizar actividades de ocio en recintos cerrados es el descontrol en baja frecuencia (Barti, 2013).

- Actividades abiertas

Estas se realizan en espacios libres de cualquier obstáculo, y este se puede propagar en todas direcciones. La direccionalidad de las cajas acústicas utilizadas para reforzar el sonido puede enfatizar los niveles sonoros en algún dirección específica. Las altas frecuencias son atenuadas por la distancia y la absorción del aire, mientras que las frecuencias graves son más difíciles de atenuar por su naturaleza omnidireccional y su longitud de onda.

La diversión con amigos, distraerse de las actividades diarias y responsabilidades, y conocer gente nueva son las principales motivaciones que tienen los jóvenes para salir de noche. Un gran porcentaje de la población entre los 18 y los 45 años asegura que sale por lo menos una vez al mes. La mayoría sale el viernes y sábado en la noche y generalmente estas salidas se realizan en grupo y duran hasta altas horas de la noche (Barti, 2013).

El sector de ocio nocturno y las actividades musicales, constituyen un atractivo para el turismo y generan un importante ingreso económico al país.

## **2.3 Ruido urbano**

El ruido, al ser un contaminante también afecta la salud y bienestar del ser humano. Está comprobado que el ruido afecta a todo ser vivo y no distingue clases sociales, razas, culturas o etnias. Existe ruido todo el tiempo, en la calle, en restaurantes, bares, cafés donde se debe alzar mucho el tono de voz para que la otra persona escuche. Hay calles y barrios donde la proliferación de discotecas y bares acaba con la tranquilidad de los vecinos (Barti, 2013).

El ruido urbano puede definirse como sonido no deseado producido por actividad humana y que se considera dañino o perjudicial para la salud y la calidad de vida del hombre (Murphy & King, 2014). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación sonora es un problema común en las grandes metrópolis, teniendo como límite máximo 65 dB para la salud física y mental, aunque 50 dB debería ser el límite superior deseable. En las grandes ciudades los niveles de ruido varían su intensidad según la hora del día y el tipo de zona habitacional (Gómez, 2007).

### **2.3.1 Efectos de ruido urbano**

Los efectos del ruido sobre el ser humano se dividen en efectos audibles y efectos no audibles. Los efectos audibles son aquellos que se desarrollan directamente en el oído de la persona causando daños que en ciertas ocasiones son irreversibles. Esta incapacidad auditiva puede ser causada por un exceso de ruido recibido, un accidente grave o una enfermedad. Normalmente la pérdida de sensibilidad auditiva se presenta alrededor de los 4 KHz. A continuación se describen algunos de los efectos auditivos del ruido:

- **Presbiacúsia:** Se define como la pérdida de audición por efecto del desgaste del oído. Todos los mamíferos llegan a sufrir de este mal con el paso de los años. Afecta a la elasticidad de los tejidos y al número de

células ciliadas, las cuales responden bien a las frecuencias altas y que van disminuyendo con la edad. El ruido en las ciudades parece ser un acelerador para la pérdida auditiva.

- Desviación temporal del umbral auditivo (TTS): Implica una disminución temporal de la sensibilidad auditiva, la cual afecta más a ciertas bandas de frecuencias que a otras. La prolongada exposición a un ruido de nivel elevado enciende el sistema de autoprotección del oído que hace que la sensación de nivel o sonoridad disminuya. Esta protección es beneficiosa para el oído, éste recupera su sensibilidad total en horas, días o hasta semanas. Los factores que actúan en este efecto son el nivel sonoro, el espectro y la duración temporal del ruido. Se ha demostrado que los estímulos con tonos puros son más nocivos que los formados por ruido de banda ancha.
- Pérdida permanente del umbral auditivo: Esta lesión es más fuerte e irreversible. No se refiere a la completa pérdida de la audición pero sí a una significativa reducción de la sensibilidad, a veces en un tiempo más prolongado. En la región de los 3 a 4 KHz el deterioro se produce después de los primeros 10 años de exposición. En las frecuencias cercanas a los 2 KHz se produce después de 25 a 30 años, y en las cercanas a 1 KHz el deterioro es gradual con el tiempo.

Por otro lado están los efectos no auditivos, los cuales no se asocian al sistema de la audición sino que son del tipo cardiovascular, hormonal, psíquico, y otros. Dentro de los efectos no auditivos existen dos clasificaciones: los efectos fisiológicos y los efectos psíquicos.

Los efectos fisiológicos afectan diversos órganos y sentidos del cuerpo humano como:

- Sistema nervioso central
- Sistema cardiovascular
- Fatiga del cuerpo
- Glándulas endocrinas

- Aparato respiratorio
- Aparato digestivo
- Sistema sanguíneo
- Equilibrio
- Visión

En cuanto a los efectos psico-acústicos se manifiestan, entre otros, los que se nombran a continuación:

- Interferencia con el sueño
- Interferencia con actividades mentales y psicomotoras (efectividad)
- Cambios de humor
- Irritabilidad
- Agresividad
- Intolerancia
- Molestia

### **2.3.2 Molestia**

Se considera dentro de la categoría de efectos psíquicos, que a su vez se encuentra dentro de los efectos no auditivos del ruido. No es un efecto muy grave ni peligroso pero sí el más evidente. Su evaluación es compleja ya que varía dependiendo de la persona y es subjetiva (Pérez y Bolaños, 1990). Factores no acústicos como la edad, estado socioeconómico y miedo al ruido juegan un papel importante en la determinación del nivel de molestia. Se estima que solo el 33% de la molestia tiene que ver con parámetros acústicos (Barti, 2013). El grado de molestia está íntimamente ligado con la capacidad de control de la fuente de ruido. Si no se dispone de control sobre la fuente ruidosa el grado de irritación e intolerancia crece, y en consecuencia el grado de molestia percibido.

El ruido producido por tránsito vehicular generalmente es más molesto en las

horas de la noche cuando la gente descansa, pero también afecta negativamente la conducta diaria de los afectados (Barti, 2013). La molestia es el indicador más utilizado en asentamientos urbanos con el fin de fundamentar estándares sanitarios y de calidad de vida, aunque existan otros cofactores que influyen en su vivencia (Barceló y Guzmán, 2009).

Un sonido se convierte en ruido cuando impide o dificulta realizar alguna actividad. En el caso de las actividades musicales, la baja frecuencia es la causa de mayor molestia en las viviendas cercanas a sitios donde se desarrollan actividades de ocio. (Barti, 2013).

## **2.4 Mapas de ruido**

En cuanto a los mapas de ruido, estos son una herramienta que permite una eficiente visualización de la distribución de los niveles de ruido en determinadas áreas geográficas. Es un método muy eficiente de evaluación del ruido urbano, y muy utilizado para la planificación territorial. Esta técnica como herramienta de planificación permite (Olayinka, 2013):

- La cuantificación de ruido en el área de estudio
- Evaluación de la exposición al ruido de la población
- Creación de una base de datos, para la planificación urbana con la localización de las actividades ruidosas y zonas mixtas y sensibles
- La modelización de diferentes escenarios de evolución futura
- Predicción del ruido de impacto de la infraestructura y actividades industriales

La elaboración de mapas de ruido puede hacerse usando mediciones reales en puntos estratégicos, usando modelos de predicción mediante simulaciones, o como se hará en este caso, combinar la simulación con mediciones (Pinto y Mardones 2008).

La confección de un mapa de ruido “in situ” requiere de muchos recursos humanos y materiales, razón por la cual no todas las ciudades pueden darse el

lujo de realizar un mapa sonoro. La Directiva Europea obliga la realización de mapas sonoros a ciudades cuya población es de más de 250.000 habitantes. Una herramienta muy útil para llevar a cabo estos mapas son los programas informáticos de simulación que realizan previsiones de niveles de ruido. Estos programas son usuales por las ventajas que ofrecen, sobre todo a nivel económico. (Barti, 2013).

Los parámetros que definen la metodología de un mapa de ruido son función de:

- Objetivo de la realización del mapa
- Planificación de las medidas de nivel de ruido
- Métodos experimentales de medida
- Descriptores de ruido utilizados en las mediciones

En cuanto a la planificación de las mediciones existen dos posibilidades:

- Medida en retícula de puntos: En este método se procede a definir una cuadrícula sobre el plano de la ciudad, y se procede a medir en estos puntos. En caso de que no sean accesibles o caigan dentro de manzanas los puntos son anulados. Normalmente la retícula oscila entre los 100 m y 250 m.
- Medida en calles o viales: Al realizar este tipo de medida se asignan uno o más puntos en cada una de las calles o viales de la zona de estudio. Su planteamiento fundamental es que el tránsito vehicular es la principal fuente de ruido (Domingo, 2013)

Por otro lado los mapas estratégicos de ruido se definen como un mapa diseñado para la evaluación global de la exposición al ruido en un área definida debido a diferentes fuentes de ruido, o en general para predecir una gran área. Mientras que el mapa de ruido solamente se enfoca en presentar datos de ruido, el mapa estratégico de ruido se concentra primordialmente en la evaluación de la exposición al ruido bajo los términos de la Directiva de Ruido Ambiental (END) (Murphy y King, 2014). Los mapas estratégicos de ruido

toman en cuenta la población expuesta al ruido, las viviendas expuestas, las zonas que superan los valores límite y toma como fuentes el transporte y la industria.

Los mapas estratégicos de ruido siguen las pautas de la Comisión Europea y deben realizarse bajo criterios metodológicos muy concretos con el fin de poder ser comparados con los demás países de la UE. Los países miembros tienen la obligación de dar a conocer al público la información colectada junto con sus resultados. Estos mapas son el punto de partida para el diseño e implementación de Planes de Acción y deben describir los siguientes apartados:

- La situación acústica existente, en función de un determinado indicador de ruido.
- El exceso de ruido en relación a los límites permitidos. Identificar zonas con afecciones de mayor importancia contra las que se deben implementar planes de acción.
- Identificar zonas tranquilas o de especial protección acústica.
- Número estimado de viviendas, escuelas, hospitales que en el área de estudio estén expuestas al ruido.
- Población expuesta a niveles de ruido.
- La superficie total afectada por el ruido.
- Orientación hacia la ordenación territorial en el futuro.

#### **2.4.1 Tipos de mapas estratégicos**

La Comisión Europea trata dos puntos de vista de la contaminación acústica: El emisor, que es el que contamina, y el receptor, que es el afectado, la población en general. Por esto, se pone más atención a las poblaciones humanas más densas, o a grupos sensibles que hay que salvaguardar. Estos mapas se realizan tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Las aglomeraciones, donde se determina el ruido procedente de cada

tipo de fuente.

- Las carreteras y autopistas principales.
- Las grandes líneas de ferrocarril.
- Los grandes aeropuertos.

El resto de actividades humanas no se toma en cuenta en la realización de mapas estratégicos, dejando de lado una importante fuente de ruido en ciudades densamente pobladas (DIRECTIVA 2002/49/CE).

El mapa estratégico de ruido contará con dos partes principales:

**Mapa de niveles sonoros:** Mapas que reflejan los niveles sonoros del terreno formado por líneas isofónicas realizados a partir de cálculos o medidas de niveles sonoros en puntos receptores que abarcan la zona de estudio considerada.

**Mapa de exposición al ruido:** Aquí figuran viviendas, edificios y población expuestos a determinados niveles de ruido, y otros datos exigidos por la Directiva. Los niveles en este mapa se miden en la fachada de los edificios y eliminando el efecto de las reflexiones.

#### **2.4.2 Datos previos a la ejecución de un mapa de ruido**

Antes de realizar el mapa de ruido ya sea mediante simulación, medición “in situ” o la combinación de ambos métodos, se debe tener la siguiente información:

Receptores de ruido:

- Censo de población, escuelas, hospitales.
- Autoridades involucradas.
- Receptores cerca de la infraestructura o ejes de comunicación
- Usos y tipologías de uso del suelo desde el punto de vista de

zonificación acústica.

- Datos cartográficos disponibles.

Fuentes de ruido:

- Descripción de vías de tránsito.
- Caracterización y descripción de las fuentes de ruido. Ruido de fondo. Datos de ubicación, dimensiones y datos de tránsito.
- Modelización del tramo contemplado y sus intersecciones. Densidad de circulación, velocidad, puntos de aceleración y frenado (Barti, 2013).

### 2.4.3 Descriptores de ruido de tránsito vehicular

La evaluación de la exposición al ruido se realiza utilizando los siguientes indicadores:

- **Nivel continuo equivalente  $L_{eq}$**

Este indicador nació en los años 60s para evaluar la exposición de los trabajadores al ruido industrial. Se define como el ruido de nivel constante que aporta la misma energía que el ruido fluctuante medido. Su aplicación se fundamentó en que se consideró al ruido en el interior de una fábrica como ruido continuo. Su ventaja es que se trata de una integración energética, pero su desventaja es el abuso de su uso con integraciones elevadas y su indiscriminado uso en todo tipo de señales. El nivel continuo equivalente se calcula a partir del valor cuadrático medio de la presión ponderada A en un período de observación T, que es igual a  $t_2 - t_1$ .

$$L_{Aeq} = 10 * \log \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A^2(t)}{p_{ref}^2} \right) * dt \right] (\text{dBA}) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Los equipos de medición pueden ser programados para proporcionar el  $L_{eq}$  cada  $t_i$  segundos. Las variaciones de  $t_i$  se pueden calcular así:

$$L_{Aeq} = 10 * \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \Delta t_i * 10^{\frac{(L_{\lambda m})}{10}} (\text{dBA}) \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde N es el número total de intervalos en los que se divide T y  $(L_{Aeq})_i$  es el nivel continuo equivalente ponderado A en el intervalo i-ésimo. Si todos los intervalos de muestreo son de la misma duración, es decir que la Variación de  $t_i =$  Variación de t, la ecuación anterior se simplifica:

$$L_{Aeq} = 10 * \log \frac{\Delta t}{N * \Delta t} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{\lambda m})}{10}} =$$

$$10 * \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{\lambda m})}{10}} \text{ (dBA)} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

- **L<sub>den</sub>**

Indicador de ruido anual que describe el promedio día-tarde-noche (day-evening-night) con ponderación A del nivel de presión sonora durante un año completo, y está dado por la siguiente ecuación:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{L_{day}/10} + 4 * 10^{L_{evening} + 5/10} + 8 * 10^{L_{night} + 10/10} \right)$$

(Ecuación 4)

Donde:

$L_{day}$  es el nivel ponderado A del período día

$L_{evening}$  es el nivel ponderado A del período atardecer

$L_{night}$  es el nivel ponderado A del período nocturno

El período diurno toma en cuenta el horario de 07:00 - 19:00, mientras que el período de la tarde y noche es de 19:00 - 23:00 y de 23:00 - 07:00 respectivamente.

El factor de ponderación de la ecuación anterior está diseñado tomando en cuenta el aumento de la molestia en diferentes períodos a lo largo del día, por lo tanto, el aumento de 10 al nivel de la noche y 5 al de la tarde. esto significa que la evolución del ruido nocturno tiene una penalización con respecto a los niveles límite (Murphy y King, 2014)

- **L<sub>dn</sub>**

En 1972, la agencia Americana de Protección del Medio Ambiente (EPA) adopta este indicador como método para evaluar la molestia del ruido sobre la población, tomando como base la subdivisión del período de medida en dos partes: día y noche. Este parámetro se puede definir como el nivel equivalente durante un período de 24 horas, pero teniendo en cuenta un peso diferente para los niveles diurnos y nocturnos. La expresión del L<sub>dn</sub> es la siguiente:

$$L_{dn} = 10 * \log \left( \frac{1}{24} \left( 15 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 * 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right) \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

L<sub>d</sub> es el nivel equivalente diurno entre las 7:00 y las 22:00

L<sub>n</sub> es el nivel equivalente nocturno entre las 22:00 y las 7:00

(Barti, 2013).

- **Nivel percentil L<sub>10</sub> y L<sub>90</sub>**

Este análisis de nivel de presión acústica resulta muy útil para evaluar la exposición real de la población al ruido. Si un ruido presenta mayor variabilidad de nivel resulta más molesto, aunque mantenga el mismo nivel global L<sub>eq</sub>. El uso de estos indicadores es muy ventajoso para evaluar objetivamente el nivel de molestia que causa el ruido.

El percentil L<sub>n</sub> se define como el valor del nivel de presión sonora que ha estado superado durante el n% del tiempo de medición. Estos parámetros se aplican a cualquier tipo de ruido discontinuo pero son de especial aplicación para el ruido vehicular. Cuando se aplica para el tránsito vehicular, la distribución estadística ilustra el tipo de vehículos que circulan durante la medición. Permite saber si el tránsito era fluido o había congestión, si se realizó la medida en una calle poco transitada o

en un cruce. La desventaja es que sólo toma en cuenta niveles y no frecuencias, lo que a veces puede resultar confuso.

El  $L_{10}$  representa el nivel de presión sonora que ha estado superando a los demás niveles de medición durante el 10% del tiempo de dicha medición. Es característico de los niveles elevados captados durante la medición. Se considera un indicador de los máximos niveles obtenidos durante la medición.

El  $L_{90}$  representa el nivel de presión sonora que ha estado superado durante el 90% del tiempo de la medición. Caracteriza los niveles inferiores o ruido residual obtenido de la recolección de información sonora.

La diferencia entre el  $L_{10}$  y el  $L_{90}$  se denomina **clima de ruido**, y es una medida de la separación de los niveles de ruido máximos y el ruido residual obtenidos durante la medida. Este valor será más elevado mientras más discontinua sea la muestra de ruido medida, y esto puede suceder por la presencia de semáforos, cruces o cualquier otro sistema regulatorio. Cuanto mayor sea el valor de la diferencia, mayor será la molestia que se produce sobre la ciudadanía. El resultado de este valor puede ser contrario al  $L_{eq}$ , ya que el  $L_{eq}$  solamente es un promedio energético (Barti, 2013).

- **Traffic Noise Index**

Este parámetro fue formulado por Griffiths y Langdon en 1968, y hace referencia a un índice que presenta relación entre el ruido generado por el tránsito vehicular y el grado de insatisfacción a la población. Valora mucho mejor el nivel de molestia que el  $L_{eq}$ . Su fórmula es:

$$TNI = 4 * (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Este descriptor es útil para ruido de tránsito discontinuo, el cual ocurre sobre todo en la noche, donde el nivel de molestia aumenta (Barti, 2013)

#### 2.4.4 Modelamiento

La figura que se presenta a continuación muestra un esquema estandarizado de los pasos prácticos para la elaboración de un mapa de ruido. Estos son sólo una base o guía práctica de los procesos que se deben ejecutar y se explicará los más importantes.

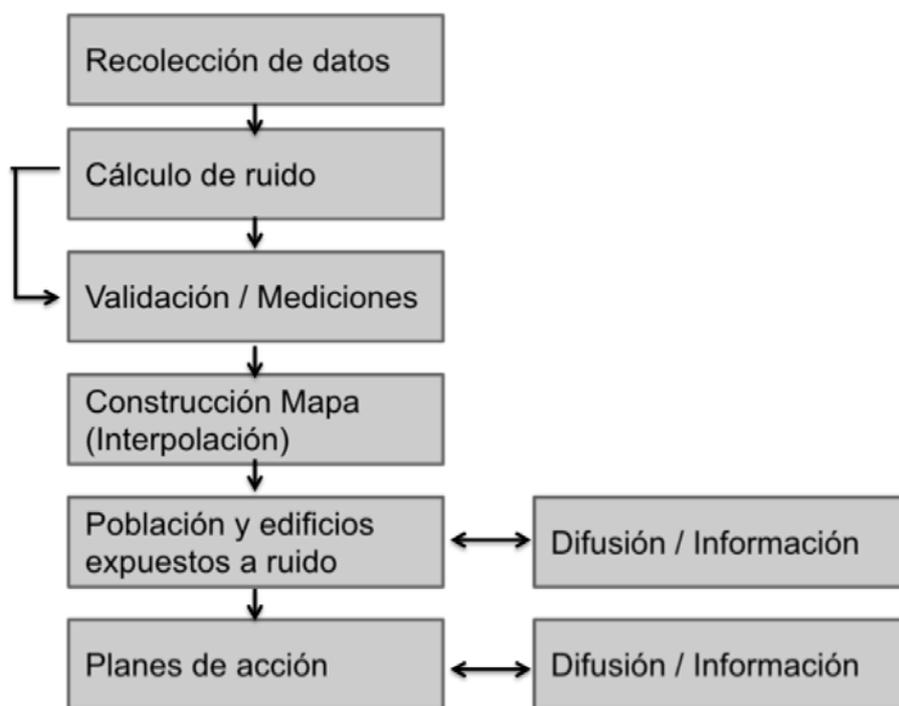


Figura 5. Esquema del procedimiento para realizar un mapa de ruido  
Adaptado de Murphy y King, 2014, p. 89

##### 2.4.4.2 Recolección de datos

Es un proceso crucial para la precisión de los cálculos. Generalmente la

información más relevante requerida para los mapas de ruido es la información relacionada al flujo de tránsito en las rutas o calles a ser evaluadas. En lo que se refiere al catastro de las edificaciones se requiere como mínimo la altura y geometría de los edificios, la estructura y materiales de las fachadas también es un dato importante. Además, dependiendo del método de cálculo que se elija también se requerirá información meteorológica y topográfica que incluye la humedad relativa, velocidad del viento y temperatura. A continuación se describe detalladamente los datos que se requieren para el mapa de ruido:

#### **Datos de la fuente o emisor:**

- Tránsito vehicular
  - Geometría de la vía
  - Pendiente
  - Tipo de calzada
  - Velocidad
  - % de vehículos pesados
  - Semáforos
  - Lotes de parqueo
  - Tipo de flujo
- Tránsito aéreo
  - Planos de pista, terminales
  - Rutas de aproximación
  - Operaciones de vuelo
  - Tipos de aeronaves
- Industrial
  - Planos de la industria
  - Edificaciones
  - Equipamiento
  - Modos de operación
- Datos acústicos
  - Lw (dBA)

- Espectro de fuentes
- Directividad

**Datos físicos/ ambientales:**

- Cobertura del piso
  - Coeficiente de absorción
  - Ancho
  - Cobertura vegetal
- Edificios
  - Localización
  - Geometría
  - Tipo de fachada
- Obstáculos
  - Naturales
  - Barreras acústicas
  - Material
- Factores meteorológicos
  - Velocidad del viento
  - Temperatura
  - Humedad
- Datos acústicos
  - Absorción del aire
  - Difracción
  - Rarefacción

**Datos demográficos:**

- Uso de suelo/ límites de ruido
  - Residencial
  - Educativa
  - Hospitalaria
  - Comercial
  - Administrativa

- Turística
- Estructura poblacional
  - Residentes por edificio
  - Características sociales
- Edificaciones
  - Sensibilidad
  - Ruido interior
  - Ocupación
  - Equipamiento
- Urbana
  - Planificación futura
  - Planes de acción existentes
- Datos acústicos
  - Dosis - respuesta
  - Niveles de ruido (inmisión)
  - Población expuesta al ruido

#### **2.4.4.3 Cálculo de ruido**

Existen varios métodos de cálculo para predecir los niveles de ruido en un punto receptor específico. Así mismo la presentación de los resultados de los cálculos obtenidos se pueden expresar utilizando diferentes indicadores de ruido, lo que dificulta la comparación de mapas de ruido de diferentes lugares. Por esta razón la END busca una forma de establecer un enfoque uniforme a fin de que los mapas puedan ser comparados.

#### **2.4.4.4 Modelos de predicción de ruido de tránsito vehicular**

- **Modelo estadístico básico**

El primer intento de realización de una predicción de ruido vehicular se dió entre los años 1950 y 1960. Se evaluó principalmente el indicador

percentil  $L_{50}$ , definido como el nivel de ruido excedido por la señal en un 50% en el período de medida. Este modelo se refiere principalmente al flujo continuo, considerando una velocidad constante y sin distinguir tipos de vehículos. Toma como referencia una distancia de medición de 6 metros.

- **CoRTN (Calculation of Road Traffic Noise)**

Este procedimiento fue desarrollado por el Laboratorio de investigación de Transporte y Vías y por el Departamento de Transporte del Reino Unido en 1975, y modificado en 1988. Toma en cuenta el indicador percentil  $L_{10}$  con tiempos de referencia de una hora y de 18 horas. Este nivel es obtenido a una distancia de referencia de 10 metros desde el borde más cercano de la carretera. Los parámetros involucrados en este modelo son: el flujo y la composición del tránsito vehicular, la velocidad media, la gradiente de la vía y el tipo de superficie. La hipótesis base del modelo incluye velocidad moderada del viento y una superficie de vía seca.

- **RLS-90 (Richtlinien für den Lärmschutz an Straben - Directives for noise protection straights)**

Modelo de cálculo efectivo, capaz de determinar los niveles de ruido de tránsito vehicular. Hoy en día, es el método más utilizado en Alemania. El modelo requiere una entrada de datos en relación con el tránsito promedio por hora, categorizado en motocicletas, vehículos pesados y livianos, la velocidad media para cada grupo, la dimensión, geometría y tipo de la carretera y de cualquier obstáculo natural o artificial. Este modelo también toma en cuenta factores que influyen en la propagación del ruido, mencionando entre otros, obstáculos, vegetación, absorción del aire, reflexiones y difracciones. es uno de los pocos modelos que es capaz de evaluar la emisión de ruido de parqueaderos. El punto de partida para la predicción es un promedio del nivel  $L_{mE}$  medido a una distancia de 25 metros desde el centro de la vía. El  $L_{mE}$  es función de la

cantidad de vehículos por hora  $Q$ , y el porcentaje de vehículos pesados  $P$ , bajo condiciones ideales. El siguiente paso es realizar las correcciones en condiciones reales. Estas condiciones también dependen del horario que se escoja, día o noche.

- **Modelo C.N.R**

Hoy en día la legislación italiana no sugiere ningún modelo de predicción de referencia para ruido vehicular, pero el más utilizado por los técnicos es el desarrollado por el Consejo Nacional del Ruido (CNR). Este modelo presenta modificaciones al modelo alemán RLS-90 siendo adaptado a la realidad italiana. Se supone una relación entre los parámetros de tránsito de vehículos y el nivel de energía sonora promedio y el flujo vehicular es modelado como una fuente lineal ubicada en el centro de la vía.

- **NMPB**

La directiva europea 2002/49/CE sugirió el uso oficial del modelo estándar francés "Nouvelle Methode de Prevision de Bruit" (New Method of Noise Prediction) o simplemente NMPB-Routes-96. Este método ha sido desarrollado por varios institutos franceses y representa una mejora de un método anterior que toma en cuenta las condiciones meteorológicas y las distancias como sugiere la normativa ISO 9613. Actualmente es uno de los modelos más utilizados, siendo integrado al software de predicción CadnaA. En el 2000 se realizó una revisión del método, de este proceso nació el NMPB Routes-2008. Este método se basa en el concepto de trayectoria de propagación. Pueden existir varias trayectorias entre la fuente y el receptor, dependiendo de la topografía y los obstáculos, y en cada uno de ellos, hay un  $L_{Ai,LT}$  asociado. Las predicciones de NMPB-Routes-96 han sido validadas en un gran número de experimentos con varios tipos de topografía y condiciones meteorológicas, formando una muy buena base con los datos de ruido pero generalmente sobreestima el nivel en condiciones bajas de propagación. El NMPBRoutes-2008 presenta una mejor estimación de

nivel de ruido en condiciones bajas, tiene en cuenta las reflexiones sobre terraplenes, es capaz de evaluar la corrección debida a la difracción por barreras bajas y tiene implementado otras correcciones menores (Quartieri et al., 2009).

#### **2.4.4.5 Software de modelamiento**

En la actualidad existe una variedad de programas que realizan predicciones de niveles de ruido. Los hay de paga y gratuitos con diferentes características y entradas de datos. Los softwares de paga se consideran más precisos y a continuación se describen los más utilizados:

- **CadnaA**

Es un programa para el cálculo y presentación de niveles de ruido ambiental, así como también una herramienta de predicción y evaluación de la molestia al ruido. Trabaja en Windows con una interfaz amigable para el usuario incorporando tecnología PCSP (Parallel Controlled Software Processing). Hace posible el trabajo en paralelo en el mismo proyecto utilizando una red local. CadnaA toma en cuenta lineamientos nacionales y estándares para sus cálculos. Cada tipo de fuente sonora ya sea tránsito vehicular, tranvías, o cualquier punto, línea o área es considerada según las regulaciones válidas para cada tipo de fuente. Este programa también permite obtener valores estadísticos del impacto acústico en la población (Pinto y Mardones, 2009)

- **Predictor - LimA**

Es un paquete para realizar proyectos de ruido ambiental, el cual conjuga el intuitivo Predictor y el flexible LimA para crear un poderoso software de predicción y evaluación de ruido. Su interfaz es muy intuitiva tanto para usuarios experimentados como para primerizos. Permite evaluar el ruido de industrias, y de tránsito vehicular, trenes, y aeronaves (Predictor-LimaA, 2016).

- **SoundPlan**

Es un software para caracterización de ruido ambiental y se emplea para el cálculo de los niveles provenientes de fuentes de tránsito, ferrocarriles, industria, aeropuertos.

SoundPlan ofrece tres tipos de mapas de ruido:

- Mapa de ruido de fachada
- Mapa de ruido de cuadrícula
- Mapa de ruido de malla

El usuario tiene la posibilidad de utilizar cualquiera de las cerca de 50 normativas para los diferentes focos de ruido ambiental, incluidos los métodos recomendados por la Directiva 2002/49/CE sobre Gestión y Evaluación de Ruido Ambiental, así como métodos más avanzados como el Nord2000, cercano al futuro método europeo Cnossos (Acústica mas Lumínica, n.d.). Otro método que posee SoundPlan es el método alemán RLS-90. La regulación RLS -90 establece los procedimientos para evaluar el ruido del tránsito urbano en Alemania, en función de los datos de fuente de sonido de un vehículo estándar, en SEL ponderado A en una cierta distancia del eje de la carretera y en bandas de tercio de octava del espectro del ruido. Los vehículos pesados y camiones son considerados como un factor de porcentaje de todo el volumen del tránsito vehicular (Pinto y Mardones, 2009).

#### **2.4.4.6 Elaboración de un mapa de ruido**

La siguiente etapa consiste en calcular los niveles de ruido en puntos receptores sobre grillas ubicadas sobre el área de estudio utilizando los datos de entrada necesarios. Todos los cálculos se llevan a cabo a una altura estándar del receptor de 4 metros del suelo de acuerdo con los términos del END. Estos cálculos generalmente son llevados a cabo usando un software de

predicción, la mayoría de ellos están diseñados para adherirse a la realidad de los países miembros de la UE. Después de que los cálculos hayan sido hechos por el programa de predicción es recomendable validar estos resultados mediante mediciones para asegurar que el modelo arroja resultados certeros del ambiente sonoro. Las mediciones de validación deben llevarse a cabo bajo la norma ISO 1996-1 y las reglas internacionales de buenas prácticas para su correcto desarrollo.

En términos de presentación, la grilla utilizada para el cálculo del ruido puede variar entre 5 a 20 m<sup>2</sup>. En áreas abiertas se puede utilizar grillas de mayor resolución, mientras que en áreas urbanas el espaciamiento debe ser lo más reducido posible, menos de 10 metros es lo ideal. También es posible usar una cuadrícula variable que se vaya reduciendo conforme se acerca a la fuente de ruido. Normalmente, los mapas de ruido se producen mediante un proceso de interpolación espacial dentro de un sistema de información geográfica (GIS). La interpolación espacial es un método matemático de construcción de nuevos puntos con datos dentro del rango de un conjunto discreto de puntos conocidos a través de un área geográfica. Existen algunos métodos de interpolación, la elección de estos es importante ya que dependiendo del que se elija el resultado puede variar tanto en el sentido cuantitativo como en el cualitativo. Algunos programas no realizan sus predicciones con sistemas GIS, lo cual los hace muy limitados.

En la presentación del mapa de ruido los colores tienen un papel importante. En la EU la ausencia de un esquema estandarizado de color dificulta la comparación de mapas de ruido. A menudo los mapas se realizan con diferentes códigos de color sin tomar en cuenta el hecho de que en la normativa ISO 1996-2 se mencionan parámetros para la presentación de gráficos acústicos. Sin embargo esta norma ha sido revisada y no se ha encontrado que especifique un código de color. En el documento de buenas prácticas WGAEN (European Commission's Working Group-Assessment of Exposure to Noise) de 2008 se proveen lineamientos más específicos sobre

este tema, sin embargo hay mucho más que aclarar.

#### 2.4.4.7 Estimación de la población expuesta

Otro elemento importante es determinar los niveles de exposición al ruido ambiental usando principalmente los indicadores más comunes, el  $L_{den}$  y el  $L_{night}$ . El END requiere que las autoridades respectivas provean información acerca del número de habitantes de cada vivienda que se encuentran expuestos a valores de  $L_{den}$  y el  $L_{night}$  en varias categorías en las fachadas de los edificios más expuestos y por separado para ruido de carretera, vías férreas e industria.

$L_{den}$ (dBA)	$L_{night}$ (dBA)
55 - 59	50 - 54
60 - 64	55 - 59
65 - 69	60 - 64
70 - 74	65 - 69
> 75	> 70

Figura 6. Categorías establecidas en la Directiva

Adaptado de Murphy & King, 2014, p. 99

Cuando se considere apropiado, y cuando se pueda disponer de esta información, las personas que habitan en viviendas que tengan aislamiento acústico o fachadas silenciosas también deben ser reportadas.

En cuanto al procedimiento, la estimación de la exposición de la población al ruido ambiental toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Asignación de los puntos receptores en las fachadas, estos niveles sonoros se refieren al sonido incidente, conocido como sonido de campo libre. Esto implica que las reflexiones de la fachada en observación son excluidas del cálculo. Se ubican los puntos receptores a 0.1 metros

frente a la fachada, un espacio de 3 metros entre punto y punto y a una altura de 4 metros. Los 4 metros de altura se estipula en el END pero se aplican a zonas donde los edificios no tienen mucha altura, en las grandes ciudades los edificios son mucho más altos y esta altura ya no es suficiente.

- **Asignación de la población a los edificios**

Una vez que se conoce el nivel de ruido en los puntos de recepción, se procede a, con la ayuda de GIS, asignar los edificios con el nivel de ruido asociado con el punto receptor en la fachada más expuesta. Típicamente, la exposición de la población se estima primero por la determinación del número de unidades residenciales para cada edificio en el área de estudio. Una vez determinado eso, a cada unidad residencial se le asigna un valor promedio de personas.

- **Asignación de los datos de población a los puntos receptores en las fachadas**

Una vez que se tiene el número de viviendas por edificio, la ubicación y tamaño de las viviendas y nivel de ruido del edificio, es posible calcular un estimado de la población que se encuentra expuesta a ruido ambiental y ubicarla en una categoría. Este es el enfoque general que se ha adoptado aunque diferentes procedimientos han sido adoptados en función de la disponibilidad de los datos.

#### **2.4.4.8 Planes de acción**

La declaración de los planes de acción se los realiza principalmente para reducir la población expuesta al ruido y también para la preservación de áreas silenciosas. Estos planes deben ser revisados quinquenalmente para asegurarse de que cumplan con su objetivo. Estos planes atacan a varios campos y tienen algunos medios para ser llevados a cabo con eficiencia:

- Planificación de movilidad (tránsito vehicular)
- Planificación territorial (urbana)

- Optimización tecnológica en las fuentes de ruido
- Optimización del aislamiento acústico
- Regulación (marco legal)
- Incentivos o penalizaciones económicas
- Sensibilización y educación

No se ahondará mucho en este tema en el desarrollo de esta investigación ya que esto se encuentra fuera del alcance del estudio.

## **2.5 Planificación territorial**

La planificación territorial no se limita simplemente a delimitar zonas. En la actualidad esta planificación representa una opción indispensable de consenso social y económico, es también un instrumento para la armonización territorial y la legibilidad espacial. Este recurso es imprescindible para garantizar el funcionamiento integrado y racional del espacio. La ordenación de territorio plantea tres principios básicos:

- **Eficiencia:** Organización de las actividades en el espacio de forma adecuada y coherente entre sí y con el medio que las acoge.
- **Equidad:** Equilibrio y balance entre la calidad de vida de los diferentes espacios territoriales. Se vinculan las actividades humanas al territorio en busca de desarrollo, y a su vez la ubicación de locales en los que se desarrollan actividades sea el propicio para el éxito y el cumplimiento del objetivo de la actividad.
- **Jerarquía y complementariedad:** Integración de los ámbitos territoriales con los de ámbito superior. Es decir una concordancia entre los planes locales y regionales, y estos a su vez con los nacionales (Clavé et al. 2005).

En la ciudad de Quito se cuenta con la Ordenanza Metropolitana No. 0172 (2011), que se encuentra en el Libro del Régimen Administrativo del Suelo en

el Distrito Metropolitano de Quito. Esta ordenanza tiene como objetivo lo siguiente: “Artículo...(1).- Objetivo.- Las disposiciones de este libro tienen por objeto establecer el Régimen Urbanístico del Distrito Metropolitano de Quito, es decir, regular dentro de los límites de su circunscripción, con competencia privada, exclusiva y prevalente, la ordenación, ocupación, habilitación, transformación y control del uso del suelo, edificaciones, subsuelo y espacio aéreo urbano hasta la altura máxima permitida por la zonificación.”

En el artículo 22 se menciona el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS), que forma parte del Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial (PMOT), el cual se encarga en resumen de delimitar las zonas de circunscripción territorial, establecer los usos de suelo, la compatibilidad entre el uso de suelo y la actividad que se va a realizar, normas para habilitación del suelo, las categorías y dimensiones de las vías, las áreas de afectación y protección especial. Este plan tiene una vigencia de 5 años luego de los cuales se podrá actualizar siendo aprobado por el Concejo Metropolitano.

La Ordenanza también define al uso de suelo como la asignación de los predios en relación con la actividad a desarrollarse en los mismos. De acuerdo a lo establecido por el PMOT y los destinos de uso de suelo con los que cuenta el Distrito Metropolitano de Quito en suelo urbano, de expansión urbana y rural son:

- Residencial
- Múltiple
- Comercial y de servicios
- Industrial
- Equipamiento
- Protección ecológica
- Preservación Patrimonial
- Recurso Natural
- Agrícola Residencial (Ordenanza Metropolitana 0172)

La parroquia de La Mariscal es de suelo urbano y los destinos de uso de suelo con los que cuenta son:

- Residencial (1, 2 y 3)
- Múltiple
- Equipamiento

En la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito se describe cada uno de estos usos, a continuación se describen aquellos que constan en la zona de estudio.

**Residencial:** su destino es la vivienda permanente, en uso exclusivo o combinado con otros usos de suelo compatibles, en áreas o lotes independientes y edificaciones individuales o colectivas del territorio. Este destino de suelo se clasifica en tres tipos:

- Residencial 1: permite actividad económica moderada y equipamiento de nivel barrial y sectorial.
- Residencial 2: se permite actividad económica a nivel barrial, sectorial y equipamientos barriales, sectoriales y zonales.
- Residencial 3: permite actividad económica y equipamientos a nivel barrial, sectorial y zonal.

**Múltiple:** Se refiere a predios ubicados en áreas centrales donde en las que puede coexistir con otros usos de suelo como residencial, comercial, industria, servicios y equipamientos compatibles.

**Equipamiento:** Ocupado para actividades e instalaciones que generen bienes y servicios para la satisfacción de la población, garantizar el esparcimiento y mejorar la calidad de vida del Distrito, independientemente de su carácter público o privado (Ordenanza Metropolitana 0172, 2011).

### **2.5.1 Entretenimiento**

Se observa la incorporación del turismo al proceso de planificación del progreso económico y territorial por considerarse un factor en desarrollo. Esto tiene una doble aproximación, por un lado se formula una estrategia de desarrollo para las actividades turísticas, y por otro lado el turismo se utiliza como una estrategia de desarrollo urbano y territorial (Martín et al. 2004).

En este sentido también es importante mencionar los recursos territoriales turísticos, pues estos constituyen la materia prima de esta actividad económica. Los recursos son vistos desde dos puntos de vista, el económico y el turístico. En el sentido económico un recurso turístico es únicamente aquel que su oferta está estructurada profesionalmente, es necesario que el mismo tenga una demanda real o potencial con clara viabilidad. En cambio por el punto de vista turístico se denomina recurso a todo elemento material que en sí mismo o en conjunto con otros, tiene la capacidad atraer visitantes a un determinado espacio con un incentivo turístico, de ocio o de recreación.

De acuerdo con la distribución de los usos de suelo, las actividades de turismo y entretenimiento en la parroquia de estudio se encuentran en suelo Residencial 2, Residencial 3 y Múltiple. Esto es porque en principio esta parroquia no tenía un uso turístico o de entretenimiento.

## **2.6 Legislación**

En los últimos años, el mundo se encuentra pasando por innumerables cambios en todo ámbito, político, social, económico, derechos humanos y recientemente se ha incluido el tema ambiental. Esto ha dado lugar a discusiones internacionales y la creación de organismos a nivel mundial que regulen el cuidado y preservación del ambiente. Uno de los documentos más importantes y de mayor influencia es la Constitución.

Durante las décadas de 1980 y 1990 hubo una gran cantidad de reformas en el marco legal ambiental en casi todos los países sudamericanos y se redactaron y reconocieron los llamados derechos de tercera generación, incorporando a los temas ambientales. La promulgación de la Constitución Política de la República del Ecuador de 1998 reconoce a las personas, a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación y se crea la Ley de Gestión Ambiental Ley No. 37. RO/ 245 de 30 de Julio de 1999.

El Estado está en la obligación de proteger el “derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable.” Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza (R.O. 449, 2008).

### **2.6.1 Normativa Nacional**

En cuanto a la normativa nacional se destacan cuatro documentos, los cuales se resumirá a continuación.

#### **2.6.1.1 Ley de Gestión Ambiental**

Esta ley se relaciona con la prevención, control y sanción a las actividades contaminantes y establece las directrices de la política ambiental, así como las obligaciones y los niveles de participación tanto del sector público como privado en la gestión ambiental.

Esta ley, que fue emitida en 1999, reconoce al Ministerio de Ambiente, creado en 1996, como la autoridad nacional ambiental y establece un marco general para el desarrollo y aprobación de la normativa ambiental, dentro de los principios de desarrollo sustentable, establecidos en la Declaración de Río de

Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Dispone que el Ministerio del Ambiente debe coordinar con los organismos correspondientes sistemas que permitan controlar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental en cuanto al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.

### **2.6.1.2 Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

Esta ley fue publicada en el Registro Oficial Suplemento # 418 del 10 de septiembre de 2004 cuyo objetivo principal es controlar y prevenir la contaminación ambiental de los recursos agua, aire y suelo.

Los gobiernos seccionales son la autoridad competente y el Ministerio del Ambiente actúa solamente en casos en los que no hay delegación o proceso de descentralización en materia ambiental.

### **2.6.2.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente**

Este texto fue aprobado inicialmente por el Decreto Ejecutivo N° 3399 del 28 de noviembre del 2002, y publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002. En el mismo se establece la derogatoria de varias normas secundarias entre las cuales está el decreto Ejecutivo No. 1802 publicado en el Registro Oficial No. 456 del 7 de junio de 1994, que contenía las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador.

El 4 de noviembre de 2015 se emite el Registro Oficial 387, en el cual se reforman los Anexos 1, 2, 3, 4 y 5 del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Este texto actualmente está conformada por nueve libros:

- Libro I: Autoridad ambiental;
- Libro II: Gestión ambiental;
- Libro III: Régimen forestal,
- Libro IV: Biodiversidad,
- Libro V: Recursos costeros;
- Libro VI: Calidad ambiental,
- Libro VII: Régimen especial: Galápagos;
- Libro VIII: Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE);
- Libro IX: Sistema de derecho o tasas por los servicios que presta el ministerio del ambiente por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo y protección.

#### **2.6.2.4 De la Calidad Ambiental**

Dentro de este libro se encuentran 7 anexos que se refieren a normas para el manejo de contaminantes en el agua, el suelo y el aire, también fijan los límites permisibles de emisión, descarga y vertidos al ambiente y los criterios de calidad de recursos vitales: agua, aire y suelo, en el ámbito nacional.

El anexo de interés para esta investigación es el Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Esta norma está dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Es de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional. El contenido de la norma técnica detalla los límites permisibles de emisión de ruido en el ambiente de fuentes fijas, métodos y procedimientos para determinar los niveles de ruido, medidas de prevención y mitigación de ruido y los límites permisibles de emisión de ruido para vehículos. Esta norma también establece los límites de ruido según el uso de suelo, lo

cual es de principal interés, junto con la mención de la elaboración de un mapa de ruido y el procedimiento para la medición de niveles de ruido de fuentes fijas y del ruido de fondo.

## **2.6.2 Normativa Municipal**

La normativa que rige y regula la problemática ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito se encuentra en la Ordenanza 213 (2007), la cual considera que la “Municipalidad, como integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA), con competencia en prevención y control de la contaminación ambiental, debe disponer de los sistemas de control necesarios para exigir el cumplimiento del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental y sus normas técnicas”.

Esta ordenanza se compone de nueve capítulos de los cuales se detallan a continuación los de interés para el estudio.

### **2.6.2.1 Capítulo II De la contaminación acústica**

La normativa aplica para personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, cuyas actividades generen emisiones de ruido contaminantes o vibraciones provenientes de fuentes emisoras de ruido móviles o fijas, que no estén contempladas en el Capítulo V de esta ordenanza. Este documento trata acerca de las emisiones de fuentes fijas y móviles, de las medidas de orientación y educación, de la vigilancia e inspección, del procedimiento para aplicar sanciones y de las sanciones.

### **2.6.2.2 Capítulo III De la contaminación vehicular**

Esta disposición es obligatoria para personas naturales y jurídicas, públicas y privadas que sean propietarias o hagan uso de vehículos automotores que circulan por el Distrito Metropolitano de Quito. Este capítulo establece las normas técnicas para la revisión vehicular de todo automotor contemplando la revisión legal, mecánica y de seguridad, control de emisión de gases y ruido dentro de los límites permisibles y revisión de idoneidad en caso que sea necesario. También se incluyen las sanciones tanto en el proceso de matriculación como en controles aleatorios.

### **3. Descripción de la situación actual de La Mariscal**

La Mariscal es una de las 32 parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, la cual se encuentra en la Administración Zonal Eugenio Espejo.

En ella se concentran establecimientos como hoteles, hostales, restaurantes, agencias de viajes, tiendas de souvenirs y artesanías. También en este sector se llevan a cabo actividades nocturnas y de ocio en los locales de entretenimiento que se han establecido como bares, discotecas y pubs.

Esta parroquia fue fundada dentro de una etapa muy significativa de la historia de la capital, celebrando el centenario de la Batalla del 24 de mayo de 1822. Su nombre se dio en honor al Mariscal Antonio José de Sucre (Mancheno, 2013).

Según una nota tomada de El Telégrafo publicada en el 2014, la Mariscal es un punto de encuentro de quiteños y turistas que cuenta con más de 874 establecimientos comerciales, culturales, educativos, hospitalarios y de diversión. El Municipio señala a esta parroquia como uno de los referentes más

importantes del Quito moderno y nodo de concentración y actividades económicas y turísticas del Distrito Metropolitano. La Administración Zonal del área indica que alrededor de 1400 turistas llegan a esta zona semanalmente. (El Telégrafo, 2014).

### **Zona especial turística La Mariscal**

Mediante la Ordenanza Metropolitana No 236 (2012) se resuelve aplicar el Plan de Gestión para las zonas especiales turísticas (ZET) entre las cuales están La Mariscal y el Centro Histórico. En la resolución No 0013 (2013) se detalla el “Plan de Gestión para la zona especial turística de La Mariscal”. Este documento tiene como fin detallar la evaluación de cada aspecto de la zona. Realiza una recopilación de información muy relevante que constituye el material básico para orientar políticas turísticas, ordenar las actividades y jerarquizar los atractivos.

En la zona de La Mariscal prácticamente no existen atractivos turísticos. Los pocos que se pueden nombrar son los mercados artesanales en los cuales se encuentran artesanías típicas no solo del país sino de países cercanos. La Mariscal se caracteriza por la oferta de servicios turísticos y centros de diversión lúdica nocturna. Las tablas que se muestran a continuación describen los diferentes establecimientos de interés para los visitantes de esta zona.

Se puede observar el gran porcentaje de establecimientos de alojamiento que se encuentran ubicados en la zona de estudio. Dichos establecimientos requieren un entorno adecuado libre de ruido para brindar servicios turísticos de calidad. La columna QUITO refleja el total de establecimientos en el Distrito Metropolitano, CH corresponde al Centro Histórico y LM a La Mariscal.

Tabla 1.

Distribución de los establecimientos de Alojamiento de las ZETs.

<b>ESTABLECIMIENTOS DE ALOJAMIENTO DE LAS ZET</b>							
<b>CATASTRO CIUDAD DE QUITO</b>	<b>QUITO</b>	<b>CH</b>	<b>%</b>	<b>LM</b>	<b>%</b>	<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Alojamiento	521	47	9%	133	26%	341	65%
Albergue	2	0	0%	1	50%	1	50%
Apartamento Turístico	4	0	0%	1	25%	3	75%
Cabaña	3	0	0%	0	0%	3	100%
Hostal	95	9	9%	36	38%	50	53%
Hostal residencial	193	17	9%	39	20%	137	71%
Hostería	15	0	0%	0	0%	15	100%
Hotel	45	5	11%	17	38%	23	51%
Hotel Apartamnto	3	0	0%	1	33%	2	67%
Hotel Residencia	27	7	26%	5	19%	15	56%
Pensión	101	8	8%	33	33%	60	59%

Adaptado de RA No 0013, 2013, p. 13

Tabla 2.

Distribución de los establecimientos de Alimentos y bebidas de las ZETs.

<b>ESTABLECIMIENTOS DE ALIMENTO Y BEBIDAS DE LAS ZET</b>							
<b>CATASTRO CIUDAD DE QUITO</b>	<b>QUITO</b>	<b>CH</b>	<b>%</b>	<b>LM</b>	<b>%</b>	<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Alimentos y Bebidas	595	247	42%	218	37%	130	22%
Bar	169	0	0%	119	70%	50	30%
Cafetería	193	51	26%	44	23%	98	51%
Fuente de soda	398	31	8%	82	21%	285	72%
Restaurante	1658	166	10%	0	0%	1492	90%

Adaptado de RA No 0013, 2013, p. 15

Tabla 3.

Distribución de los establecimientos de Diversión y esparcimiento de las ZETs.

<b>ESTABLECIMIENTOS DE DIVERSIÓN Y ESPARCIMIENTO DE LAS ZET</b>							
<b>CATASTRO CIUDAD DE QUITO</b>	<b>QUITO</b>	<b>CH</b>	<b>%</b>	<b>LM</b>	<b>%</b>	<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Recreación, diversión y esparcimiento o de reuniones	112	1	1%	42	0,38	69	62%
Bolera	2	0	0%	0	0	2	100%
Centro de convenciones	3	0	0%	0	0	3	100%
Centro de reservaciones turísticas	2	0	0%	0	0	2	100%
Discotecas	52	0	0%	32	0,62	20	38%
Organizador Eventos	1	0	0%	1	1	0	0%
Peña	4	0	0%	2	0,5	2	50%
Pista patinaje	2	0	0%	0	0	2	100%
Sala de bailes	5	0	0%	2	0,4	3	60%
Sala de recepciones y banquetes	9	1	11%	1	0,11	7	78%
Termas y balnearios	1	0	0%	0	0	1	100%

Adaptado de RA No 0013, 2013, p. 16

Tabla 4

Distribución de los establecimientos de Diversión y esparcimiento de las ZETs.

<b>ESTABLECIMIENTOS DE AGENCIAS DE VIAJES DE LAS ZET</b>							
<b>CATASTRO CIUDAD DE QUITO</b>	<b>QUITO</b>	<b>CH</b>	<b>%</b>	<b>LM</b>	<b>%</b>	<b>OTROS</b>	<b>%</b>
Agencias de Viajes	595	8	1%	218	0,37	369	62%

Adaptado de RA No 0013, 2013, p. 16

La zona estratégica turística de La Mariscal ha sido descrita como el centro de recreación de la ciudad con la mayor cantidad de ofertas de entretenimiento entre las que se encuentran gastronomía, entretenimiento en cafés, bares, karaokes, discotecas y con muchas facilidades turísticas como agencias de viajes, entre otros (RA No 0013, 2013).

Desde el punto de vista de la planificación sectorial es necesaria la identificación de las Unidades de Interés Turístico (UIT), las cuales permiten

organizar el espacio. Las UIT son espacios específicos que concentran elementos que permiten las actividades turísticas y son accesibles. La Mariscal cuenta con una UIT que concentra facilidades y puntos turísticos. Su perímetro se encuentra delimitado por la calle Cordero al norte, Veintimilla al sur, Avenida Amazonas al occidente y 6 de diciembre al oriente (RA No 0013, 2013).

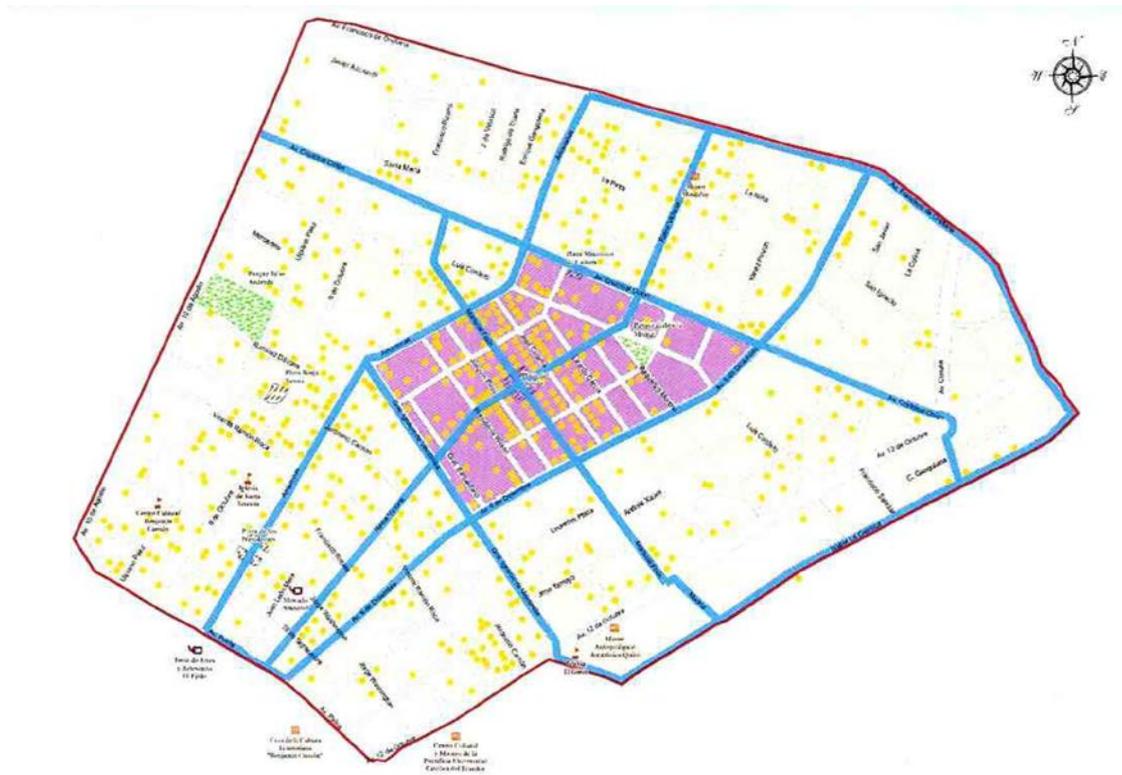


Figura 7. Mapa con la delimitación de Unidades de Interés Turístico  
Tomado de RA No 0013, 2013, p. 18



Figura 8. Foto aérea de la parroquia La Mariscal

Adaptado de Google Earth, 2016

### 3.1 Ubicación

La parroquia de La Mariscal se encuentra ubicada al centro-norte de la urbe. Su límite norte es la parroquia urbana Ñaquito, al noroeste la parroquia Belisario Quevedo, al sureste la parroquia San Juan y la parroquia Itchimbía al sur y al este. En términos viales la parroquia está flanqueada por las avenidas Fco. de Orellana al norte, la Av. 10 de Agosto por el oeste, la Av. 12 de Octubre hacia el este y la Av. Patria por el sur. Cuenta con una superficie de 278.91 hectáreas. Está situada a un kilómetro al norte de los límites del centro histórico. Su topografía es plana excepto en su parte oriental (Marcheno, 2013).



Figura 9. Ubicación de la parroquia de La Mariscal dentro del Distrito Metropolitano de Quito

Tomado de Mariscal Sucre (Parroquia), 2014

### 3.2 Población

El último censo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el año 2010 informa que La Mariscal cuenta con una población de 12.976 habitantes con una tasa de crecimiento de -4.5% según la proyección oficial para el 2025. El 46.7% de la población son hombres mientras que el 53.3% de la población son mujeres. Tiene una densidad poblacional de 46,52 hab/Ha (Adm. Zonal Eugenio Espejo, 2010). Este descenso poblacional puede ser un indicador de que el suelo se usará más para oficinas y negocios, lo que implica una población laboral elevada y creciente tránsito durante el día.

### **3.3 Clima**

El clima es muy variado en el Distrito Metropolitano de Quito debido principalmente a su ubicación y elevaciones geográficas. El clima de Quito se denomina clima subtropical de tierras altas, ya que la ciudad se encuentra a una altura de 2800 m sobre el nivel del mar. Se divide en tres zonas: la zona sur es la más fría por ser la que se encuentra a mayor altura, la zona centro que es caliente y la zona norte que es templada. En general la ciudad cuenta con un clima templado durante todo el año con temperaturas que oscilan entre los 10°C y los 17°C y una media anual de aproximadamente 15°C. Cuenta con dos estaciones que son la de invierno donde caen fuertes lluvias y la seca donde la temperatura es más elevada (Cima-de.com).

### **3.4 Urbanización**

Se ubica en el centro-norte de la urbe ecuatoriana. Políticamente la parroquia se divide en tres barrios: La Mariscal, La Colón y La Floresta (Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda- MDMQ, 2012) , como indica la figura 10.

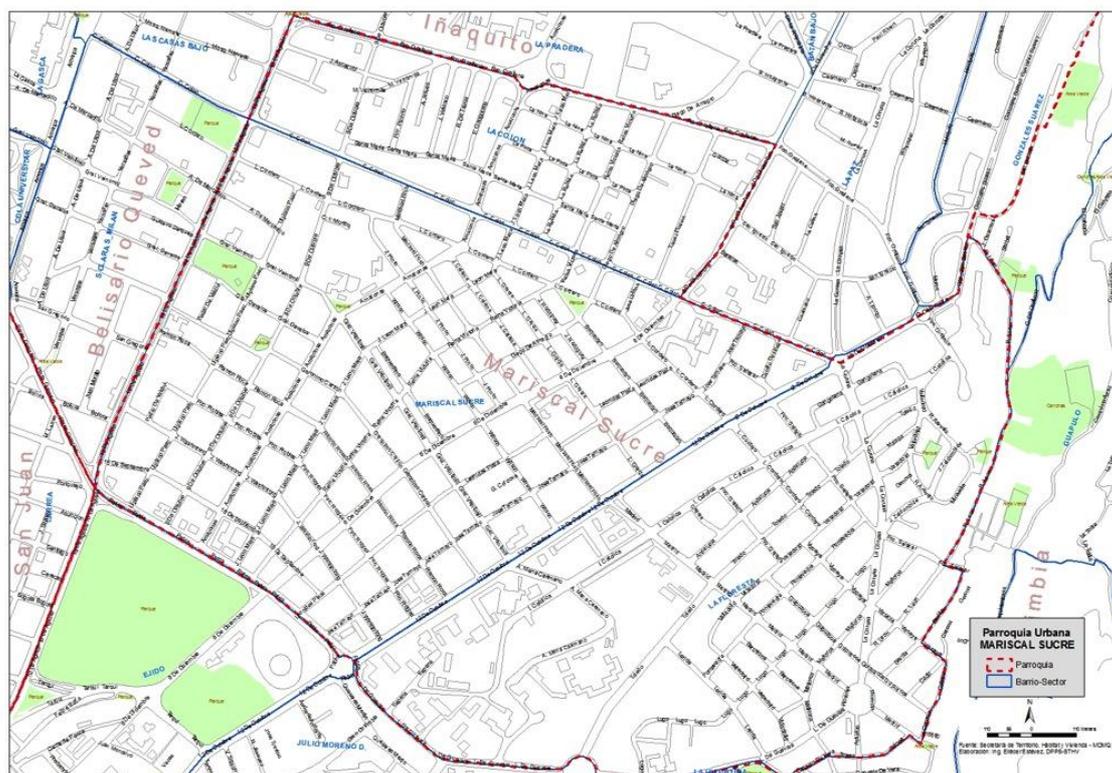


Figura 10. Delimitación de la parroquia y barrios - sector de La Mariscal.  
Tomado de Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda- MDMQ, 2012.

### 3.4.1 Vías

Según la clasificación de vías que utiliza la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMOP), en la parroquia La Mariscal se tienen los siguientes tipos de vías:

#### Vías arteriales

- Av. 10 de Agosto
- Av. 12 de Octubre
- Av. 6 de Diciembre
- Av. Amazonas
- Ladrón de Guevara

#### Vías Colectoras Principales

- Av. Cristóbal Colón

- Av. Francisco de Orellana
- Av. La Coruña
- Av. Patria
- Ignacio de Veintimilla
- Madrid

#### **Vías Colectoras Secundarias**

- 9 de Octubre
- Isabela Católica
- Juan León Mera
- Mariscal Foch
- Luis Cordero
- Reina Victoria
- Sta. María
- Toledo
- Vicente Ramón Roca

Las vías locales son muchas y se caracterizan por su poco flujo vehicular, por ellas no transitan buses ni gran cantidad de vehículos pesados.

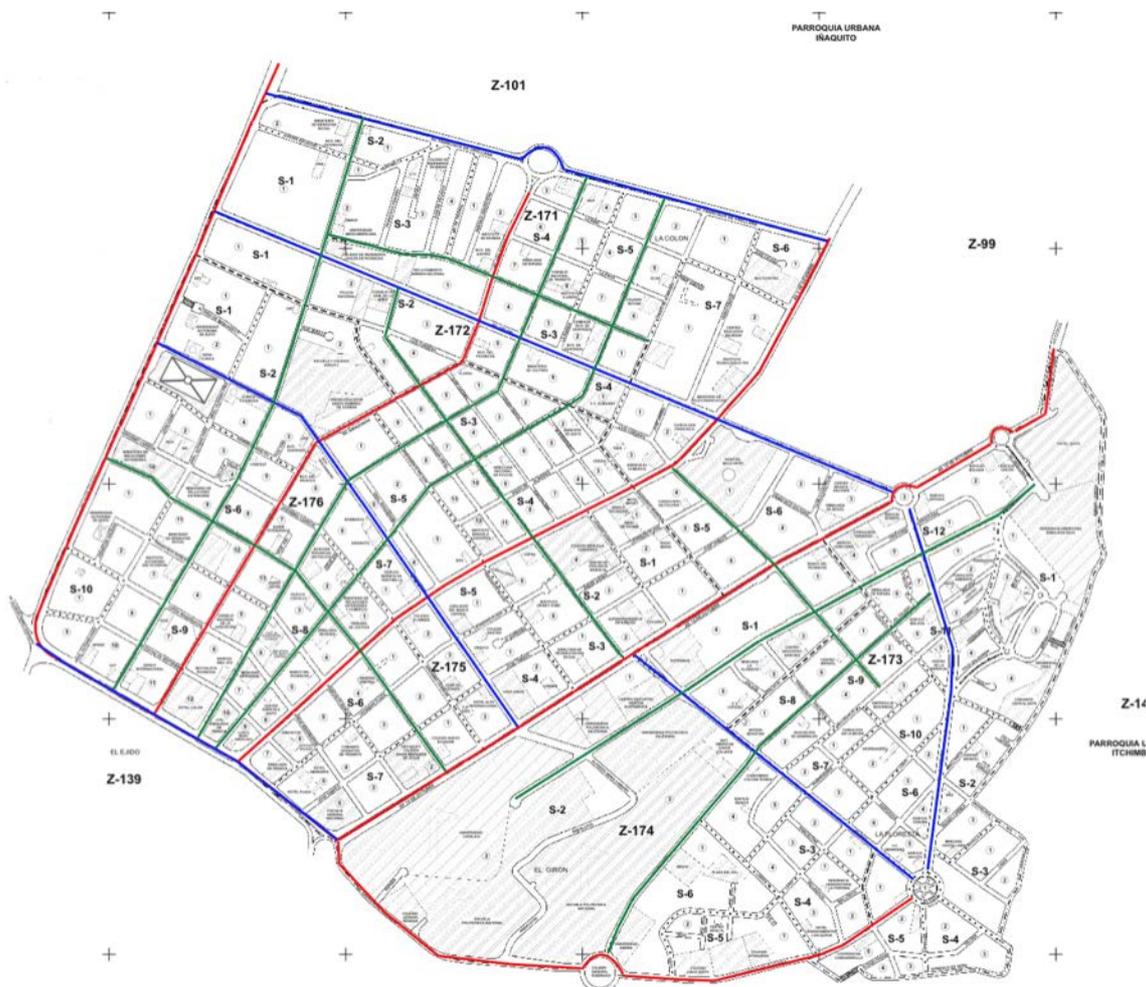


Figura 11. Plano de La Mariscal

Adaptado de plano Censal del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2009)

- a) Rojo: vías arteriales
- b) Azul: vías colectoras principales
- c) Verde: vías colectoras secundarias
- d) Sin color: vías local

### 3.4.2 Uso de suelo

De acuerdo a la figura 12. la parroquia de La Mariscal cuenta con 115 divisiones de uso de suelo, de las cuales el 31% corresponden al uso de suelo

Múltiple, el mismo porcentaje se dedica al uso de suelo Residencial 2, el 11% corresponde al Residencial 3, el 21% lo ocupa el uso de suelo de Equipamiento y el 5% se adjudica al uso de suelo Residencial 1. Ya que no contiene uso de suelo Comercial y de servicios, los establecimientos de entretenimiento se ubican sobre suelo Residencial 2, Residencial 3 y Múltiple.

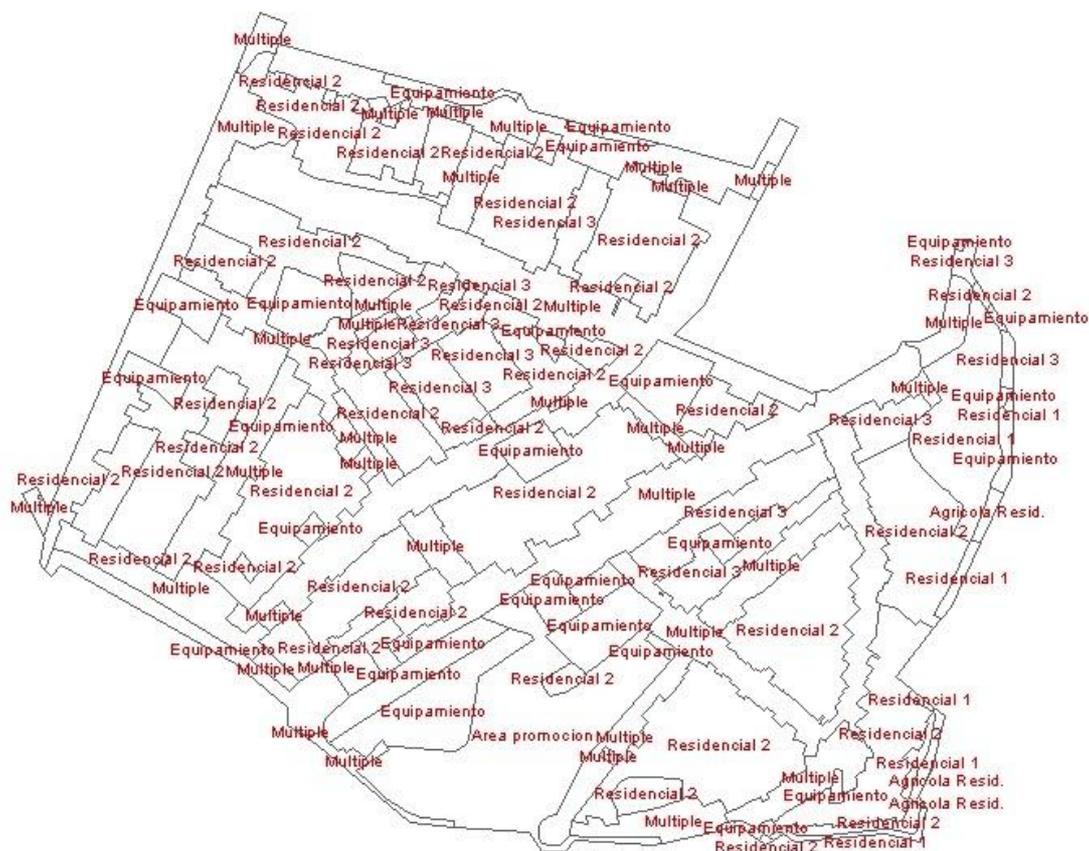


Figura 12. Mapa de los distintos usos de suelo de la parroquia La Mariscal en ArcGIS

## 4. Metodología

### 4.1 Generación de mapas de ruido por modelamiento computacional

Con el objetivo de establecer una estrategia metodológica eficiente, se requiere conocer los parámetros que se ingresarán al software de modelamiento. La primera etapa de adquisición de información se fundamentó en las normativas vigentes y los criterios descritos en la guía de buenas prácticas para la generación de mapas de ruido, y producción de datos asociados de exposición al ruido de la comisión Europea (WG-AEN).

Este proceso requiere inicialmente una adecuada delimitación de la zona de análisis acústico mediante imágenes satelitales, fotografías, planos y visitas de reconocimiento del sector. Se debe considerar principalmente la inspección de las fuentes de ruido y de los sectores y edificaciones sensibles como por ejemplo hospitales, parques y centros educativos.

Las distintas entradas de datos relevantes para el procesamiento en Soundplan dependen del modelo de predicción que se utilice. En el presente caso de estudio se utilizó el modelo predictivo alemán RLS90, el cual describe una adecuada representación cuantitativa de la contaminación acústica para Ecuador (Guarderas, 2011; Gonzaga, 2015).

En dicho método se consideran variables como:

- Número de vehículos por hora.
- Velocidad de circulación.
- Porcentaje de vehículos pesados.
- Características de la superficie de la vía.

Datos geométricos como son la pendiente de la vía, correcciones por la adición

de energía debido a las reflexiones producidas por las construcciones contiguas, el nivel de ruido en parqueaderos, atenuación de la absorción del terreno y condiciones meteorológicas.

Esta información es necesaria para la determinación del nivel de ruido emitido ( $L_{me}$ ) [dBA]. El nivel de ruido en los puntos de recepción ( $L_m$ ) [dBA] se calcula a partir de ajustes relacionados con el flujo vehicular, la señalización vial (semaforización), y otros elementos como barreras acústicas, puentes, pasos elevados y deprimidos.

A continuación se resume el método de cálculo para el presente estudio (Steele, 2001, Braunstein, 2012)

El modelo utilizado se describe en su primera parte mediante la siguiente ecuación:

$$L_{me} = L_{25} + C_s + C_{rs} + C_g + C_r \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde la corrección  $L_{25}$  se calcula por:

$$L_{25} = 37.5 + 10 \times \log_{10} [M \times (1 + 0.082 \times P)] \quad (\text{Ecuación 8})$$

Teniendo a  $[M]$  y  $[P]$  como el número de vehículos livianos y pesados por hora respectivamente.

$C_s$  o  $D_v$  según otros autores es el parámetro que describe la corrección por velocidad:

$$D_v = L_{pkw} - 37.3 + 10 \cdot \log \left\{ \frac{100 + (10^{0.1D} - 1) \cdot p}{100 + 8.23p} \right\} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

$$L_{Pkw} = 27.7 + 10.\log\{1 + (0.02v_{Pkw})^3\} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$V_{Pkw}$  es el límite de velocidad en el rango de 30-130 km/h para vehículos livianos.

$D$  es la diferencia entre los descriptores:

$$D = L_{Lkw} - L_{Pkw} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

$$L_{Lkw} = 23.1 + 12.5.\log v_{Lkm} \quad (\text{Ecuación 12})$$

$V_{Lkm}$  es el límite de velocidad en el rango de 30-80 km/h para vehículos pesados.

$C_{rs}$  también llamado  $D_{StrO}$  es la corrección por la superficie de la carretera, se muestra en la siguiente tabla el valor de adición según RLS-90:

Tabla 5.

Corrección por tipo de superficie de la vía.

Road surface		DStrO in dB(A) at posted speed limit of		
		30 km/h	40 km/h	50 km/h
1	Non-grooved Gussasphalt Asphalt concrete Stone mastic asphalt	0	0	0
2	Cement concrete Grooved Gussasphalt	+1,0	+1,5	+2,0
3	Paving stones with even surface	+2,0	+2,5	+3,0
4	Miscellaneous paving stones	+3,0	+4,5	+6,0

Tomado de Steele, 2001, Braunstein, 2012.

$C_g$  es la corrección por pendiente o grado de inclinación del suelo ( $|g|$ ) y se define como:

$$D_{Stg} = 0.6 \cdot |g| - 3 \quad \text{for } |g| > 5\%,$$

$$D_{Stg} = 0 \quad \text{for } |g| \leq 5\%.$$

$C_r$  también llamada  $C_{REF}$  es la corrección por múltiples reflexiones de las características de las superficies de los edificios definida por:

$C_{REF}$  = Corrección por múltiples reflexiones entre muros retenedores

$C_{REF} = 4 \cdot (\text{altura del muro}) / (\text{distancia entre muros retenedores})$

$C_{REF} < 3.2$  dB para superficies reflectoras.

$C_{REF} = 2 \cdot (\text{altura del muro}) / (\text{distancia entre muros retenedores})$

$C_{REF} < 1.6$  dB para superficies absorbentes.

Adicionalmente el nivel de contribución ( $L_m$ ) contempla las siguientes características:

$$L_m = L_{\text{Mean Emission}} + C_{\text{Section length}} + C_{\text{Spreading}} + C_{\text{Ground absorption}} + C_{\text{screening}}$$

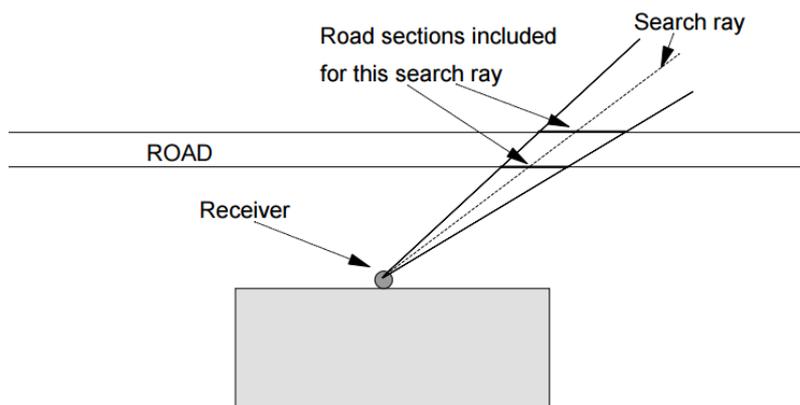


Figura 13. Cálculo del nivel de contribución  $L_m$ .

Tomado de Steele, 2001, Braunstein, 2012

Ya se ha definido el cálculo de  $L_{\text{mean emission}}$  ( $L_{me}$ ), para el cálculo de la segunda parte se tiene:

$$C_{\text{Section length}} = 10 * \log ( \text{length of section within the search triangle} )$$

(Longitud de la sección entre el triángulo de búsqueda)

$$C_{\text{Spreading}} = 11.2 - 20 * \log(\text{Dist}) - \text{Dist}/200 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

**Dist** = Distancia desde la mitad de la sección hasta el receptor.

Para la corrección por atenuación de la absorción del piso y condiciones meteorológicas se tiene:

#### Ground attenuation and meteorological absorption

$$C_{\text{Ground absorption}} = ( \text{av. height} ) / \text{distance} * ( 34 + 600 / \text{distance} ) - 4.8 < 0$$

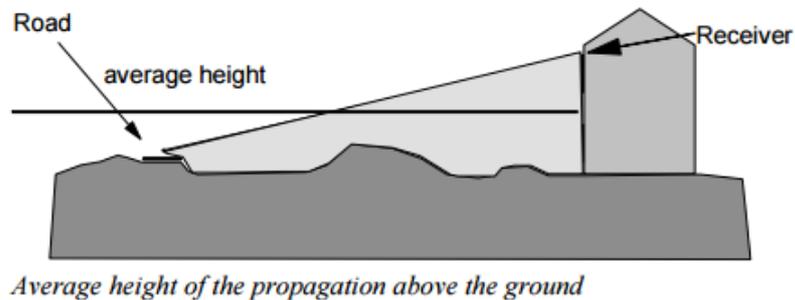


Figura 14. Altura promedio de propagación sobre el terreno.

Tomado de Steele, 2001, Braunstein, 2012

Para el caso del cálculo de correcciones por apantallamiento:

#### Screening

$$C_{\text{Screening}} = 10 * \log ( 3 + 80 * \text{Extra path length} * C_{\text{met}} )$$

$$\text{Extra path length} = A + B + D - (\text{direct distance})$$

(Ecuación 14)

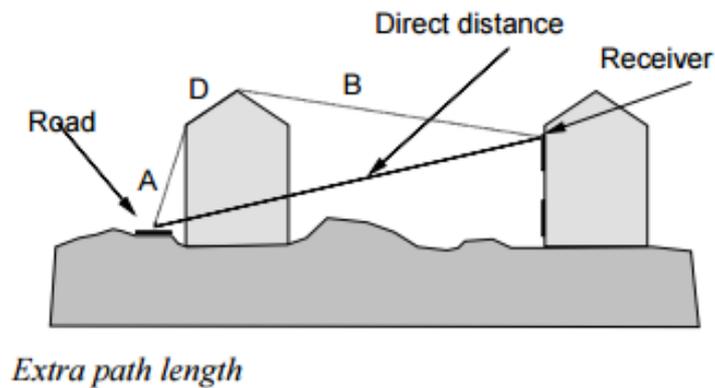


Figura 15. Cálculo de longitud entre vía y receptor en el caso de apantallamiento acústico.

Tomado de Steele, 2001, Braunstein, 2012

Donde  $C_{met}$  se define como:

#### **Meteorological Correction**

$$C_{met} = \exp \left[ -1 / 2000 * \text{Sqrt} \left\{ ( A * B * \text{direct distance} ) / ( 2 * \text{extra path length} ) \right\} \right]$$

(Ecuación 15)

El cálculo de emisión en parqueaderos está dado por:

$$L_{m,E}^* = 37 + 10 \cdot \log(N, n) + D_p,$$

(Ecuación 16)

Donde:

$N$  es el número de los movimientos de vehículos por hora, por estacionamiento.

$n$  es el número de parqueaderos

$D_p$  es una corrección por el tipo de estacionamiento

La adición por tipo de parqueadero en RLS-90 define el incremento de:

0 dB para parqueaderos de automóviles

5 dB para parqueaderos de motocicletas

10 dB para parqueaderos de buses y camiones

Finalmente con los datos obtenidos se tiene la ecuación que caracteriza el nivel

de presión sonora para la vía incluyendo el efecto de la señalización de tránsito.

$$L_r = L_m + K,$$

(Ecuación 17)

Donde  $L_m$  es el nivel medio ponderado (A)

$K$  es la adición para el efecto de incremento por parte de las intersecciones controladas por semáforos y otra intersecciones.

Los mapas de división política y administrativa, densidad poblacional, planos de uso y ocupación de suelo y de redes viales de la parroquia Mariscal Sucre son provistos por la autoridad municipal a través de la página oficial de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda de la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito ([sthv.quito.gob.ec](http://sthv.quito.gob.ec)).

A medida que se modela la geometría de planta de cada una de las edificaciones se añaden los datos de población y uso de suelo importantes para la generación de mapas conflicto, en los cuales es posible ingresar datos relativos a los niveles de ruido permisibles para cada uso de suelo y visualizar resultados de la población expuesta al mismo.

La exactitud de los datos de cartografía es indispensable para el modelamiento digital en Soundplan. En la base de datos de geometría del software las curvas de elevación del terreno proveen al módulo de cálculo de la información de las pendientes del entorno para la ubicación de edificios, vías, parqueaderos, áreas de atenuación y absorción. Esta información se obtuvo de imágenes satelitales tomadas por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos (N.A.S.A).

La información de población y planos de zonificación y sectorización censal se obtuvo por medio del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Los datos de conteos vehiculares de las calles principales del sector crítico de la zona de estudio fueron proporcionados por la Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito.

La obtención de la información es muy importante para el diseño de soluciones de protección acústica, planificación territorial y vial, y otros aspectos esenciales en el desarrollo de mapas estratégicos de ruido.

En una etapa final se realizaron mediciones de ruido in situ y conteos en puntos de interés del sector turístico de la parroquia y otros sitios con flujo vehicular abundante para la validación de la simulación.

#### **4.2 Levantamiento digital del terreno**

Existen varios métodos para obtener una base geográfica digital de gran precisión sin la necesidad de realizar trabajos topográficos de campo, el método elegido para el presente estudio se basa en la creación del modelo cartográfico por medios virtuales.

Debido al gran tamaño de la zona de estudio se optó por el modelamiento del terreno mediante el soporte informático de los programas de uso profesional: Google Earth, Global Mapper, ArcGis y Autocad. Este procedimiento requiere establecer las coordenadas geográficas de la localidad que se desea levantar.

Ya que dichas coordenadas condicionan la exactitud de la georeferenciación se debe configurar el mismo sistema de referencia en todos los paquetes informáticos utilizados. El sistema geodésico WGS84 de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) ubica a la ciudad de Quito en la Zona 17S del

hemisferio Sur.

Para obtener las curvas de elevación se debe crear un modelo digital de elevaciones DEM (Digital Elevation Model), para la elaboración de este modelo se extrajeron imágenes satelitales estereoscópicas de alta resolución que contienen información de las coordenadas del área que representa.

Los valores de altitud del terreno se almacenan en cada uno de los píxeles de la imagen en una escala de grises, de esta manera se pueden obtener las formas del relieve de una base de datos matricial constituida por vectores conocida como archivo “raster”.

Para la obtención de este tipo de archivo se accede al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). A través de este servicio se extrajeron imágenes satelitales del sector como se muestra en la figura 16.

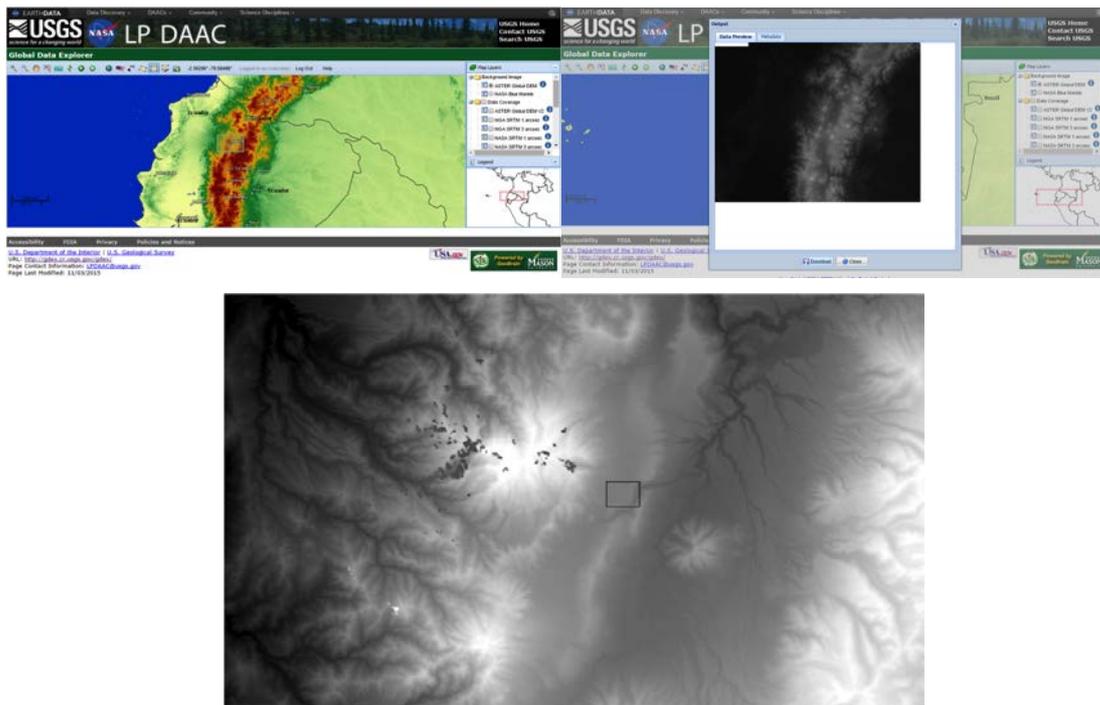


Figura 16. Obtención de información digital del terreno de imágenes satelitales.

Tomado de U.S. Geological Survey - 2016.

El tamaño del área de estudio se limita al área de interés y se genera un primer modelo 3D en ArcGis mediante el archivo raster.

El modelo Raster se procesa para generar las curvas de elevación, se muestran los valores de altura en metros representados por líneas continuas que forman el contorno del terreno, este resultado se observa en la figura 17.

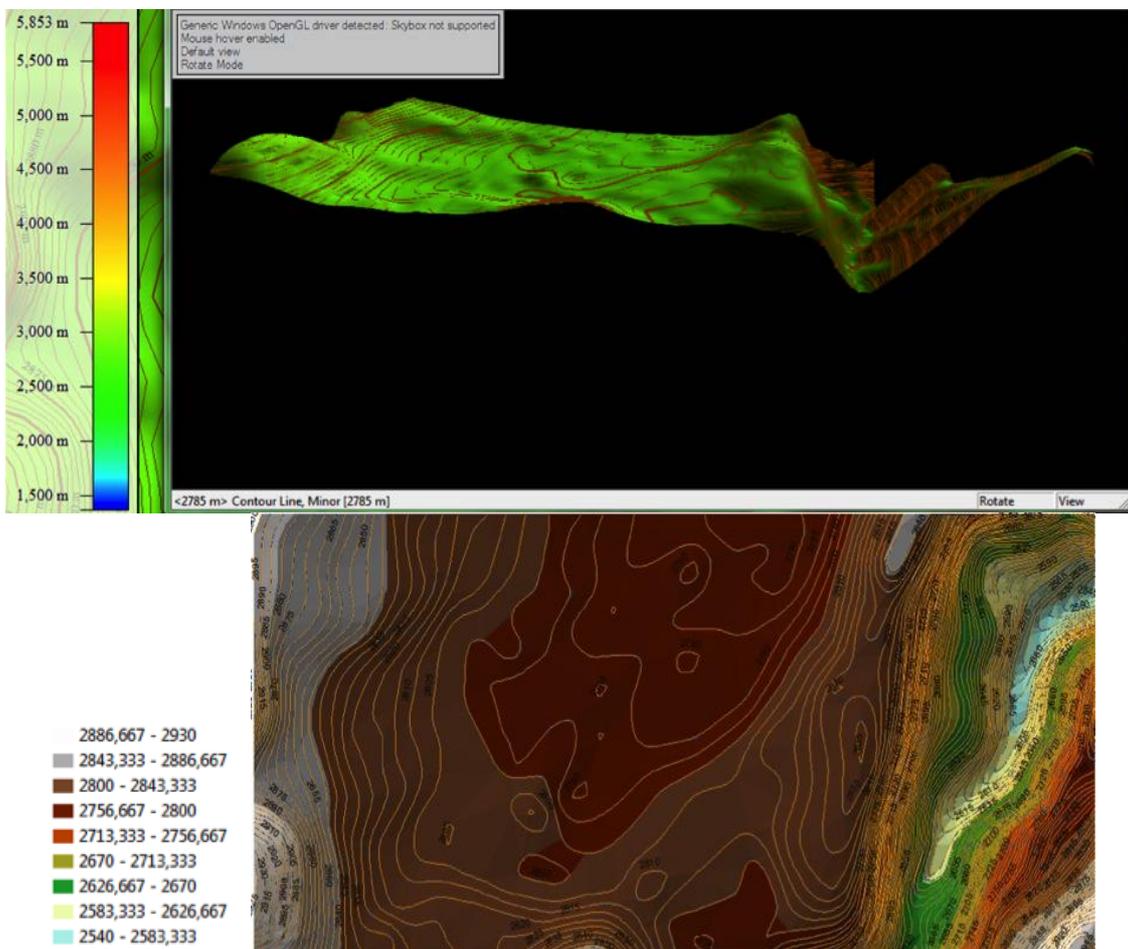


Figura 17. Modelamiento de curvas de nivel en ArcGis

En el software Google Earth el procedimiento para delimitar la zona de estudio es utilizar marcadores para establecer puntos de referencia con el objetivo de crear un polígono que encierra la parroquia Mariscal Sucre.

Los puntos utilizados están en las coordenadas UTM mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Coordenadas de amarre para geo-referenciación.

Referencia	Coordenadas
Punto 1	778207.00 Este 9978375.00 Norte (m)
Punto 2	780604.00 Este 9978375.00 Norte (m)
Punto 3	778207.00 Este 9976340.00 Norte (m)
Punto 4	780604.00 Este 9976340.00 Norte (m)

De esta manera es posible exportar una fotografía aérea del área específica con las coordenadas de sus límites.

Luego se debe ubicar dicha imagen en la posición adecuada en los programas de información geográfica, a este procedimiento se le conoce como geo-referenciación.

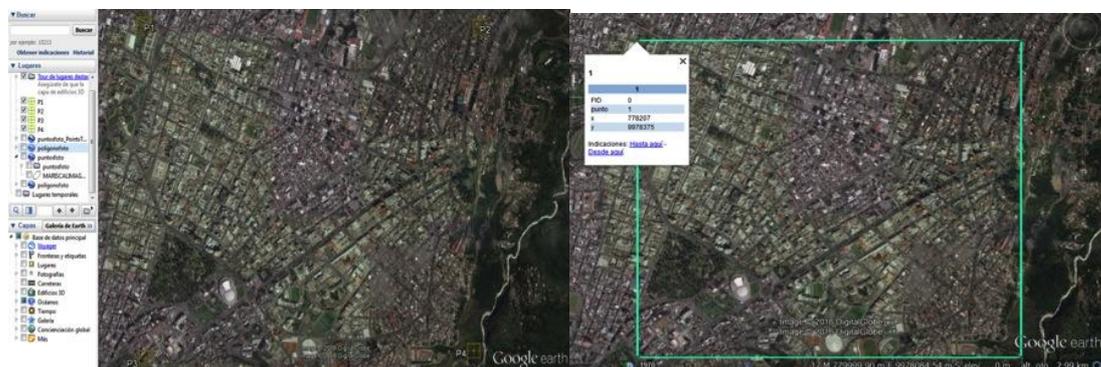


Figura 18. Delimitación de la zona de estudio

Tomado de Google Earth, 2016.

ArcGis es la plataforma principal de trabajo en esta etapa del proyecto.

En este software se procede a importar y georeferenciar los planos de vías, sectorización, uso de suelo y fotografías satelitales sobre las curvas de nivel creadas. De esta forma se dispone de la información para crear la base de datos geográfica en formatos de acceso rápido y alta resolución.



Figura 19. Vías y Curvas de Nivel en ArcGis

El hecho de manejar la cartografía en ArcGis es de vital importancia ya que permite validar las coordenadas geográficas en los ejes x,y,z.

El procesamiento de los datos por medio de Autocad contribuye a la comprobación de los atributos que se generan en las distintas capas del software. Estos atributos se crean como metadatos y es de especial cuidado comprobar que están incluidos al exportar la información.

En Autocad también se procedió a suavizar las curvas de nivel por interpolación para mayor exactitud de las elevaciones.

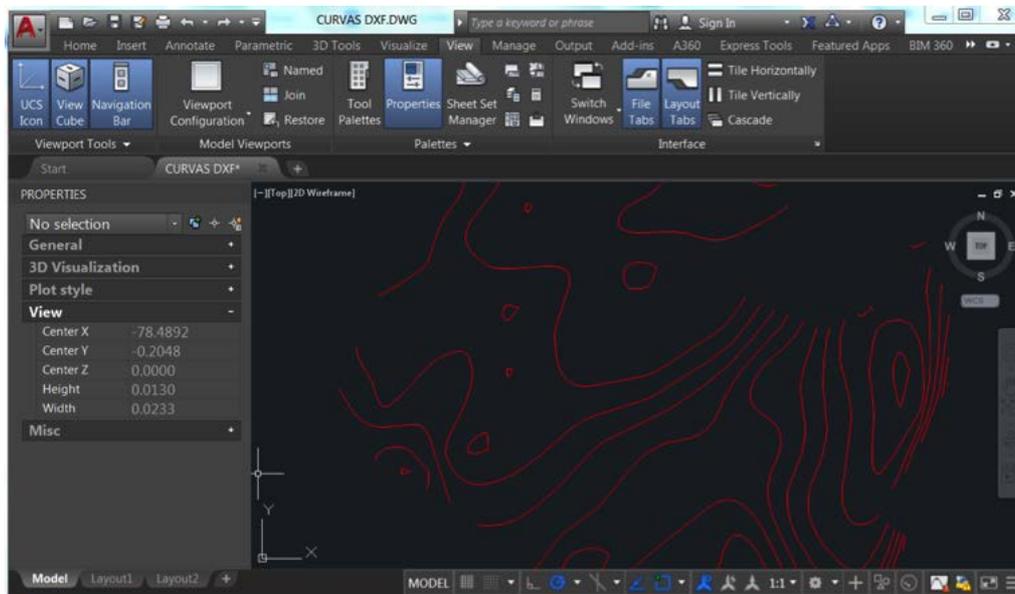


Figura 20. Curvas de Nivel en Autocad

### 4.3 Creación de una base de datos geográficos

Previamente se debe configurar el programa de acuerdo a las unidades del sistema de medición que se desea y a los estándares de modelos predictivos.

En el presente caso se utilizó el sistema métrico decimal y el modelo Alemán RLS-90 respectivamente.

Dentro de Soundplan el modelo digital del terreno se puede crear de varias maneras:

Si los datos introducidos no contienen un modelo de elevaciones es posible generar una ejecución de cálculo para gestionar esta base en el proyecto.

Se pueden cargar directamente archivos .dxf y seleccionar las capas y propiedades de importación como puntos, líneas, polilíneas, áreas, textos; etc. Luego se pueden convertir a objetos y asignar a ficheros de procesamiento de SoundPlan conocidas como Geofiles.

Otra opción es digitalizar sobre un mapa escaneado en alta resolución, es decir dibujar las curvas de nivel directamente en Soundplan mediante una tableta digitalizadora o el ratón. Si se han generado las curvas de nivel en ArcGis se puede extraer la imagen de estos elementos para crear el modelo digital de terreno directamente en SoundPlan.

Para realizar esto también se debe geo-referenciar esta nueva imagen en SoundPlan, para lo cual se debe tener coordenadas marcadas en el plano que servirán como puntos de control.

Es indispensable la ubicación de al menos tres coordenadas ya que existe un margen de error (desviación media cuadrática entre las escalas de todas las combinaciones de coordenadas de referencia) que puede ser producido por la inexactitud acumulada desde la producción del plano en otro software o el escaneo del mapa.

La desviación disminuye con el número de coordenadas y aumenta con la escala del plano, no debe sobrepasar los siguientes casos:

Tabla 7.

Desviación estándar al ingresar georeferenciación

Tomado de Braunstein y Berndt GmbH, 2008

<b>Escala</b>	<b>Desviación estándar</b>
Escala 1:500	5
Escala 1:5000	20
Escala 1:10000	30

En el caso del mapa de bits entregado por el I.N.E.C la desviación estándar es de 1,33, lo cual da un error mínimo para el tamaño del presente proyecto que está basado en la escala de ploteo 1:5000.

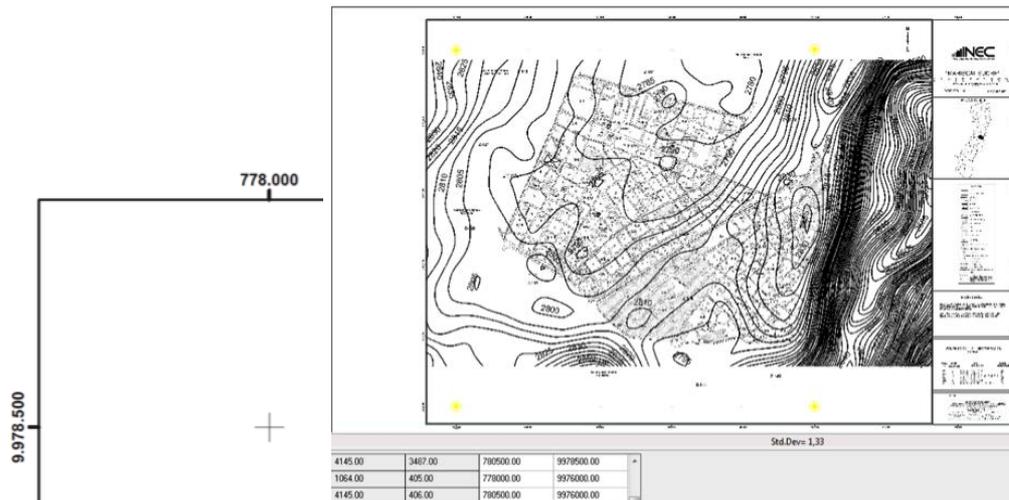


Figura 21. Geo-referenciación de mapa de bits en SoundPlan

Utilizando la misma técnica se pueden importar fotografías e imágenes satelitales necesarias para digitalizar la geometría específica de elementos que formarán parte de las situaciones de cálculo.

En el presente estudio se dibujó la geometría de estos objetos sobre la fotografía aérea extraída de Google Earth, al realizar este ejercicio sobre las fotografías aéreas la desviación estándar es de 3,2.

En SoundPlan se conoce como Geodatabase al módulo en el que el programa recibe y procesa los múltiples datos geométricos y la información descriptiva del área de estudio. La creación del modelo digital de terreno comienza por la generación de las curvas de nivel. Las elevaciones son un factor muy importante en la simulación de ruido, si se digitalizan sobre un plano, es necesario introducir cada una de las coordenadas de altura. Una vez que se ha

creado la base de elevaciones, la altura se puede obtener del modelo digital como es el caso de las vías y edificaciones.

Una vez digitalizadas o importadas las curvas de nivel se procede a establecer el modelo digital de terreno (DGM en SoundPlan).

Se crea una nueva ejecución de cálculo y Soundplan realiza lo solicitado basándose en los vértices de una matriz que genera para las elevaciones, se crea una base geométrica formada por una red de triángulos irregulares (TIN).

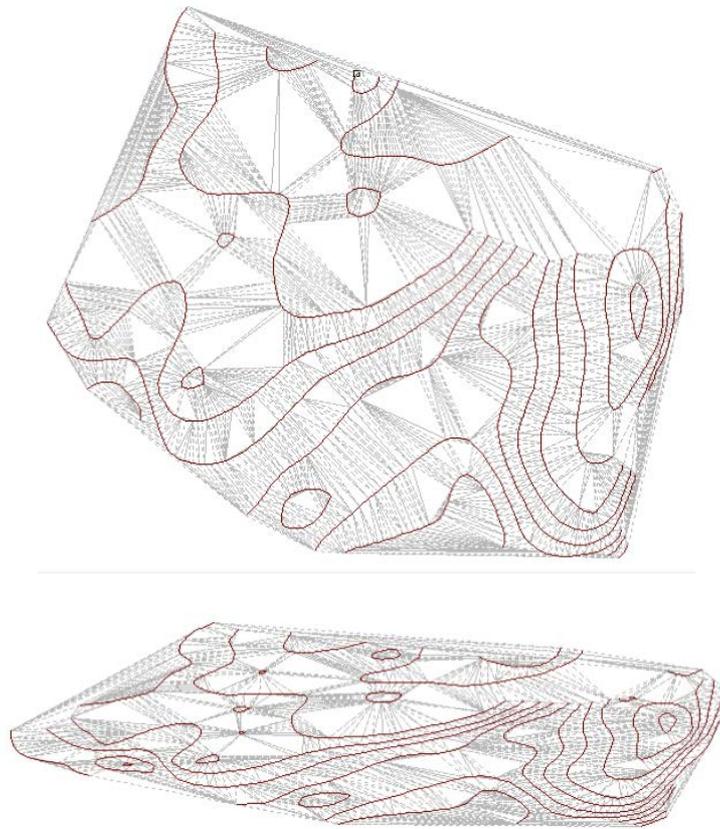


Figura 22. Red de triángulos irregulares en SoundPlan

A partir del DGM (Digital Ground Model) se pueden asignar elevaciones de terreno a objetos o incluso calcular la altura de los mismos a partir del procesamiento de datos de fotogrametría (fotografía aérea).

Esto es común realizarlo con pantallas acústicas ya que cada vez existe más información de este tipo en resoluciones de hasta 1x1 metros provistas de aeronaves dotadas de radares. (Braunstein y Berndt GmbH, 2008)

#### 4.3.2 Proyección de edificaciones

Los edificios son un factor muy importante en el modelo físico para la evaluación de la propagación de ruido exterior debido a que el aporte de las reflexiones sobre las fachadas de los objetos verticales es determinante en el modelamiento. Por otro lado, en cada edificación se ubican los receptores para el cálculo de emisión y además las mismas contienen un conjunto de información importante en el caso de tratarse de un mapa de ruido urbano, un mapa acústico de fachadas o un mapa estratégico de ruido.

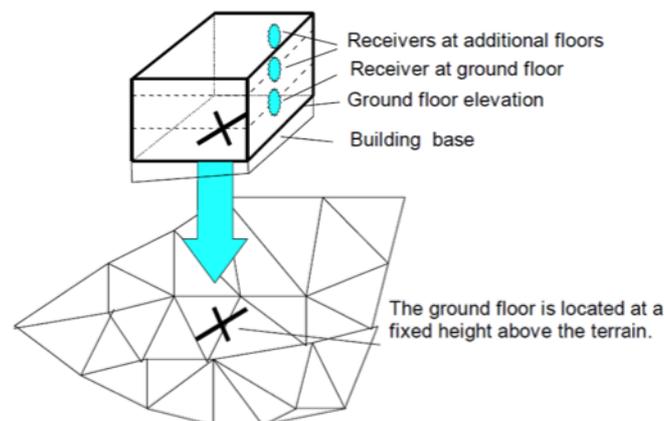


Figura 23. Definición de edificios en SoundPlan

Tomado de Braunstein y Berndt GmbH (Manual de usuario de SoundPlan, 2008)

La metodología para el presente estudio fue muy minuciosa en el modelamiento de las edificaciones; debido a que la zona de estudio concentra gran parte de la actividad laboral del sector centro-norte de la ciudad.

Se trata de una zona netamente urbanizada muy diversa que contiene residencias, comercios, hoteles, sitios de interés turístico, instituciones educativas, hospitales, oficinas, iglesias.

Se proyectaron 2681 edificaciones cuya geometría fue digitalizada sobre una fotografía aérea verificando siempre las coordenadas y usos de suelo en Google Earth y ArcGis.

Por medio de Google Street View se verificó el tipo de fachada, el número de pisos, la altura aproximada del edificio, dirección, nombre y referencias importantes. La altura del edificio es muy importante para el apantallamiento y la reflexión durante el cálculo de la propagación de ruido.

Se referencia el código ecuatoriano de la construcción CPE-INEN 005-1 (2001) y la ordenanza municipal No. 3746 que publica la normativa de arquitectura y urbanismo para el Distrito Metropolitano de Quito (2008) ratificada en el registro oficial No.328 (Sept. 2012).

En estos documentos se describe en el cuadro No.11 de las “Normas generales para edificación” del artículo No. 46 “Dimensiones de los espacios construidos” las medidas: 2,3 metros como una altura mínima de planta baja y 2,7 metros entrepisos.

Al tratarse de valores mínimos de altura libre se decidió considerar 2,4 y 2,8 metros para todas las edificaciones del sector, valores predeterminados en el software.

Al evaluar la conformación de las edificaciones del sector, sus elementos constructivos y superficies salientes tales como balcones, marcos, terrazas y

galerías, se observa que no contemplan en su diseño arquitectónico la función acústica, estas en su gran mayoría se constituyen como superficies planas reflectivas que devuelven gran parte de la energía sonora al ambiente.

Las reflexiones producidas por las edificaciones son representadas por un coeficiente que se determinó como común a todas las fachadas, el cual es otro parámetro a ingresar como variable en el software de predicción.

Este coeficiente es el que determina la pérdida por reflexión, que describe el efecto de este fenómeno por interacción frente a cada objeto. La magnitud de la pérdida depende del material del que esté hecha la pared, su tamaño, el ángulo de impacto, la frecuencia, etc.

En SoundPlan de acuerdo al modelo predictivo RLS-90 se tiene (Braunstein y Berndt GmbH, 2008):

Tabla 8.

Pérdida de reflexión por tipo de superficie de fachada

<b>Tipo de fachada</b>	<b>Pérdida por reflexión en dB(A)</b>
Fachada lisa de edificio	1
Fachada con frentes irregulares	2

Tomado de Braunstein y Berndt GmbH, 2008

Esta información se registra en SoundPlan para cada uno de los edificios del área de estudio, como se muestra en la figura 25.

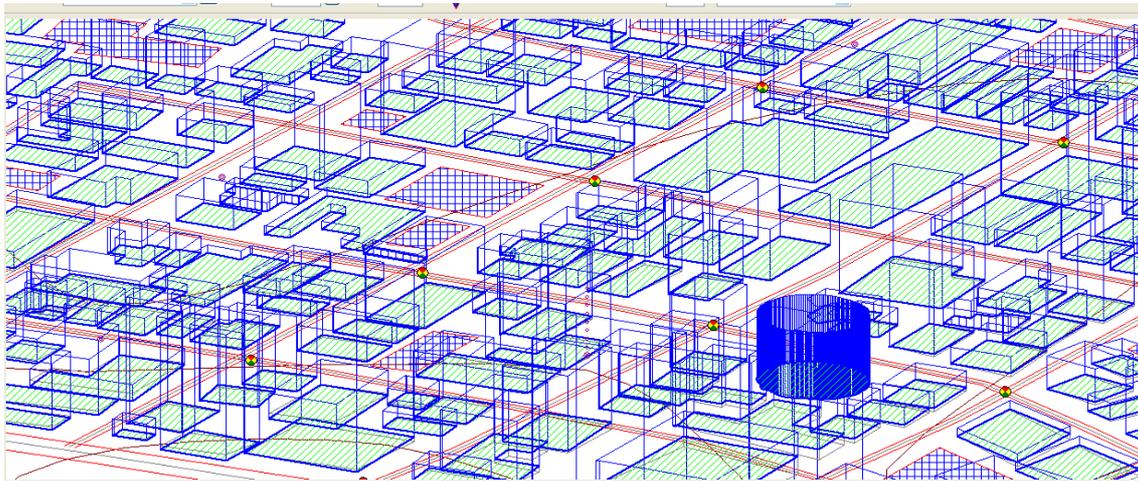
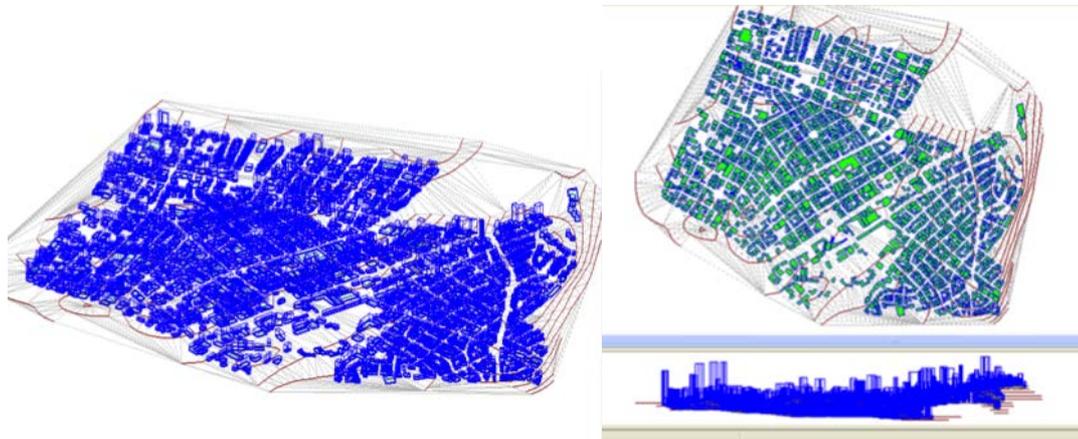
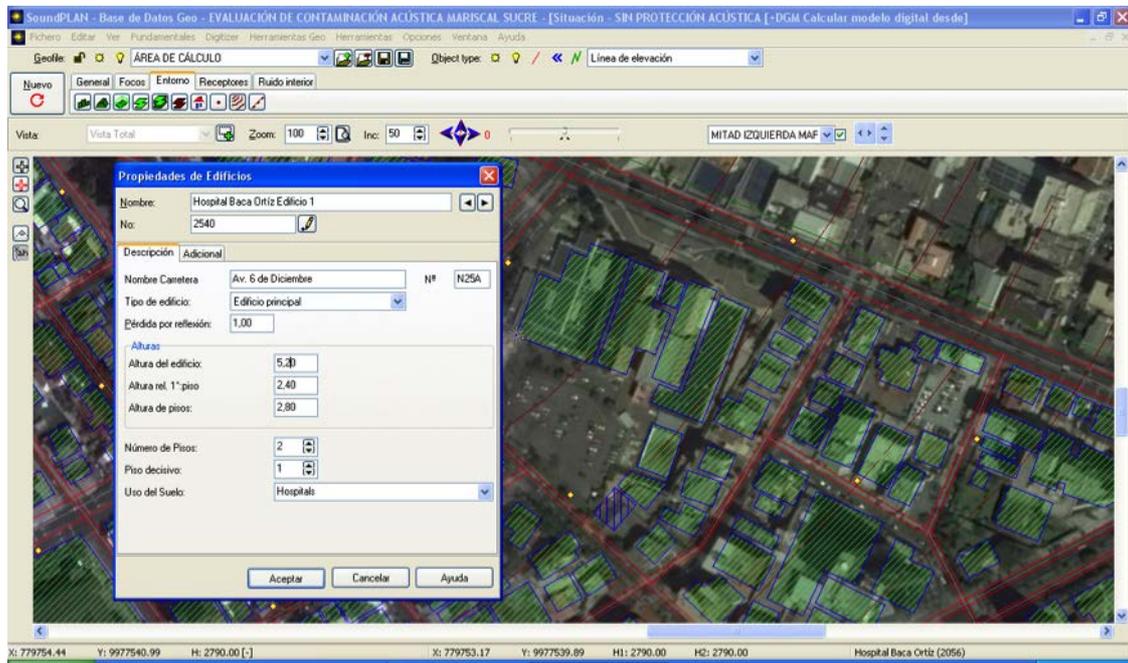


Figura 24. Edificaciones en SoundPlan

### 4.3.3 Modelamiento de tránsito vehicular

Los datos de tránsito de la zona de estudio se obtuvieron por medio de la Secretaría de Movilidad. Esta información tuvo que ser categorizada y organizada por calle. El inconveniente que se encontró al momento de analizar los conteos fue que el porcentaje de vehículos pesados no estaba incluido en algunos de los informes ya que los conteos automáticos consideraban cada dos ejes un vehículo. Por lo cual se procedió a contar manualmente los vehículos pesados y posteriormente sacar el porcentaje que estos representan con respecto al flujo total de vehículos. Tampoco se encontró conteos de motos, fuente importante que contribuye significativamente al ruido vehicular. Se pudo realizar el conteo de vehículos livianos, buses, pesados y motos por un lapso de tiempo de 15 minutos, en los puntos de medición de corto plazo que se definieron para validar la simulación.

Los datos proporcionados por la Secretaría de Movilidad fueron de utilidad para evaluar el comportamiento del tránsito en diferentes momentos del día y en diferentes días de la semana. También mediante el análisis de los mismos se pudo realizar una predicción acertada del tránsito de vehículos en vías semejantes, mediante la obtención de los porcentajes de vehículos que circulan en cierta calle y que se pudieron replicar a las demás. Adicionalmente estos porcentajes fueron útiles para proyectar los conteos de 15 minutos a una hora, y posteriormente al período diurno y nocturno con 14 y 10 horas respectivamente.

Se tuvo especial cuidado con la categorización de los vehículos motorizados de dos ruedas ya que estos aportan casi los mismos niveles de energía acústica que los vehículos pesados, su diferencia radica en las bandas de frecuencia. Los vehículos de transporte pesado irradian energía en frecuencias graves y las motos en frecuencias agudas, causando un mayor nivel de molestia.

Posteriormente se decidió quitar esta fuente del modelo para su validación. Los conteos de vehículos también se realizaron en base a la dirección de circulación, para facilitar el ingreso al programa de modelamiento de ruido vehicular en aquellas calles que son de doble circulación.

La Normativa de Arquitectura y Urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Municipal No. 3746, 2008), y los cuadros de clasificación del sistema vial urbano del Distrito se utilizaron para establecer el perfil de vías adecuado al tipo, medidas y características constructivas de las mismas. La categorización de las vías que comunican y atraviesan a la parroquia se clasificaron según los criterios del sistema vial de la EPMMOP en: Vías arteriales, colectoras principales, colectoras secundarias y locales. Esta clasificación también dio una pauta para tener una idea de cómo es el flujo en cada calle.

En dichos documentos se define la siguiente clasificación:

Gráfico No. 11

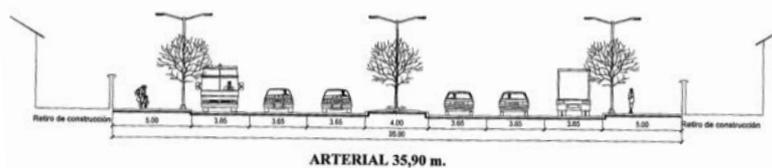


Gráfico No. 12



Gráfico No. 13

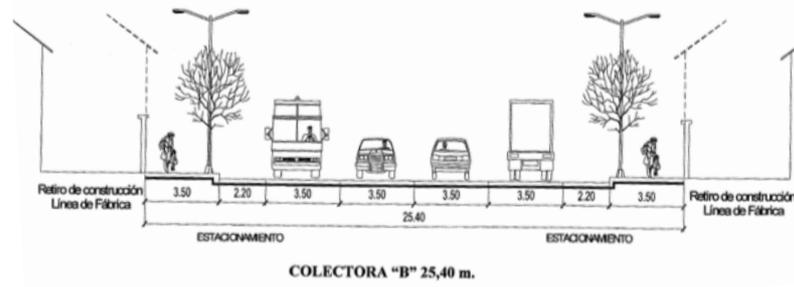


Gráfico No. 14

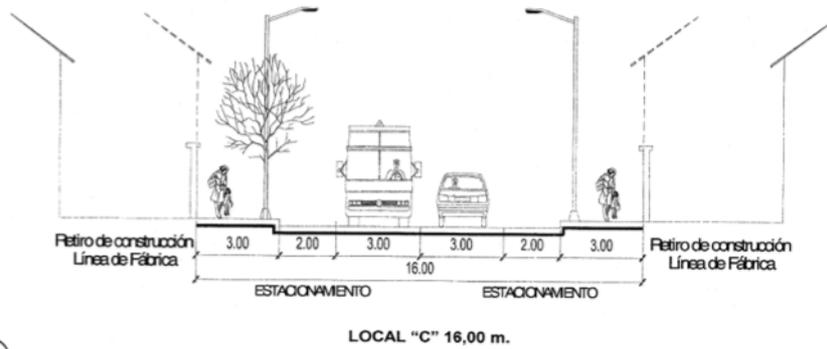


Gráfico No. 15

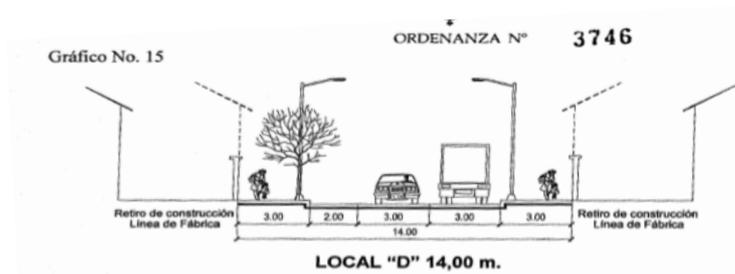
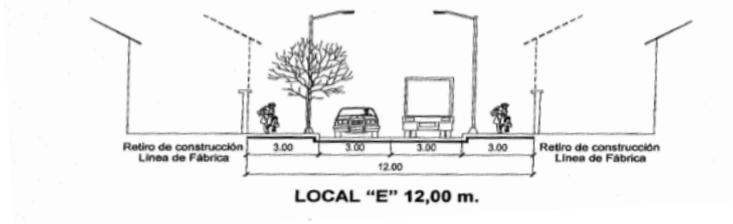


Gráfico No. 16



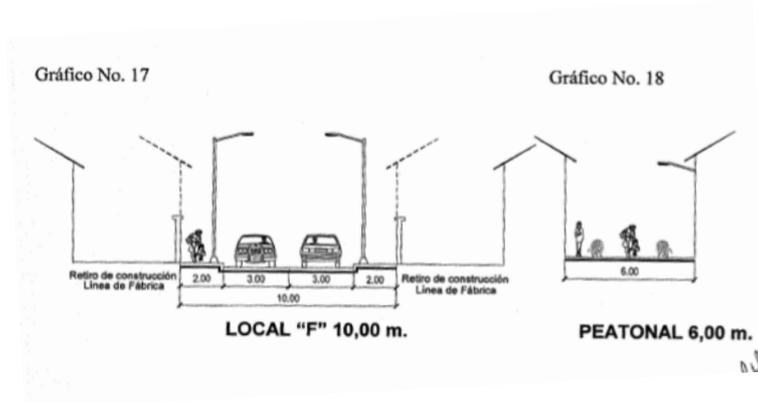


Figura 25. Clasificación vial urbana

Tomado de la Norma de arquitectura y urbanismo del DMQ, Ordenanza 3746, 2008

Para la definición correcta de la vía se realizó inspección visual, y evaluación virtual por medio de las herramientas de Google Earth.

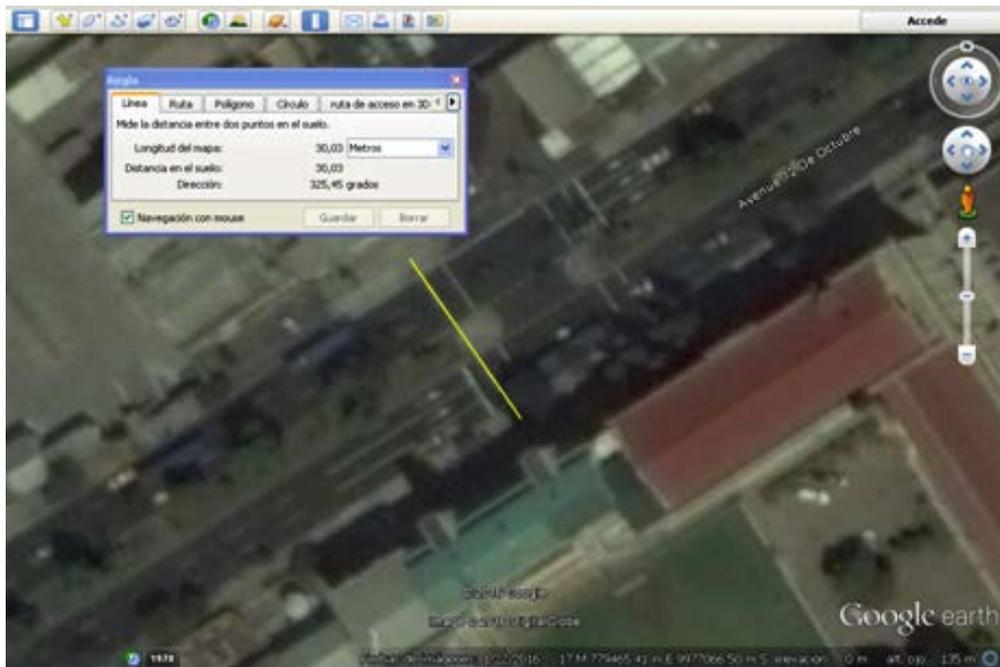


Figura 26. Evaluación virtual de Avenida 12 de Octubre  
Tomado de Google Earth, 2016.

La alineación de una vía se determina graficando el eje principal, la anchura y

la distancia de las bandas de emisión se seleccionan en la definición de perfiles. La pendiente se calcula automáticamente a partir del modelo digital del terreno.

La elevación de la banda de emisión en el modelo RLS-90 se establece a una altura de 0,5 metros sobre la superficie de rodadura, y la distancia de referencia a 25 metros del centro de la vía. La evaluación de la exposición al ruido se establece a 4 metros de altura sobre el terreno (Braunstein y Berndt GmbH, 2008).

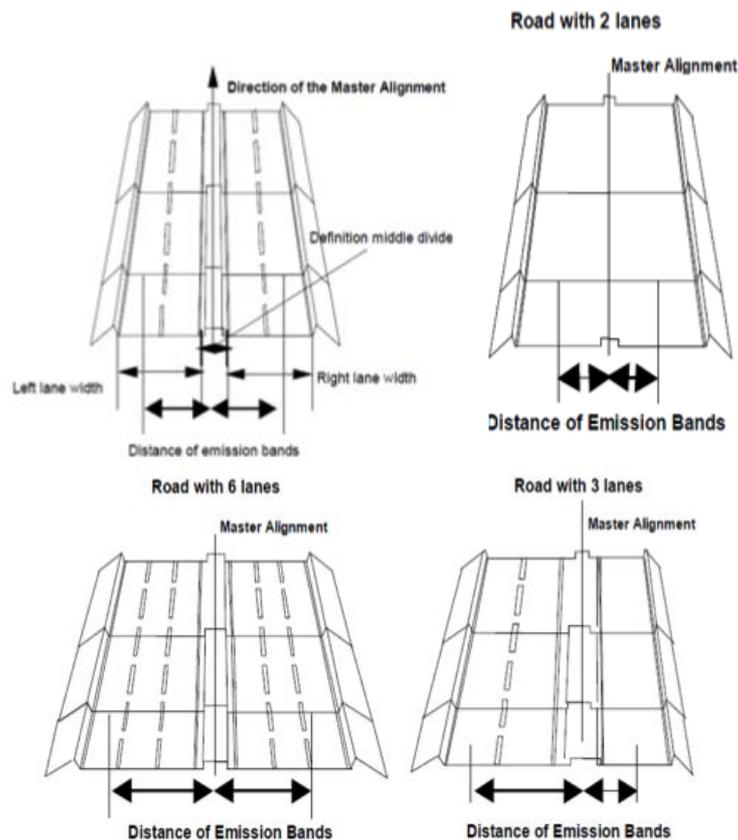


Figura 27. Variaciones en los perfiles de carreteras y distancias de carriles. Tomado de Braunstein y Berndt GmbH (Manual de usuario de SoundPlan, 2008)

Al ingresar la información general sobre la vía se define el perfil de acuerdo al ancho de carril y de la mediana. Se pueden seleccionar valores predeterminados mediante estándares de construcción o realizar una definición propia para estos parámetros.

De acuerdo al tipo de información recolectada sobre la intensidad del tránsito vehicular, se pueden incluir valores promedio diarios (IMD) o escoger distintos tipos de configuraciones de emisión recomendadas para cálculos en calles, carreteras secundarias, autopistas o autovías.

Se pueden realizar introducciones adicionales más específicas como el promedio de vehículos por hora y el porcentaje de composición de vehículos en el período nocturno.

Para el cálculo de emisión en las vías, se tienen también opciones como el tipo de material de construcción de la superficie de rodadura, adiciones por reflexión, porcentaje de vehículos pesados, velocidad de circulación, distribución del flujo en las franjas horarias.

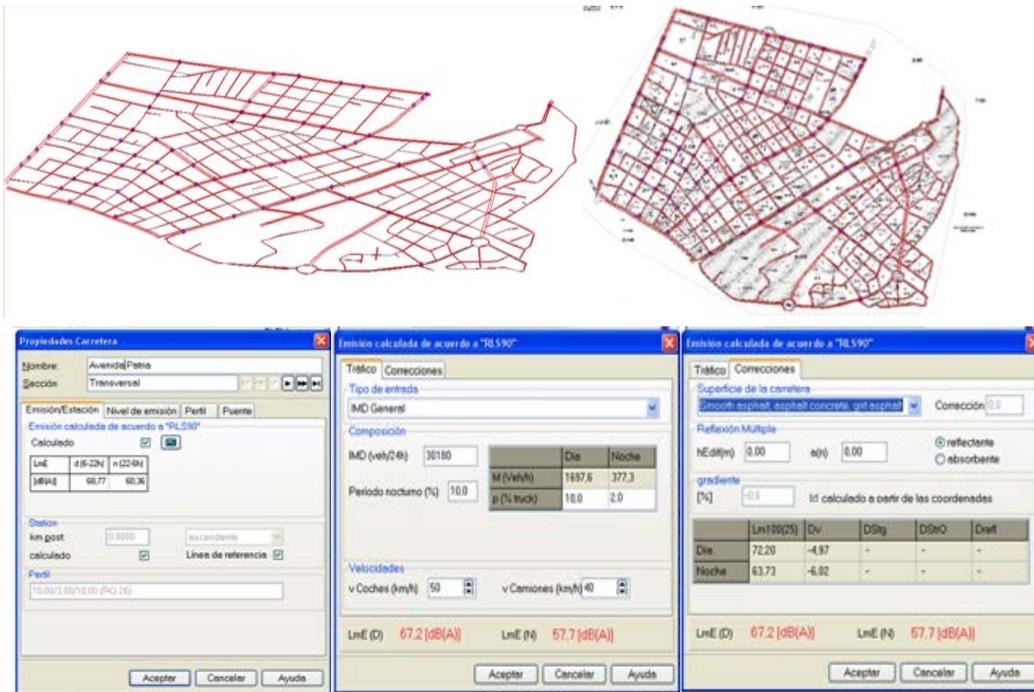


Figura 28. Vías e ingreso de información en SoundPlan.

De estudios de tránsito vehicular del Departamento de Investigación de Tránsito Rodado Alemán, se obtienen determinados tipos de tránsito vehicular basados en el número de vehículos, el porcentaje de pesados y un factor de cálculo de la intensidad de tránsito nocturno a partir de la intensidad media diaria o IMD (Average Daily Traffic o ADT en SoundPlan).

Esto entrega correcciones para cada tipo de perfil de vía como se muestra a continuación:

Tabla 9.

Intensidad diaria de tránsito vehicular por tipo de vía para RLS-90 en SoundPlan.

Street class	Day 06:00 - 22:00		Night 22:00 - 06:00	
	M	P	M	P
	Vehicle / hour	%	Vehicle / hour	%
Federal freeway	0,06*ADT	25	0,014*ADT	45
Federal roads Undivided highways	0,06*ADT	20	0,014*ADT	20
Secondary road system out of town	0,06*ADT	20	0,014*ADT	10
Roads within the city	0,06*ADT	10	0,014*ADT	3

Tomada de Braunstein y Berndt GmbH (Manual de usuario de SoundPlan, 2008)

Además en los casos en los que no existe información de conteos o porcentaje de vehículos pesados se ingresaron los datos recomendados por la guía de buenas prácticas para la generación de mapas de ruido, y producción de datos asociados de exposición al ruido de la comisión Europea (WG-AEN), la cual recomienda lo descrito en la siguiente tabla:

Tabla 10.

Recomendación para ingreso de flujo de tránsito vehicular en caso de no existir conteos disponibles.

<b>Tool 2.5: No traffic flow data available</b>			
<b>Method</b>			
Make traffic counts for each of the three periods: daytime, evening and night time			
Select sample roads and do traffic counts there; extrapolate to other roads of same type			
Use official traffic flow data for typical road types.			
Use other traffic flow data for typical road types.			
Use default values, such as:			
Road type	traffic <sup>20</sup>		
	day	evening	night
Dead-end roads	175	50	25
Service roads (mainly used by residents living there)	350	100	50
Collecting roads (collecting traffic from service roads and leading it to & from main roads)	700	200	100
Small main roads	1,400	400	200
Main roads	Must undertake traffic counts or produce flows from a traffic model. See section 2.10		

Modificada de Good practice for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure, 2006

En SoundPlan se puede determinar si el flujo vehicular es continuo (autopistas), discontinuo (urbano), en aceleración (después de semáforos o paso de peatones), o en desaceleración (antes de semáforos o paso de peatones).

Se debe considerar que la velocidad y el flujo vehicular cambian por tramos, horarios, tipo de vía, y tipos de vehículos.

En las grandes avenidas el tránsito puede considerarse fluido al límite de

velocidad pero no en todos los horarios. Por otro lado en las calles semaforizadas y de orden menor se puede dar tránsito por pulsos a menor velocidad excepto en el período nocturno en el cual la velocidad será mayor. El transporte pesado tiene mucha influencia en los resultados y su velocidad de circulación es mínima en la mayoría de los casos.

Para determinar una media de la velocidad se deben analizar períodos de tiempo prolongados, y sin embargo cuando la velocidad media es baja se deben aplicar correcciones, es por esto que varios estudios utilizan la velocidad máxima permitida en sus modelos (Ottobre, Said, Carilli, y Deuschle, 2014).

Se utilizó la velocidad de circulación máxima determinada en el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Decreto No. 1738 (2008).

En su capítulo quinto en el artículo No.191 se definen los límites para vehículos livianos y pesados dentro del perímetro urbano como 50 km/h y 40 km/h respectivamente. Usar el límite de velocidad como dato de entrada se recomienda también en la guía de buenas prácticas de la Comisión Europea en el caso de no disponer de información.

Tabla 11.

Recomendación para ingreso de velocidad de circulación.

Tool 3.5: No speed data
<b>Method</b>
<b>Measure vehicle speeds</b> by means of radar or other suitable technology
<b>Measure time vehicles take to travel along a road section of known length</b> and calculate average traffic speed
Determine average traffic speed by <b>driving in the average traffic flow</b>
Use the <b>speed limit</b> (e.g. from traffic signs)
Make an <b>assumption</b> of average traffic speed based on experience from similar road types

Modificada de Good practice for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure, 2006

El ruido de rodadura está directamente relacionado con la superficie de la vía, según el tipo de superficie también se producirán efectos en el cálculo relacionados con la velocidad como se ve en la tabla 12.

Debido a que la velocidad límite de la parroquia no supera los 50km/h y la mayoría de las vías son de asfalto liso o concreto no se tiene adiciones en este sentido.

Tabla 12.

Adiciones por superficie de rodadura relacionadas con la velocidad.

Road surface	Maximum permitted speed in km/h			
	30 km/h	40 km/h	>=50 km/h	>= 60 km/h
Non grooved asphalts, asphalt concrete	0	0	0	0
Concrete or grooved asphalts	1	1,5	2	2
Collbestone with smooth texture	2	2,5	3	3
Cobblestone with rough texture	3	4,5	6	6
Concrete with metal broom treatment	1	1	1	1
Concrete with burlap cloth (smooth)	0	0	0	-2
Asphalt concrete without grit	0	0	0	-2
Porous asphalt with more than 15% pores 0/11 type	0	0	0	-4
Porous asphalt with more than 15% pores 0/8 type	0	0	0	-5

Tomada de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

Se enfatizó en el presente proyecto la importancia de realizar la mayor parte de los conteos vehiculares enfocándose en las zonas turísticas y de entretenimiento.

De la información recolectada personalmente, se clasificaron los automotores determinando el porcentaje de pesados. De los datos provistos por la Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, no hay una clasificación por tipo, sólo se tiene información de conteo por ejes de vehículos.

Por lo cual nuevamente se recurrió a la guía de buenas prácticas para la elaboración de mapas de ruido de la Unión Europea para las vías en donde no se cuenta con esta información basándose en la siguiente tabla:

Tabla 13.

Recomendación para ingreso de porcentajes de vehículos pesados.

<b>Tool 4.5: No heavy vehicle data available</b>			
<b>Method</b>			
<b>Make traffic counts</b> for each of the three periods: daytime, evening and night time			
<b>Select sample roads</b> and do traffic counts there; <b>extrapolate</b> to other roads of same type			
<b>Use official statistics</b> for heavy vehicle rates of different road types published by recognised bodies or authorities			
<b>Use other statistical heavy vehicle rates</b> for different road types			
Use <b>default values</b> , for example <sup>25</sup> :			
<b>Road type</b>	<b>traffic</b>		
	<b>day</b>	<b>evening</b>	<b>night</b>
Dead-end roads	2 %	1 %	0 %
Service roads (mainly used by residents living there)	5 %	2 %	1 %
Collecting roads (collecting traffic from service roads and leading it to & from main roads)	10 %	6 %	3 %
Small main roads	15 %	10 %	5 %
Main roads	20 %	15 %	10 %
Major main roads	20 %	15 %	10 %
Trunk roads	20 %	20 %	20 %
Motorways	25 %	35 %	45 %

Modificada de Good practice for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure, 2006

#### 4.3.3.1 Adiciones por señalización

En las proximidades de un semáforo se produce un incremento del nivel de ruido, que es evaluado según la distancia entre el receptor y el eje de la intersección vial. (Braunstein y Berndt GmbH, 2008)

Se calcula la suma de entre 1 a 3 dB según la siguiente tabla:

Tabla 14.

Adiciones por proximidad de un semáforo.

<b>Distancia</b>	<b>Adición</b>
0 m a 40 m	+3.0 dB(A)
40 m a 70 m	+2.0 dB(A)
70 m a 100 m	+1.0 dB(A)

Tomada de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

La adición por señalización de tránsito toma en cuenta el aumento de la molestia producida en las intersecciones señalizadas por semáforos, a pesar de que el efecto físico es poco cuantificable (Braunstein y Berndt GmbH, 2008), forma parte del modelo RLS-90, por lo cual se introduce en Soundplan. Se debe especificar el horario de actividad de la señal de tránsito y es importante asociar el semáforo a la vía o intersección.

En el área de estudio se encuentran señalizadas por semáforos las siguientes vías principales: 10 de Agosto, Amazonas, 6 de Diciembre, 12 de Octubre, 9 de Octubre, Juan León Mera, Reina Victoria, en sus ejes longitudinales.

Las avenidas Colón, Orellana, Coruña, Ladrón de Guevara y Madrid, poseen semáforos en sus ejes transversales, y las intersecciones de estas vías arteriales con las calles colectoras principales y secundarias se encuentran marcadas por semaforización principalmente en las zonas 172,175 y 176.

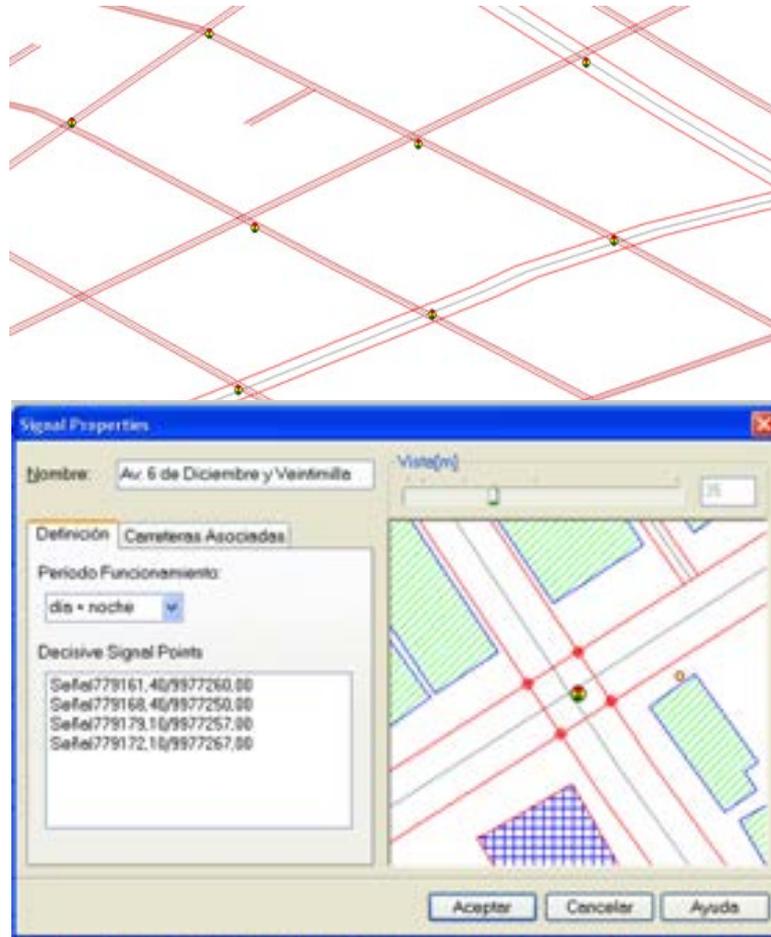


Figura 29. Semáforos en Soundplan

#### 4.3.3.2 Nivel de emisión en parqueaderos

El cálculo de emisión de acuerdo a RLS-90 define adiciones conforme a lo siguiente:

Tabla 14.

Adiciones por emisión en parqueaderos.

Tipo de parqueadero	Adición
Aparcamiento de livianos	0 dB
Aparcamiento de motocicletas	5 dB
Aparcamiento de camiones y buses	10 dB

Tomada de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

Los parqueaderos se consideran como fuentes sonoras de área uniforme que aporta al nivel de emisión de acuerdo al tipo de vehículos que lo conforman y el número de movimientos por hora (rotación por entrada y salida) durante el día o la noche.

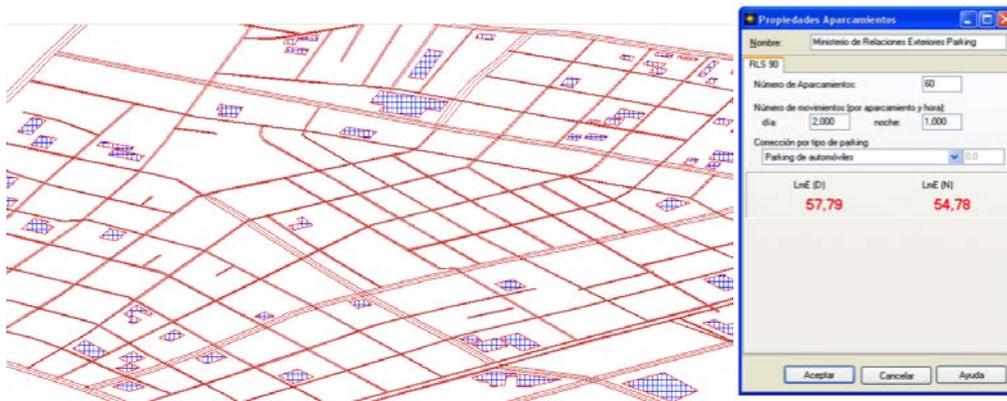


Figura 30. Parqueaderos en Soundplan

La parroquia Mariscal contiene una gran cantidad de parqueaderos públicos, a los que se debe adicionar aproximadamente 3300 plazas de estacionamiento en las calles, tarifados por medio del sistema "Zona Azul" (Sistema de estacionamientos DMQ). Dichas fuentes no fueron incluidas en el cálculo del mapa a pesar de haber formado parte de los elementos del modelamiento.

#### 4.3.4 Áreas de atenuación, absorción del terreno

Utilizar el factor de absorción del terreno resulta útil en el caso de definir un parque o jardines de densidad media que tenga efectos sobre la propagación de la energía sonora. Para evaluar el efecto del terreno se considera el área alrededor de la fuente, el área entre la fuente y el receptor y la que rodea al receptor.

Según el coeficiente de absorción un terreno blando es más absorbente que un terreno duro, el factor de absorción "G" también determina varios efectos sobre la frecuencia.

Tabla 15.

Factor de absorción de terreno.

Factor de absorción "G"	Características
G = 0	Terreno duro (asfalto, agua)
G = 1	Terreno blando (prados, hierba) configurado por defecto
G = p/100	Configuración para G de valor medio entre blando y duro

Tomada de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

Para diseñar un área de mitigación en SoundPlan se utiliza el concepto de absorción por volumen. Esto sirve para simular bosques o áreas impermeables congestionadas. La absorción **D** se representa como el producto entre el factor de absorción **f** [dB/m] y la distancia **S<sub>G</sub>** [m]. La distancia de absorción **S<sub>G</sub>** marca

un arco de longitud de 5 kilómetros entre la fuente y el receptor. Se introduce una altura útil de absorción del terreno y el factor de absorción en dB(A) por metro.



Figura 31. Áreas de atenuación y absorción por volúmen en Soundplan.

Adaptado de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

Las áreas de absorción ingresadas en el modelo corresponden fundamentalmente a las que rodean a las universidades Católica, Politécnica Nacional, Politécnica Salesiana, además el parque Santa Clara, y terrenos compuestos por áreas verdes que se encuentran contiguos a centros de educación secundaria.

#### 4.4 Receptores y cálculo de niveles sonoros

La ubicación de receptores permite el cálculo de contaminación acústica en un punto específico del modelo. Es posible asignar receptores a las edificaciones y en este caso SoundPlan se encarga de que el receptor no será ingresado por error dentro del edificio, y se eliminan del cálculo las reflexiones propias de la fachada. Al ubicar un receptor en campo libre (no vinculado a un edificio) se debe especificar la altura y elevación del terreno.

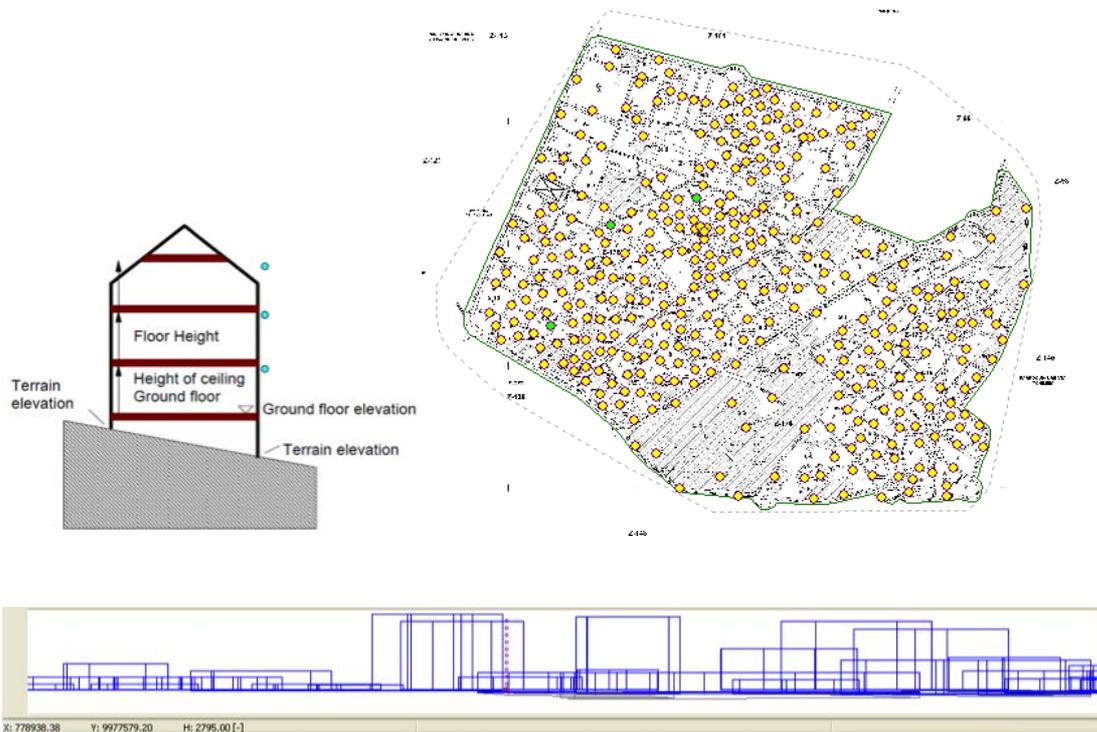


Figura 32. Receptores en Soundplan.

Adaptado de Manual de usuario de SoundPlan, 2008

Se colocaron receptores en todas las vías del área de estudio, en una primera fase se ubicaron de acuerdo a los requerimientos de validación del modelo en los mismos lugares donde se realizaron mediciones.

Posteriormente para el caso de las mediciones de largo plazo se asociaron los puntos de recepción a las edificaciones correspondientes, ya que de esta forma es posible obtener resultados en cada piso de los edificios evaluados.

El software de predicción puede entregar resultados de niveles  $Leq$  en cualquier punto en donde se ubican los receptores, esta información sirvió para estimar un cálculo aproximado de población expuesta.

La metodología de ubicar receptores de punto único cubriendo todas las caras

de cada manzana permitió tener una aproximación del número de ocupantes afectados por los distintos niveles sonoros resultantes, ya que la versión disponible del software de simulación “no permite la creación de mapas de ruido de fachadas ni mapas de ruido urbano, únicamente se pueden visualizar estos datos en los puntos de recepción creados por el usuario.

Se utilizaron varios descriptores de tráfico, que si bien no son exactos nos dan una idea de la molestia que causa el ruido de tráfico en las diferentes vías.

Mediante la distribución de la población de sectores a cada manzana, y la ubicación de receptores en todas las manzanas del área de estudio se realizó una aproximación de la población expuesta al ruido.

Mediante los receptores se accede rápidamente a resultados generales en informes entregados por el software, organizados en listas de niveles que contienen los descriptores Lden, Lday, Levening, Lnight y las referencias geográficas ingresadas. Además se tiene la información sobre el uso de suelo donde se ubica el receptor, la contribución específica de las fuentes y su distribución por horas, histogramas y gráficos de directividad, entre otros valores a los que se ingresa desde el módulo llamado “*Tabla experta*”.

Para diseñar un mapa acústico reticulado es necesario limitar el área de cálculo creando un archivo separado para esta definición. El proceso de cálculo puede demorar considerablemente, por lo cual es recomendable incluir solamente los archivos geofiles sobre los que se desea obtener información. Se utilizó la opción de distribuir el proceso de cálculo en una red de computadores para acelerar la generación del mapa. El mapa de ruido obtenido fue calculado para un tamaño de cuadrícula de 20x20 m. a 4 metros de altura sobre el terreno.

#### 4.4.1 Puntos medición

Las mediciones de ruido de tránsito vehicular se realizaron con un sonómetro integrador clase 1 de la marca NTi audio, modelo XL2, equipo certificado por la comisión electrotécnica internacional IEC 61672-1:2002. Se verificó la calibración del sonómetro y se registraron valores 94.8 dB antes de la medición y 94.2 dB después de la misma. Las mediciones se realizaron en condiciones meteorológicas favorables, en ausencia de lluvia, truenos, etc.

Debido a que se escogió el modelo de predicción alemán RLS-90 para elaborar el mapa de ruido de tráfico, también se trató de recolectar todos los datos de entrada que este modelo requiere. Según el modelo, el sonómetro se debe colocar a 25 metros del centro de la calzada y a 4 metros de altura (Bastian & Moreno, 2014). En las mediciones in situ que se realizaron para este trabajo, el sonómetro se ubicó a una altura de 1.50 metros, separado por 3 metros de cualquier superficie reflectante y el operador del equipo alejado durante la medición. La medición no pudo cumplir con las distancias recomendadas por el modelo de predicción debido a que las vías cuentan con edificios en sus bordes y la altura recomendada no era óptima para operar el sonómetro.

La planificación de los puntos de medición de corto plazo, se llevó a cabo mediante la elección del método de medida en calles o viales. Se escogieron puntos estratégicos en toda la zona de estudio. Se optó por este método ya que lo que se quería evaluar principalmente era el ruido de tránsito vehicular como nuestra principal fuente de ruido.

Los puntos de largo plazo se designaron de acuerdo a la disponibilidad que se tenía de instalar el sonómetro por periodos prolongados. Es por esta razón que no hay gran cantidad de puntos de medición de largo plazo.

Debido a la hipótesis de este trabajo también se realizaron mediciones

nocturnas en la zona en la cual se presume que existen otras fuentes de ruido que aportan energía acústica al entorno. Las mediciones realizadas cerca de los recintos de diversión, se siguieron los lineamientos de la T.U.L.S.M.A. Se tomaron estos lugares como fuentes fijas de ruido y se procedió a colocar el sonómetro sobre un trípode a 1,5 metros del suelo con una inclinación de 45 grados sobre el plano horizontal.

Los mapas que se muestran a continuación indican los diferentes puntos de medición en los cuales se realizó la recolección de datos de nivel de presión sonora.

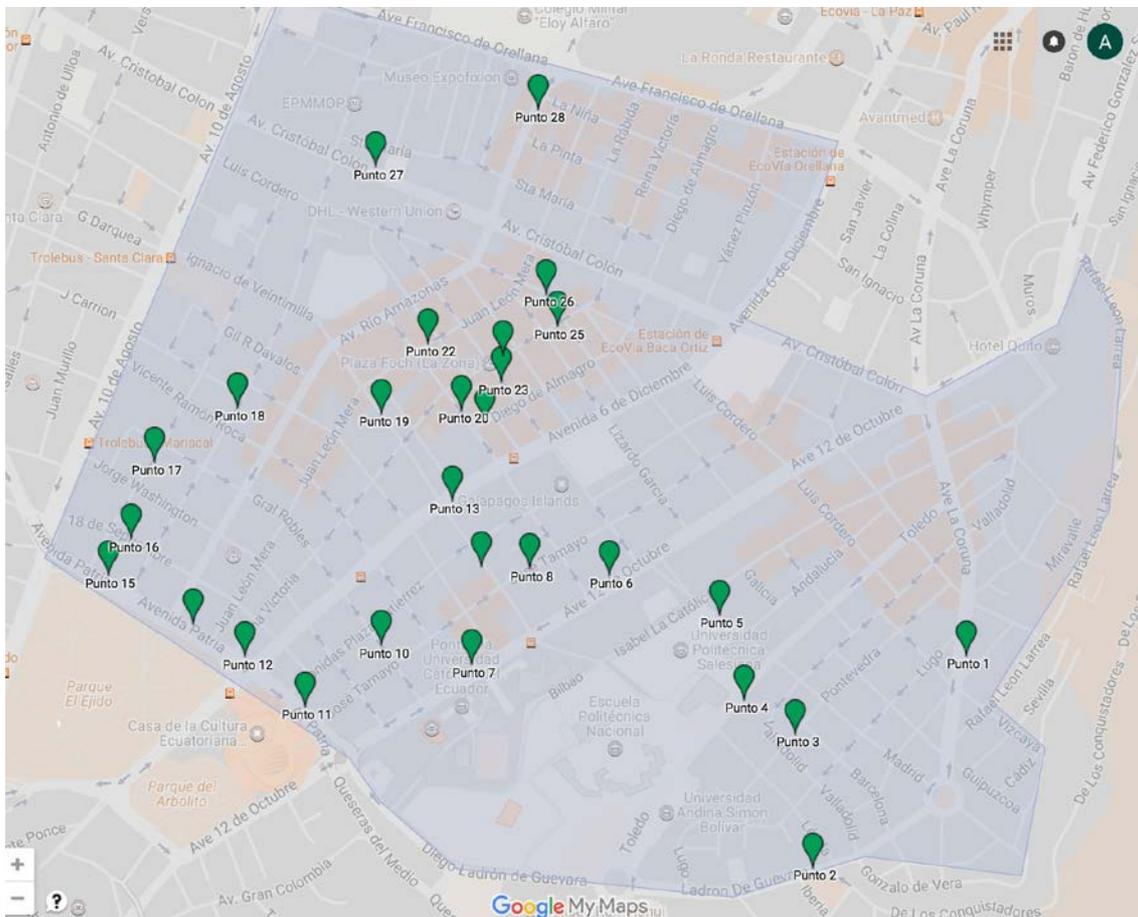


Figura 33. Puntos de medición corto plazo

Adaptado de Google Maps

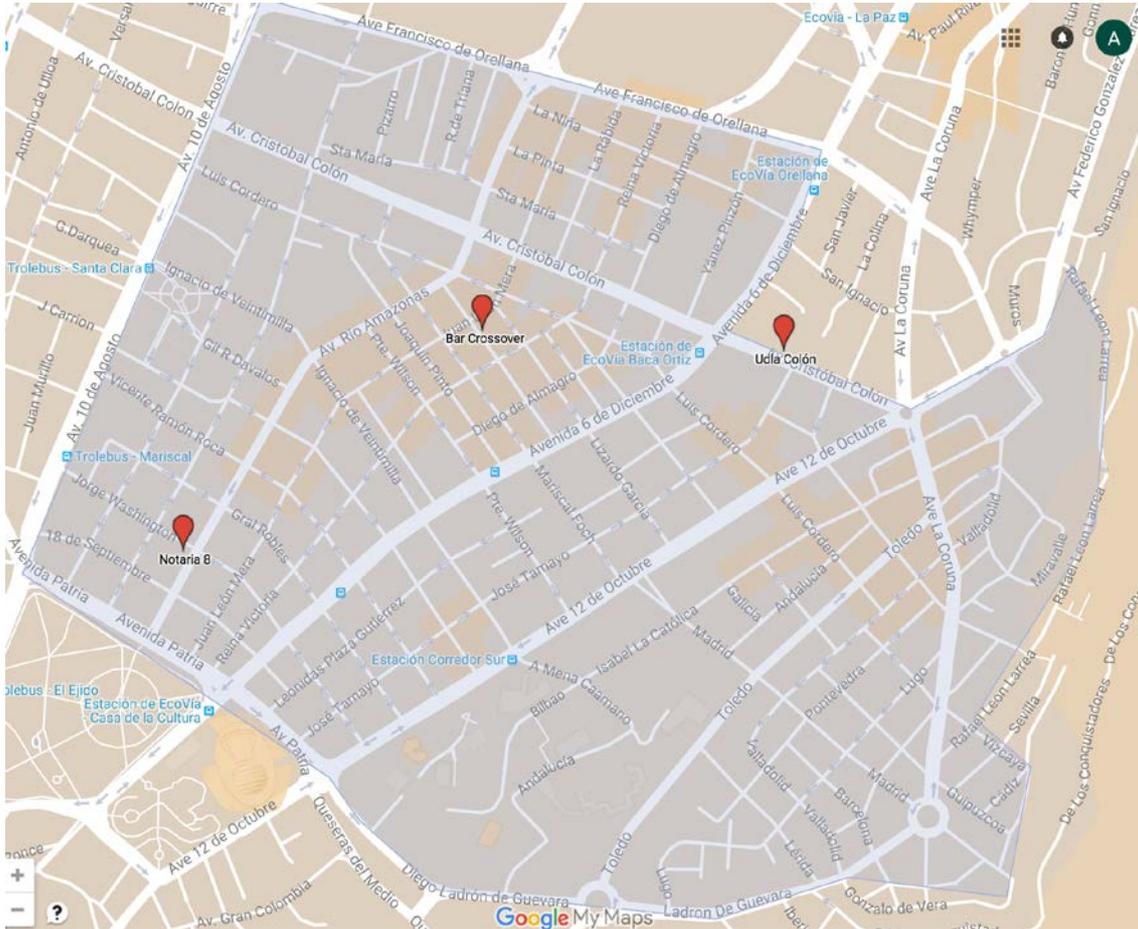


Figura 34. Puntos de medición largo plazo.

Adaptado de Google Maps

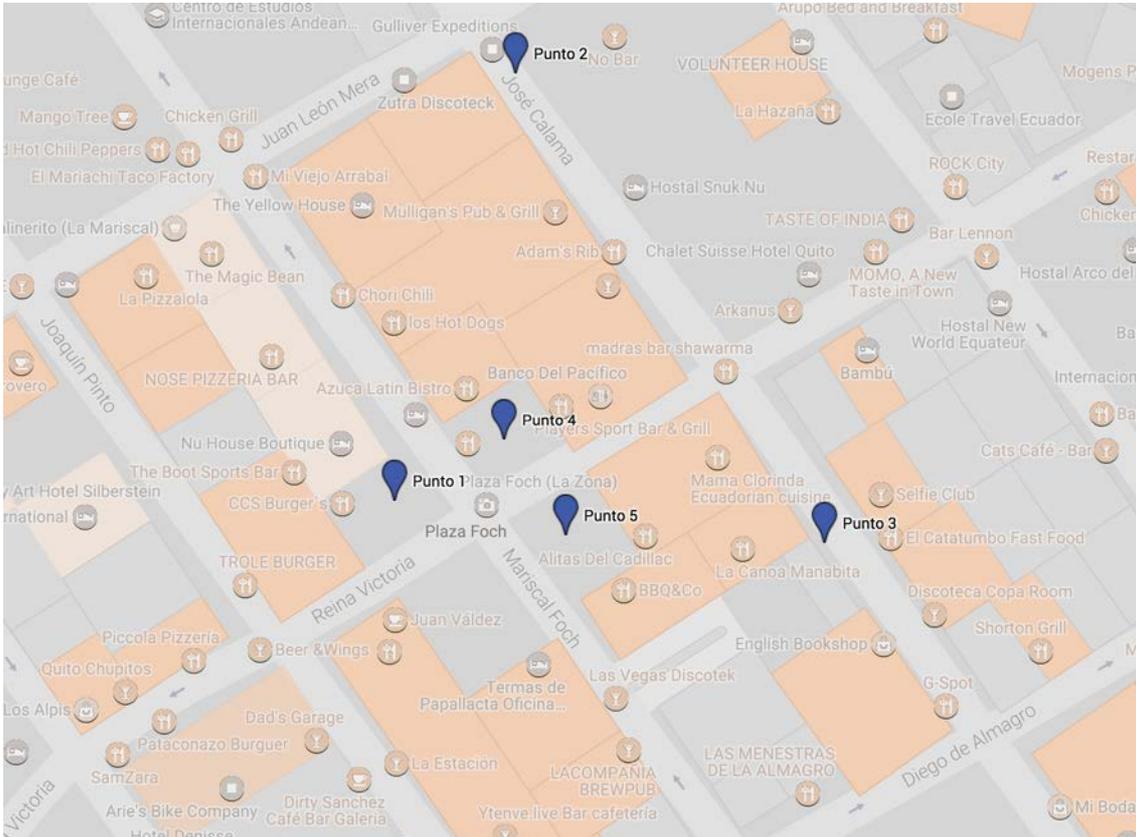


Figura 35. Puntos de medición corto plazo en la noche  
Adaptado de Google Maps

La Asociación Acústica de la Unión Europea resume en la publicación: “The use of colours in END noise mapping of major roads” (Alberts y Alférez, 2012). la discusión sobre la aplicación del estándar ISO 1996:2 [1] y 1996:2 [2], las cuales son normas que establecen el uso de colores para la representación de niveles sonoros en mapas de ruido.

En este documento se destaca la importancia de la selección de la escala y una guía para una mejor representación de los niveles sonoros.

Se recomienda usar intervalos de 5 [dB] desde los 40 hasta 80 [dB], con tonos verdes para los valores por debajo de los 50 [dB], colores “rojos” para la banda de 65-69 [dB], y un esquema de colores divergentes de escalas secuenciales

para el resto de niveles, esto con el fin de evitar problemas en mapas impresos y diferencias por resolución de colores.

Noise band [dB]:	AT	BE	DE	DK	EE	ES	FI	FR	GR
35-39 (<40)	Dark Green	White	Medium Green	White	White	White	White	White	Light Green
40-44	Dark Green	White	Dark Green	White	White	White	White	White	Light Green
45-49	Yellow	White	Yellow	White	Dark Green	White	White	White	Yellow
50-54	Olive Green	White	Brown	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Orange
55-59	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
60-64	Red	Orange	Red	Orange	Light Orange	Light Orange	Orange	Orange	Red
65-69	Dark Purple	Orange	Dark Purple	Red	Red	Orange	Red	Red	Dark Purple
70-74	Dark Purple	Red	Dark Purple	Dark Purple	Purple	Red	Pink	Pink	Dark Purple
≥75 (75-79)	Dark Purple	Dark Purple	Blue	Blue	Dark Blue	Pink	Dark Purple	Dark Purple	Dark Purple

Noise band [dB]:	AT	BE	DE	DK	EE	ES	FI	FR	GR
35-39 (<40)	Dark Green	White	Medium Green	White	White	White	White	White	Light Green
40-44	Dark Green	White	Dark Green	White	White	White	White	White	Light Green
45-49	Yellow	White	Yellow	White	Dark Green	White	White	White	Yellow
50-54	Olive Green	White	Brown	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Orange
55-59	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
60-64	Red	Orange	Red	Orange	Light Orange	Light Orange	Orange	Orange	Red
65-69	Dark Purple	Orange	Dark Purple	Red	Red	Orange	Red	Red	Dark Purple
70-74	Dark Purple	Red	Dark Purple	Dark Purple	Purple	Red	Pink	Pink	Dark Purple
≥75 (75-79)	Dark Purple	Dark Purple	Blue	Blue	Dark Blue	Pink	Dark Purple	Dark Purple	Dark Purple

Figura 36. Colores utilizados por algunos países de la Unión Europea para representar bandas de niveles sonoros.

Tomado de "The use of colours in END noise mapping of major roads" (Alberts,Alferez 2012), EURONOISE Praga 2012, Asociación Acústica de la Unión Europea.

Se ha tomado como referencia también a la publicación de Zurita (2013), en donde se analizan distintos casos referidos a la carta de colores Europea “RAL 841” y se recomienda diferenciar la escala de colores en tres tramas:

- Satisfactoria que involucra el nivel de presión sonora menor o igual al límite de cada zona menos 6 [dB] (A) rango.
- Zona de riesgo que corresponde al intervalo del nivel de presión que se encuentra entre el límite de cada zona menos 5 [dB] (A) y el correspondiente límite.
- Zona de incumplimiento que es el rango que define al nivel de presión mayor que el límite de cada zona.

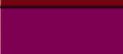
Rango en dB(A)	Nombre color	Color	RAL	R-G-B	Trama
> 35	Verde blanquecino		6019	191-227-186	Puntos pequeños, baja densidad
35 – 39	Verde amarillento		6018	079-168-051	Puntos medianos, media densidad
40 – 44	Verde turquesa		6016	015-112-051	Puntos grandes, alta densidad
45 – 49	Amarillo azufre		1016	255-245-066	Líneas verticales, baja densidad
50 – 54	Beige pardo		1011	175-122-079	Líneas verticales, media densidad
55 – 59	Naranja pálido		2003	255-099-054	Líneas verticales, alta densidad
60 – 64	Rojo tráfico		3020	199-023-018	Cuadrulado, baja densidad
65 – 69	Rojo rubí		3003	138-018-020	Cuadrulado, media densidad
70 – 74	Purpura tráfico		4006	145-015-102	Cuadrulado, alta densidad
75 – 79	Azul luminoso		5012	041-115-184	Franjas verticales amplias
≤ 80	Azul capri		5019	010-066-120	Completamente negro

Fig. 37 Carta de colores Europea “RAL 841” para representación de mapas de ruido.

Tomado de “Recomendaciones para el diseño, desarrollo y presentación de mapas de ruido en Chile” (Zurita, 2013)

El análisis de estas normas permitió seleccionar la escala de colores a utilizar,

para que la comprensión del mapa resulte más fácil, y se entienda la contribución del ruido producido por tránsito vehicular interpretando los colores asociados a los niveles de contaminación.

#### 4.5 Validación del modelo

Una vez que se ingresaron los datos de curvas de nivel, vías, edificaciones y tránsito vehicular se procedió a colocar receptores en los puntos donde se tenía información resultado de las mediciones, para ser comparados con los datos que arroja la simulación.

En cuanto a los datos de tránsito vehicular, en un primer modelamiento, se sumaron la cantidad de motos junto con los vehículos pesados y buses bajo el criterio de que estas tres clases de vehículos emiten un nivel de energía parecido. Esta simulación dio como resultado la siguiente correlación:

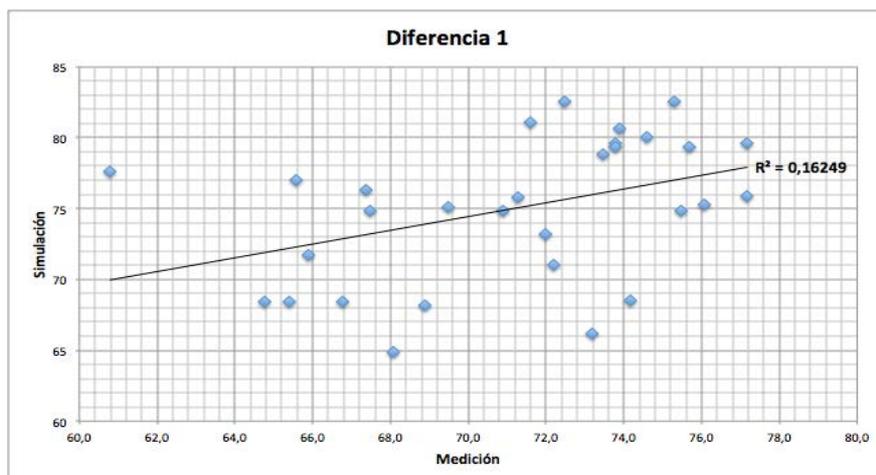


Figura 38. Correlación entre los niveles de tránsito vehicular medidos y simulados.

En este caso el resultado de la correlación es demasiado bajo, este es sólo uno de los motivos por el cual se decidió ajustar el modelo, otro motivo fue que los

valores de la simulación eran mayores a los de las mediciones y también porque no se pudo cumplir con las recomendaciones de posicionamiento del sonómetro a la hora de realizar las mediciones in situ. El parámetro que se decidió modificar fue la cantidad de flujo vehicular, puesto que este es el que afecta directamente a los resultados de la simulación y se tienen valores recomendados de la guía de buenas prácticas para elaboración de mapas de ruido.

Se procedió a retirar las motos de todo el modelo puesto que estas influyen de manera negativa e irreal al porcentaje de pesados aumentando el nivel de presión acústica en la simulación. Esto implicaba que el nivel medido sea menor al simulado, lo cual no debería pasar ya que las mediciones inevitablemente recogen ruido de otras fuentes además del tránsito vehicular y deben ser más elevadas que los resultados de la simulación que solamente toman en cuenta al flujo vehicular.

Luego de realizar la primera corrección, se obtuvo el siguiente gráfico de dispersión:

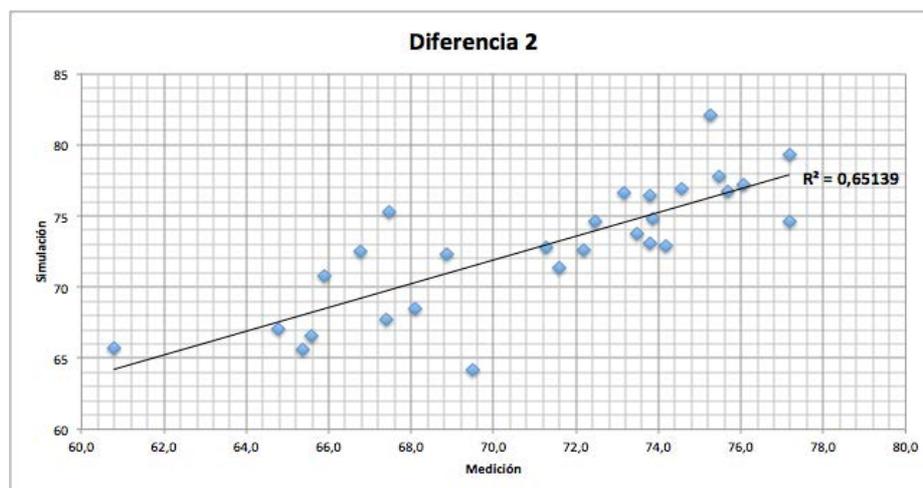


Figura 39. Correlación entre los niveles medidos y simulados sin motos.

Se puede comprobar que sólo con omitir las motos en el modelo la correlación mejoró significativamente. Sin embargo al realizar la correlación por vías se observó que en las vías arteriales, vías colectoras principales y vías locales la relación no era tan favorable. Se decidió realizar una segunda corrección solo en las vías mencionadas. Se procedió entonces a reducir el flujo vehicular en total en un 10% y el porcentaje de pesados un 20%, obteniendo la siguiente correlación:

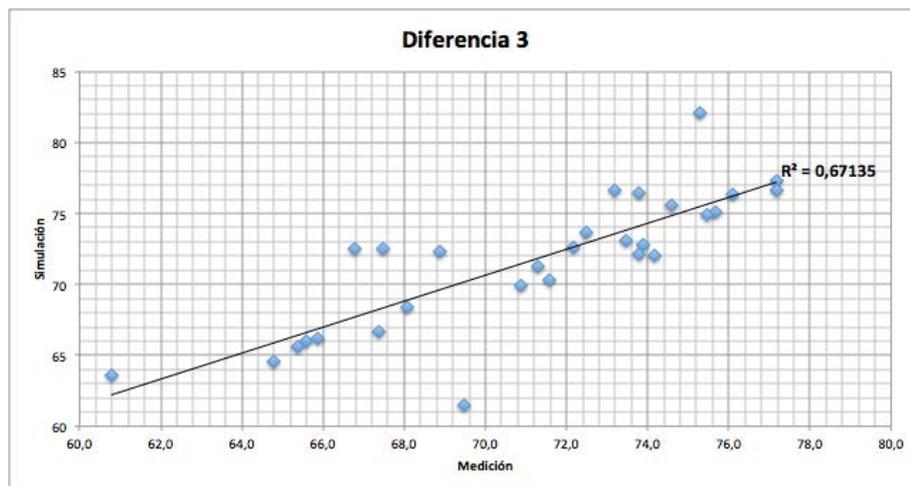


Figura 40. Correlación entre los niveles medidos y simulados sin motos y reducción del 10% del tránsito vehicular total y 20%

Después de que el SoundPlan arrojó los resultados con la corrección de la disminución del flujo vehicular, se procedió a aumentar en el modelo los semáforos y lotes de estacionamiento que el modelo alemán RLS 90 también considera. Se volvió a correr la simulación para tener los resultados con los elementos antes mencionados y poder realizar una nueva comparación. La correlación después de estas modificaciones es la siguiente:

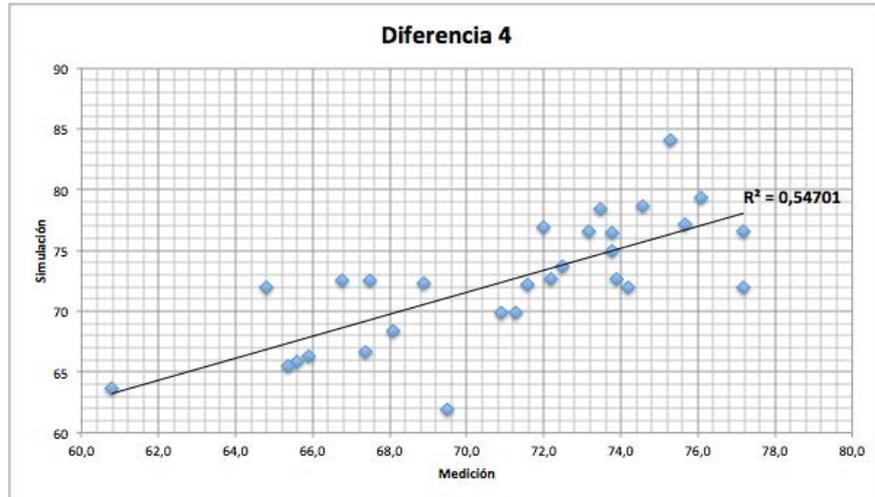


Figura 41. Correlación entre los niveles medidos y simulados con semáforos y estacionamientos.

El aumento de semáforos y estacionamientos no resultó favorable para el modelo ya que los niveles de ruido de la simulación aumentaron. Por esta razón se decidió dejar de lado estos dos elementos en el modelamiento, pues la razón por la que se realiza la validación es para que los niveles simulados se ajusten a los de las mediciones in situ.

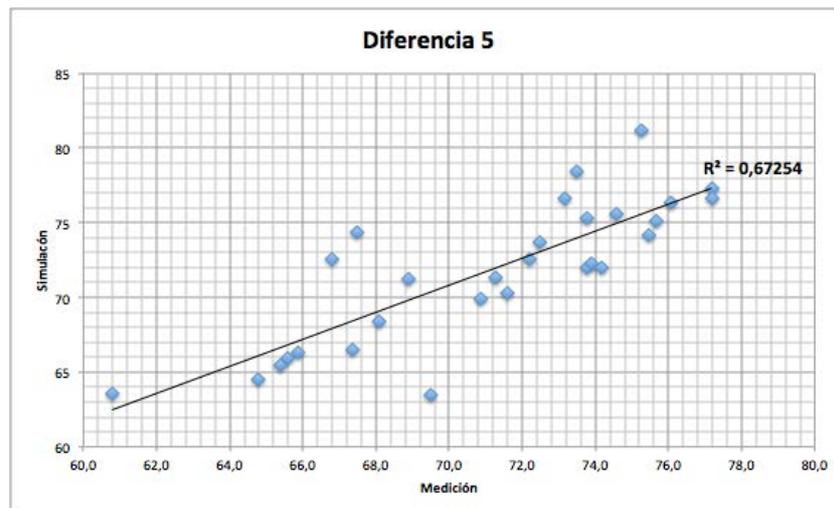


Figura 42. Correlación entre los niveles medidos y simulados sin estacionamientos ni semáforos.

Después de obtener este resultado se procedió a analizar el flujo vehicular en aquellas calles que tenían una diferencia de 3 dB entre los niveles medidos y los simulados para afinar más detalladamente el modelo. Las calles en las que se realizaron los cambios se describen en la siguiente tabla con su respectiva descripción:

Tabla 16.

Descripción de cambios realizados en las vías para mejorar el modelo de la simulación.

ZONA	PUNTO	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
173	18 de septiembre	entre 9 de octubre y U. Páez	bajar porcentaje de pesados a 10%
	Diego de Almagro	entre Wilson y Pinto	Aumentar # de vehículos
	Galicia	entre Isabel La Católica y Andalucía	4%
	Ignacio de Veintimilla	entre Gutiérrez y Tamayo	Reducir # de vehículos a 4680
171	Av. Amazonas	entre la Pinta y la Niña	Reducir # de vehículos a la mitad 10000
175	José Tamayo	entre Wilson y Veintimilla	Reducir # de vehículos a 1500
176	Veintimilla	entre Reina Victoria y Juan León Mera	Reducir # de vehículos a la mitad
	Juan León Mera	entre Wilson y Pinto	reducción a 15000
172	Cristóbal Colón	Entre 9 de octubre y mariscal Foch	Reducir # de vehículos a 30000

Después de realizar estos ajustes se notó que las diferencias ya no eran tan significativas como las hechas con los resultados anteriores.

Tabla 17.

Comparación entre niveles medidos y simulados y sus diferencias.

PUNTO	LOCALIZACIÓN	Ld (A) medido	Ld simulado sin parqueadero y semáforos	Diferencia Ld med. Y sim.	Ld simulado corrección calles	Diferencia Ld med. Y sim.
18 de septiembre	entre 9 de octubre y Paez	71,6	70,3	1,3	69	2,6
9 de octubre	entre Roca y Carrion	72,2	72,6	-0,4	72,6	-0,4
10 de agosto	entre Roca y Washington	76,1	76,3	-0,2	76,3	-0,2
Av. 12 de Octubre	entre Pte, Wilso y Madrid	75,7	75,1	0,6	75,1	0,6
Av. 12 de Octubre	entre Carrión y Roca	74,6	75,6	-1,0	75,6	-1,0
Av. 6 de Diciembre	entre Veintimilla y Baquedano	73,8	72	1,8	71,7	2,1
Av. Amazonas	entre la Pinta y la Niña	73,5	78,4	-4,9	75,5	-2,0
Av. Coruña	entre Vizcaya y Manuel Leóm	73,9	72,3	1,6	72,3	1,6
Av. Patria	entre Gutierrez y Tamayo	77,2	77,3	-0,1	77,3	-0,1
Cristobal Colón	Entre 9 de octubre y mariscal Foch	73,8	75,3	-1,5	74	-0,2
Diego de Almagro	entre Wilson y Pinto	69,5	63,5	6,0	66,7	2,8
Foch	entre Reina Victoria y Diego de Almagro	68,1	68,4	-0,3	68,4	-0,3
Galicia	entre Isabel La Católica y Andalucía			0,0		0,0
Gral. Robles	entre Gutierrez y Tamayo	65,6	65,9	-0,3	65,9	-0,3
Ignacio de Veintimilla	entre Gutierrez y Tamayo	66,8	72,6	-5,8	69,6	-2,8
Isabel La Católica	entre Galicia y Galavis	68,9	71,2	-2,3	71,2	-2,3
Jerónimo Carrion	entre 10 de agosto y Paez			0,0		0,0
José Tamayo	entre Wilson y Veintimilla	60,8	63,6	-2,8	62	-1,2
Juan León Mera	entre Wilson y Pinto	73,2	76,6	-3,4	74,8	-1,6
Ladrón de Guevara	entre Iberia y Berruecos	77,2	76,6	0,6	76,6	0,6
Lugo	entre Valladolid y Lérida			0,0		0,0
Luis Cordero	entre Juan León Mera y Reina Victoria	65,4	65,5	-0,1	65,5	-0,1
Madrid	entre Lugo y Pontevedra	72,0				
Madrid	entre Andalucía e Isabel La Católica	75,5	74,2	1,3	74,2	1,3
Paez	entre Washington y Robles	64,8	64,5	0,3	64,5	0,3
Patria	entre 9 de octubre y Paez	72,5	73,7	-1,2	73,7	-1,2
Patria	entre Reina Victoria y 6 de diciembre	74,2	72	2,2	72	2,2
Pontevedra	entre Lugo y Valladolid	67,4	66,5	0,9	66,5	0,9
Reina Victoria	entre Foch y Calama	71,3	71,3	0,0	71,3	0,0
Reina Victoria	entre Lizardo Garcia y Baquerizo Moreno	70,9	69,9	1,0	69,9	1,0
Toledo	entre Lérida y Madrid	75,3	81,2	-5,9	81,2	-5,9
Valladolid	entre Pontevedra y Lugo			0,0		0,0
Veintimilla	entre Reina Victoria y Juan León Mera	67,5	74,4	-6,9	70,9	-3,4
Wilson	entre Reina Victoria y Diego de Almagro	65,9	66,3	-0,4	66,3	-0,4

Las diferencias mejoraron significativamente y a continuación se procedió a comparar otra vez los valores simulados y los medidos obteniendo la correlación que se observa en la siguiente figura:

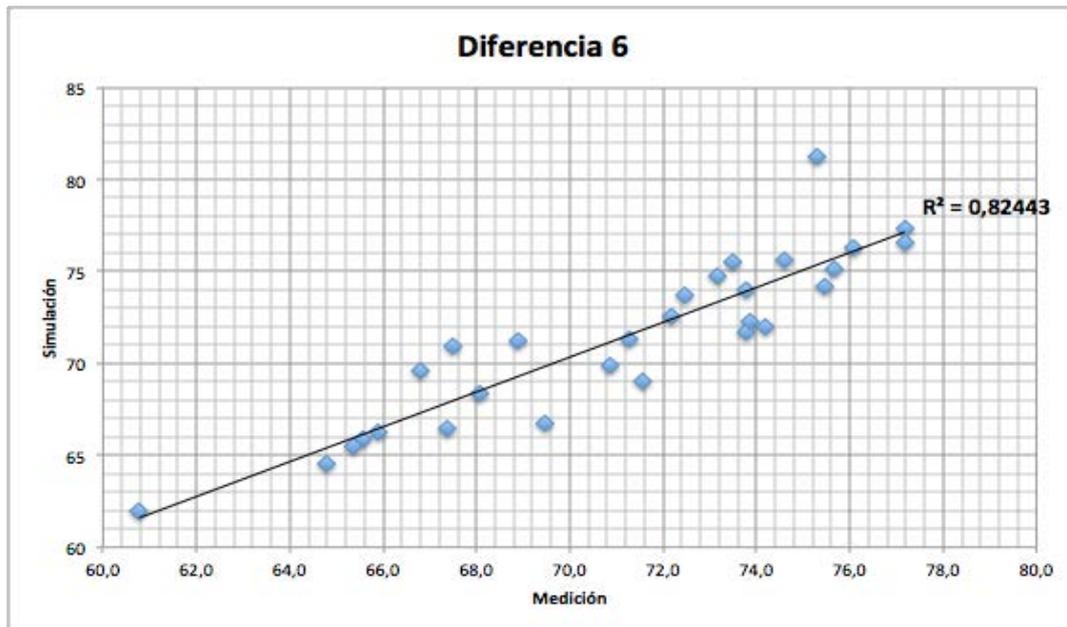


Figura. 43. Correlación entre los niveles medidos y simulados con cambios en calles específicas.

El valor de la correlación luego de los ajustes respectivos es satisfactorio ya que ya no se tienen diferencias mayores a 3 dB entre los valores medidos y los simulados. Se decidió ajustar el modelo pues como se observa en la tabla 13. los valores de la simulación eran mucho más altos que los de la medición, lo cual debería ser al contrario. Si bien los valores de la medición captan también otro tipo de fuentes, se trató de que el modelo arrojara valores aún menores a la medición por el factor antes mencionado. El modelo se acerca a la realidad y para tener otro método de validación se hicieron mediciones a largo plazo para comprobar por horas cómo varían los niveles de ruido según la hora del día.

La validación se realizó con un solo descriptor de ruido, se escogió el  $L_d$ , puesto que las mediciones de corto plazo se realizaron en su mayoría en el periodo diurno y los datos recogidos y proyectados a una hora y posteriormente al horario diurno iban a dar mejores resultados.

## 5. Resultados

A continuación se presentan los mapas obtenidos a partir de la simulación, así como también tablas y gráficos con los resultados del levantamiento de información acústica, con su respectivo comentario.

La información básica que se incluye en el mapa es :

Título que describa de forma rápida que representa el mapa, el descriptor acústico, la altura a la que realizó el cálculo, el tipo de fuente de ruido, el período de tiempo evaluado, la escala cartográfica, leyenda y simbología.

### 5.1 Mapa de ruido Lden (Día-tarde-noche)

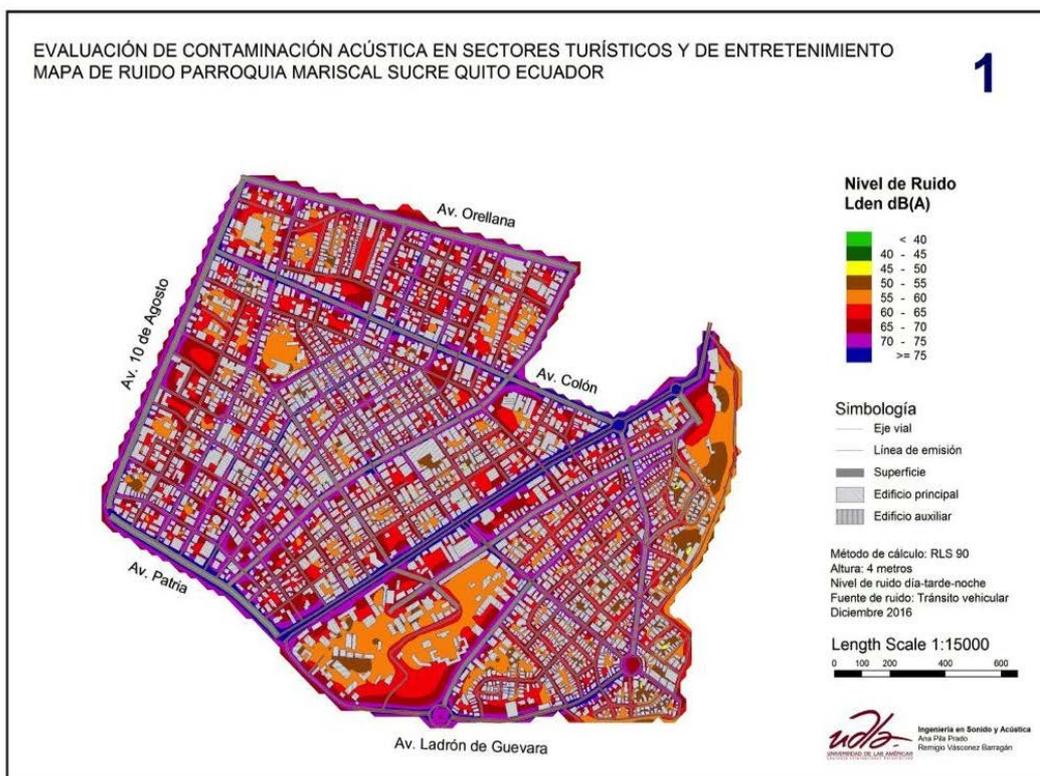


Figura 44. Mapa de ruido mediante descriptor Lden (Día-tarde-noche)

Se indican las avenidas principales de la zona para facilidad de ubicación. A continuación se extrajeron mapas mediante los descriptores Ld (07-19h), Levening (19-23h) y Ln (23-07h), los cuales muestran la evolución del tránsito vehicular durante estos periodos de tiempo. Se obtuvo el mapa Lden puesto que el modelo de predicción de ruido de tráfico usado para la simulación tiene esos horarios.

## 5.2 Mapa de ruido de periodo diurno (07-19h)

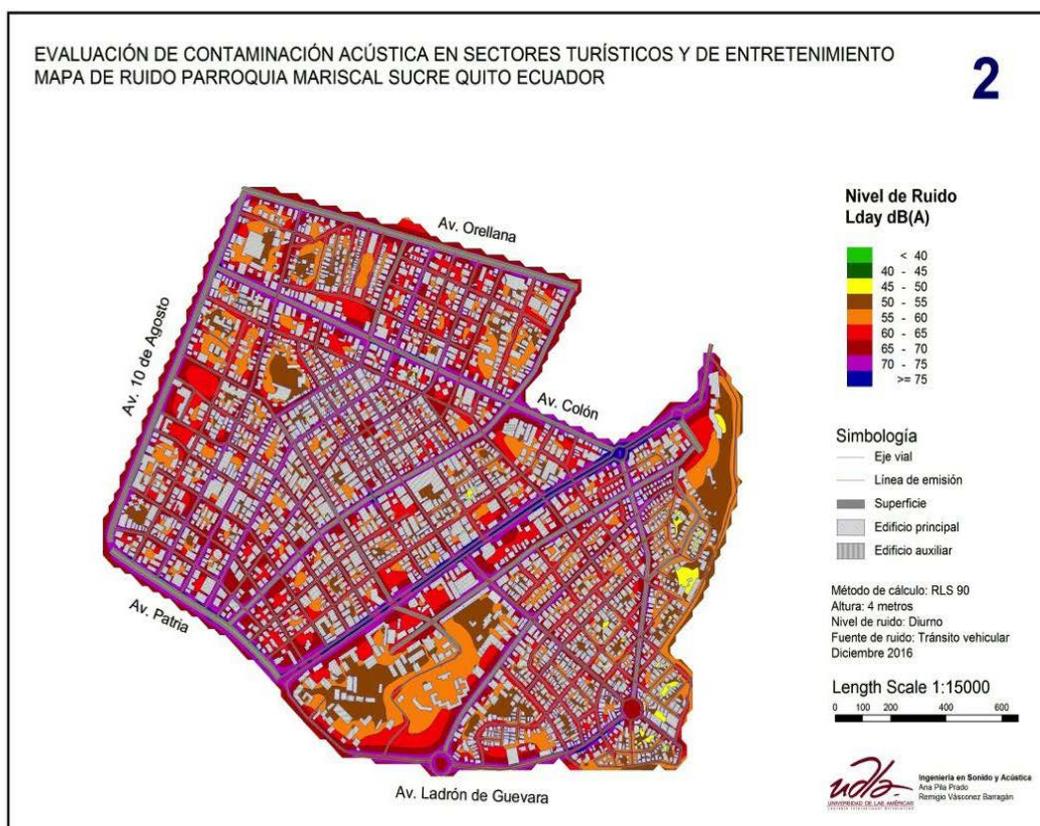


Figura 45. Mapa de ruido de periodo diurno (07-19h)

### 5.3 Mapa de ruido de periodo vespertino (19-23h)

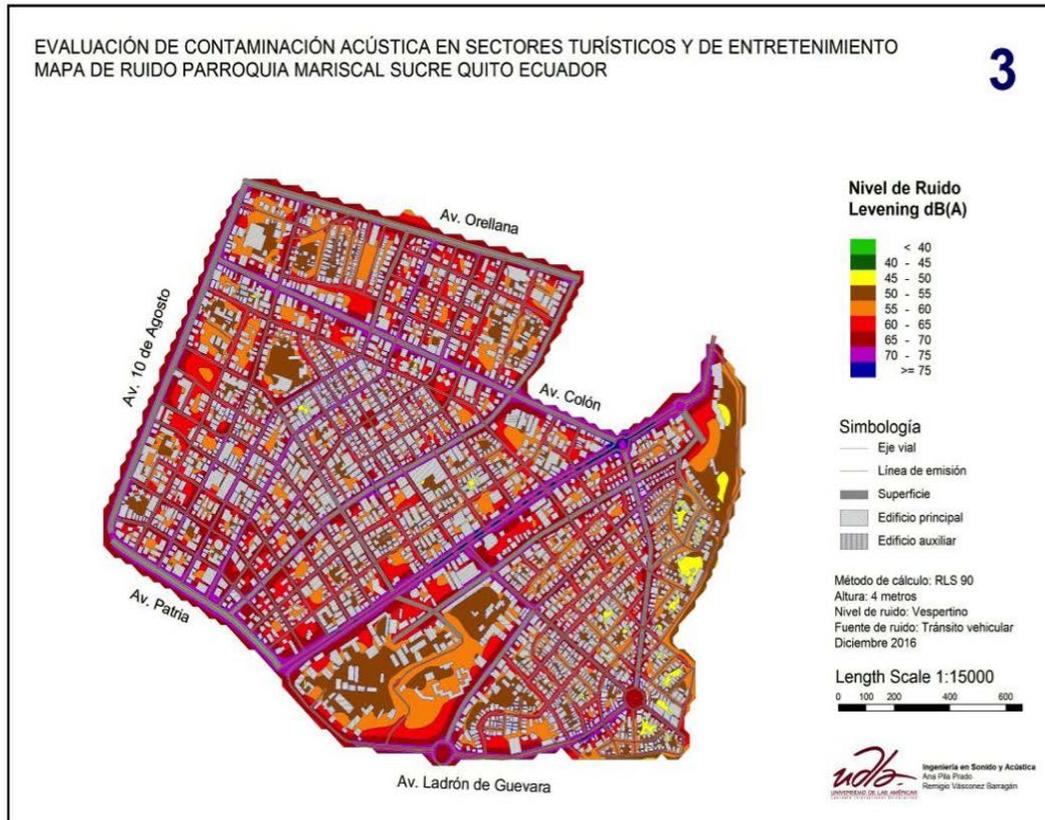


Figura 46. Mapa de ruido de periodo vespertino (19-23h)

## 5.4 Mapa de ruido de periodo nocturno (23-07h)

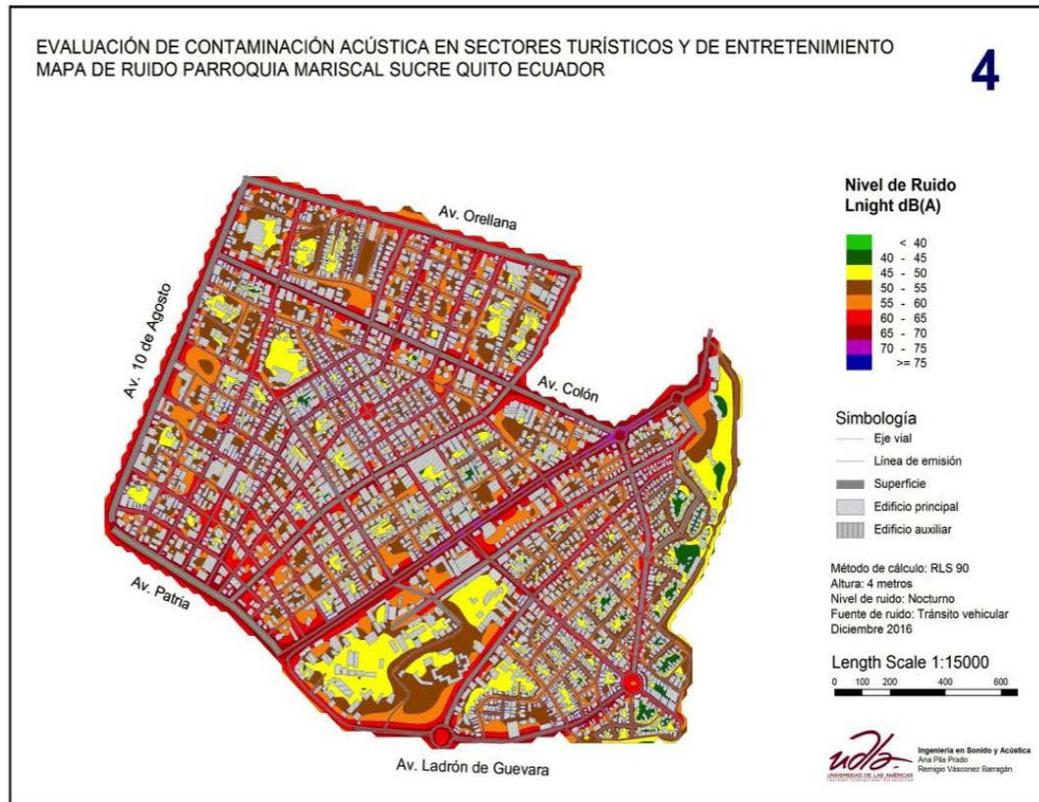


Figura 47. Mapa de ruido de periodo nocturno (23-07h)

## 5.5 Análisis de los resultados

### Resultados de las mediciones

En la primera tabla se presentan los resultados de las mediciones realizadas en los puntos estratégicos de la zona de estudio utilizando el método de análisis vial. El descriptor clima de ruido (CDR) tiene valores altos lo que indica un alto nivel de molestia en términos objetivos (Barti, 2013).

La calle con más alto nivel de ruido es la Ladrón de Guevara con 73,5 dBA, la

cual es una vía arterial, y la calle con menor nivel es la José Tamayo con 57,1 dBA, que es una vía local.

Tabla 18.

Datos obtenidos de las mediciones in situ

PUNTO	LOCALIZACIÓN	LA eq (dBA)	LA max (dBA)	LA min (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CDR (dBA)	NTI (dBA)
18 de septiembre	entre 9 de octubre y Paez	67,9	85,2	49,9	71	53	18	95
9 de octubre	entre Roca y Carrion	68,5	88,7	49,1	69,8	51,9	17,9	93,5
10 de agosto	entre Roca y Washington	72,4	83,0	58,5	75,7	63,7	12	81,7
Av. 12 de Octubre	entre Pte, Wilso y Madrid	72	86,8	56,1	74,9	60,7	14,2	87,5
Av. 12 de Octubre	entre Carrión y Roca	70,9	87,9	54,3	73,5	57,7	15,8	90,9
Av. 6 de Diciembre	entre Veintimilla y Baquedano	70,1	83,6	53,7	72,7	57,8	14,9	87,4
Av. Amazonas	entre la Pinta y la Niña	69,8	87,5	57,7	71,6	59,7	11,9	77,3
Av. Coruña	entre Vizcaya y Manuel Leóm	70,2	88,2	51	72,5	58,7	13,8	83,9
Av. Patria	entre Gutierrez y Tamayo	73,5	90	55,1	73,9	63,3	10,6	75,7
Cristobal Colón	Entre 9 de octubre y mariscal Foch	70,1	85,4	56,9	73,0	61,0	12	79
Diego de Almagro	entre Wilson y Pinto	65,8	91,3	49,8	63,3	52,3	11	66,3
Foch	entre Reina Victoria y Diego de Almagro	64,4	82,6	53,5	66,6	55,4	11,2	70,2
Gral. Robles	entre Gutierrez y Tamayo	61,9	78	42,1	64,6	45,6	19	91,6
Ignacio de Veintimilla	entre Gutierrez y Tamayo	63,1	78,2	48,2	66,1	51,3	14,8	80,5
Isabel La Católica	entre Galicia y Galavis	65,2	79,5	52,3	68,2	56,7	11,5	72,7
José Tamayo	entre Wilson y Veintimilla	57,1	72,6	41,9	60,7	45,1	15,6	77,5
Juan León Mera	entre Wilson y Pinto	69,5	88,3	51,6	71,6	55,3	16,3	90,5
Ladrón de Guevara	entre Iberia y Berruecos	73,5	96,2	52,1	74	58	16	92
Luis Cordero	entre Juan León Mera y Reina Victoria	61,7	78,6	49,3	64,5	51,7	12,8	72,9
Madrid	entre Lugo y Pontevedra	68,3	88,2	44,8	70,6	53,4	17,2	92,2
Madrid	entre Andalucía e Isabel La Católica	71,8	89,5	57,4	74,1	62,6	11,5	78,6
Paez	entre Washington y Robles	61,1	75,6	44,6	64,9	48,7	16,2	83,5
Patria	entre 9 de octubre y Paez	68,8	86,2	57,3	71,7	61,2	10,5	73,2
Patria	entre Reina Victoria y 6 de diciembre	70,5	83,2	58,6	73,4	61,9	11,5	77,9
Pontevedra	entre Lugo y Valladolid	63,7	83	41,4	66	44,2	21,8	101,4
Reina Victoria	entre Foch y Calama	67,6	86,2	56,4	69,9	59,2	10,7	72
Reina Victoria	entre Lizardo Garcia y Baquerizo Moreno	67,2	84,7	56,7	69,6	59,8	9,8	69
Toledo	entre Lérida y Madrid	71,6	85,2	59,1	75	61,5	13,5	85,5
Veintimilla	entre Reina Victoria y Juan León Mera	63,8	79,4	48,4	66,5	54,1	12,4	73,7
Wilson	entre Reina Victoria y Diego de Almagro	62,2	81,8	46,4	65,7	50,4	15,3	78

### 5.5.1 Resultados de tránsito vehicular

Tabla 19.

Porcentaje de vehículos livianos por vías en el día y en la noche

Tipo	24 Horas		
	% Día	% Noche	% Pesados
Vías Arteriales	82%	18%	5,6%
Vías colectoras principales	86%	14%	5%
Vías colectoras secundarias	81%	19%	4%
Vías Locales	92%	8%	2%

Como es de esperarse existe mayor flujo de tránsito vehicular en el período

diurno que en el nocturno. También se observa que las vías colectoras tienen mayor flujo vehicular en el día, no así en la noche en donde las vías colectoras secundarias son mayormente utilizadas.

Con respecto a los vehículos pesados el mayor porcentaje circula por las vías arteriales que atraviesan la ciudad de manera longitudinal. Por estas vías circulan la mayor parte de transporte público incluyendo los sistemas de transporte masivo Ecovía y Trolebus.

### 5.5.2 Resultados de descriptores de ruido por vías

Se realizó un promedio energético de los LAeq medidos por tipo de vía para conocer las que tiene niveles de presión sonora más altos, dando como resultado las vías colectoras principales.

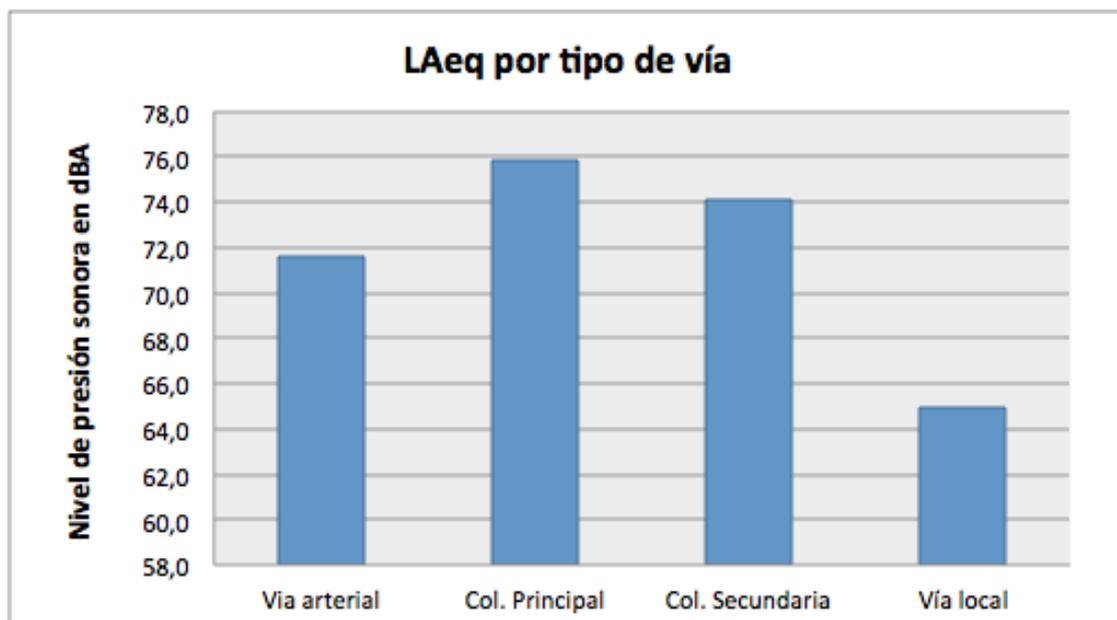


Figura 48. Nivel LAeq en dBA por tipo de vía

Según Domingo (2010), los descriptores que se muestran a continuación son

de gran ayuda para la evaluación de la molestia por el ruido vehicular. Mientras más elevado es el valor del clima de ruido, mayor es la molestia en la población. El gráfico señala que existe mayor molestia en las vías locales, a pesar de que estas tienen menor densidad de tránsito vehicular. Esto se debe a que la sensación de molestia por parte de la población es mayor a pesar de que los niveles de presión sonora equivalente son similares en los diferentes tipos de vías. Se evidencia que la molestia no tiene que ver únicamente con el nivel de presión sonora. (Barti, 2013).

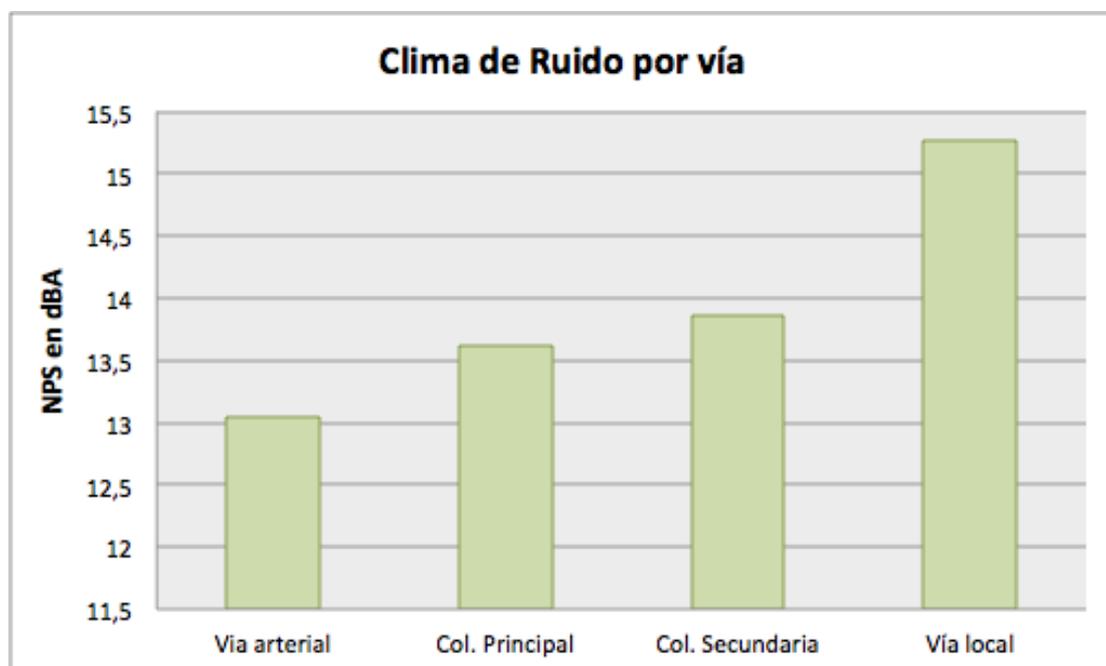


Figura 49. Nivel de clima de ruido por vías

En cuanto al Índice de Ruido de Tránsito Vehicular es excelente para la evaluación de tránsito fluctuante y discontinuo, como ocurre en la noche y madrugada. En este período de tiempo la actividad vehicular disminuye considerablemente pero aún así el nivel de molestia aumenta. Describe una mejor valoración de lo que las personas perciben.

En la figura 50. se observa que las vías colectoras principales y secundarias tienen un LAeq similar sin embargo su TNI refleja que existe un mayor nivel de

molestia en las vías colectoras secundarias que no tienen tanto flujo vehicular como las vías colectoras principales o las vías arteriales, en las que no hay tanta molestia pues estas vías tienen un flujo vehicular constante y un ruido que no fluctúa sino que la mayoría del tiempo es estable.

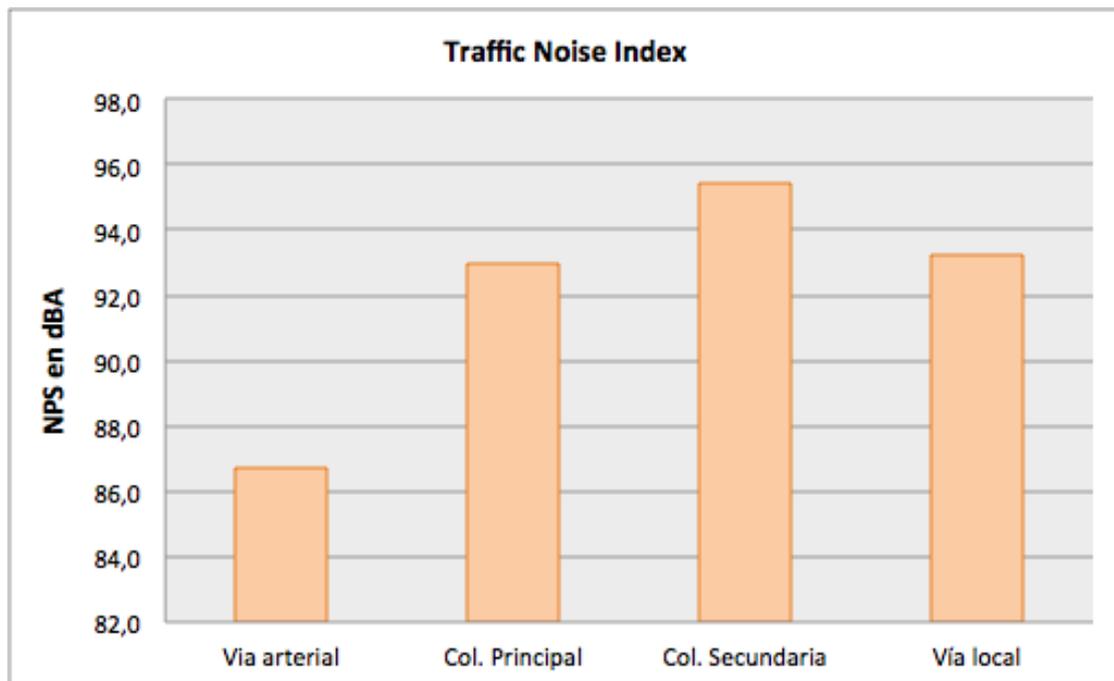


Figura 50. Nivel de TNI por vías

A pesar de que no se realizaron estudios subjetivos ni entrevistas a la población para evaluar su grado de molestia con respecto al ruido en esta zona, los indicadores antes mencionados nos dan una leve idea de la molestia a partir de los datos recolectados.

### 5.4.3 Resultados de mediciones vs. simulación en la zona crítica

Tabla 20.

Comparación entre datos medidos y simulados en dBA en el periodo nocturno

ZONA	PUNTO	LOCALIZACIÓN	LA eq medición 15 min.	LA eq proyectado a 1 HORA	Ln a partir de medición	Ln Simulado	Diferencia
176	Plaza Foch	Nu Hotel	73,7	78,5	74,7	60,5	14,2
		Calama y J, L, Mera	74,6	79,4	75,6	61,9	13,7
	Calama	entre Reina Victoria y D, De Almagro	70,4	75,2	71,4	61,0	10,4
	Plaza Foch	diagonal a Nu House	75,6	80,4	76,6	61,0	15,6
	Plaza Foch	(alitas del Cadillac)	74,6	79,4	75,6	59,7	15,9

Se puede notar que efectivamente los niveles que se obtuvieron del software de simulación, que únicamente arroja valores de nivel de presión generados por el tránsito vehicular, es mucho menor que los niveles que se recogieron en el proceso de mediciones in situ. El nivel medido in situ rebasa en promedio 14 dBA al nivel de ruido vehicular. Cabe destacar que la proyección del Ln se realizó con datos de mediciones de 15 minutos cuando las fuentes de ruido se encontraban abiertas al público. No se realizaron mediciones después de esto por motivos de tiempo, aunque se realizaron mediciones en el día, donde se evidenció que esta zona es tranquila.

### 5.5.3 Resultados de población expuesta

Para obtener una estimación de la población expuesta al ruido se realizó un promedio entre los resultados de los niveles entregados por cada receptor ubicado alrededor de cada una de las manzanas de la parroquia. En la figura 51 se observa la identificación de una de las zonas, sector y manzana, cuyos resultados de niveles se conocen por medio de los receptores ubicados gracias al software de predicción.

En la parte central de esta figura se puede identificar la manzana 6 del sector 4,

pertenciente a la zona 171, se tomará como ejemplo el receptor ubicado en la Avenida Amazonas entre las calles La Niña y La Pinta.

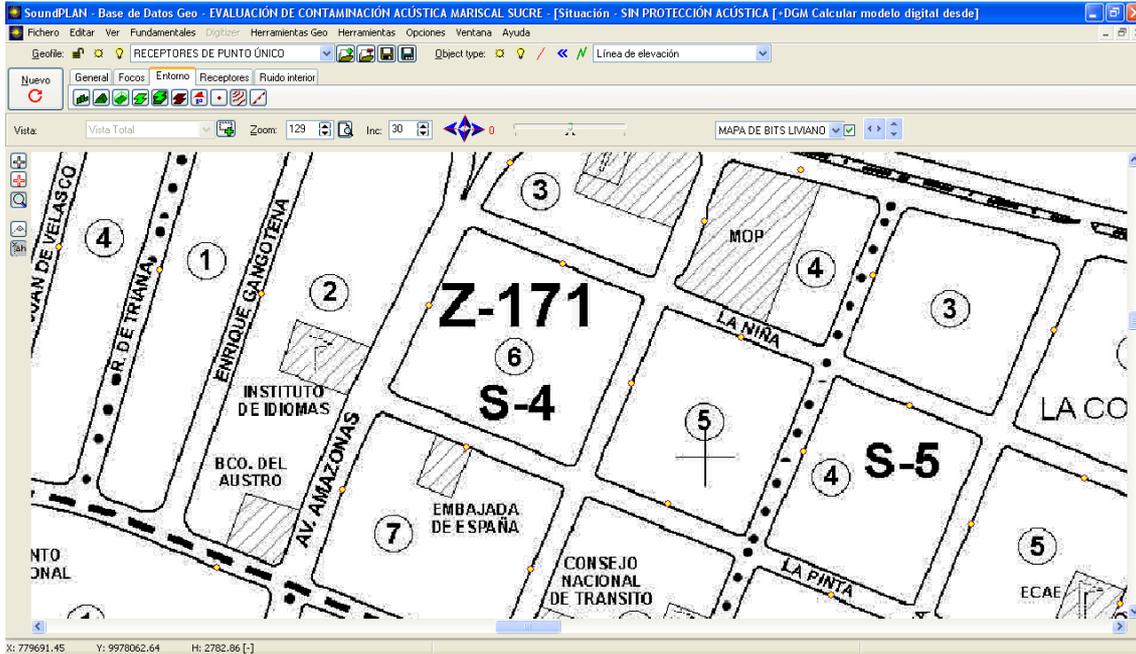


Figura 51. Receptores para estimación de población expuesta al ruido.

Por medio del módulo “Tabla Experta” del software se puede acceder a la información de niveles en cada uno de los receptores de punto único, e incluso su distribución por horas.

Documentación de SoundPLAN - [RSPS0012.res: Ruido de Tráfico CORRECCIONES]

Fichero Tabla Ventana Ayuda

Info de Cálculo | Receptor Único | Detalles + Gráficos | Carreteras

	Floor	Lden/dB(A)	Ln/dB(A)	Le/dB(A)	Ln/dB(A)
10 de Agosto entre Roca y Washington	EG	78,6	76,3	75,2	70,0
18 de Sept. entre 9 de Oct. y U. Paez	EG	71,1	69,0	67,9	62,4
9 de Oct. entre Roca y Carrión	EG	74,9	72,6	71,6	66,4
▶ Amazonas entre La Niña y La Pinta	EG	78,0	75,5	74,4	69,6
Av. 12 de Octubre entre Roca y Carrión	EG	78,0	75,6	74,5	69,6
Av. 12 de Octubre entre Wilson y Foch	EG	77,5	75,1	74,0	69,1
Av. 6 de Dic entre Baquedano-Veintimilla	EG	74,2	71,7	70,7	65,8
Av. Colón entre 9 de Oct. y M. Foch	EG	76,3	74,0	73,0	67,7
Av. Coruña entre Lugo y Mallorca	EG	74,7	72,3	71,2	66,3
Av. Patria entre 9 de Oct. y U. Paez	EG	76,1	73,7	72,6	67,7
Av. Patria entre Amazonas y J. León Mera	EG	74,5	72,0	71,0	66,0
Diego de Almagro entre Wilson y Pinto	EG	69,2	66,7	65,7	60,8
Edificio 481	EG	69,6	67,1	66,1	61,2
Edificio 481	1. OG	66,8	66,4	65,4	60,4

Distribución 24h | Contribución de Focos | Propagación Media | Contrib. de Focos Distribución 24h | Grupos | Diagramas

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM		
66,8	64,7	64,7	64,7	64,7	66,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	64,7	64,7

Figura 52. Niveles de ruido en receptores de punto único.

Se tiene que en este receptor el nivel Lden es de 78 db(A), al realizar la evaluación de estos resultados en los 4 receptores alrededor de la manzana y un promedio entre los mismos se obtiene la estimación del nivel de exposición de esta zona específica. Dado que se conoce el número de habitantes por sector de la información obtenida del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, se distribuyó dividiendo este dato para el número de manzanas para obtener una aproximación de población expuesta al nivel resultante.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
4	Código Zona	Ocupantes por Sector	Número de manzanas	Ocupantes por manzana	Número de edificaciones		Ocupantes por edificación					
5	170150171001	105	1	105,0	M1=	32	3,28125					
6	170150171002	126	2	63,0	M1=	11	5,72727	M2=	15	4,2		
7	170150171003	295	4	73,8	M1=	2	36,875	M2=	20	3,6875	M3=	35
8	170150171004	219	8	27,4	M1=	2	13,6875	M2=	28	0,977679	M3=	8
9	170150171005	250	7	35,7	M1=	12	2,97619	M2=	9	3,968254	M3=	6
10	170150171006	145	1	145,0	M1=	13	11,1538					
11	170150171007	319	2	159,5	M1=	30	5,31667	M2=	36	4,430556		
12	170150172001	251	1	251,0	M1=	30	8,36667					
13	170150172002	276	5	55,2	M1=	14	3,94286	M2=	13	4,246154	M3=	17
14	170150172003	343	6	57,2	M1=	6	9,52778	M2=	7	8,166667	M3=	11
15	170150172004	232	1	232,0	M1=	4	58					
16	170150172005	353	6	58,8	M1=	6	9,80556	M2=	9	6,537037	M3=	9
17	170150172006	302	4	75,5	M1=	18	4,19444	M2=	11	6,863636	M3=	13

Figura 53. Ejemplo de distribución de población por manzanas.

Se puede entonces determinar el nivel al que están expuestos los 27,4 ocupantes de la manzana 6 del sector 4 de la zona 171, examinando los niveles en cada receptor y ampliando este cálculo hacia sectores y zonas se obtuvo que aproximadamente 10.899 de un total de 12.976 habitantes de la población de la parroquia está expuesta durante más de 15 horas a niveles superiores a 55 [dB].

## 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Se pudo constatar la afectación de gran cantidad de receptores sensibles en la parroquia. Existen 6 Universidades, más de 15 instituciones educativas secundarias y tecnológicas, más de 20 clínicas y hospitales públicos y privados, aproximadamente 35 oficinas administrativas públicas entre ministerios, consulados, embajadas, decenas de hoteles, centros culturales. Edificaciones cuyos ocupantes requieren desarrollar sus actividades en un ambiente tranquilo y adecuado, acondicionado para que el ruido no sea un factor que deteriore la salud de sus ocupantes.

Se han evaluado los niveles de ruido en la parroquia de La Mariscal usando 33 locaciones de corto plazo y 3 de largo plazo distribuidos por toda la zona de estudio, principalmente en aquella sobre la cual se construyó la hipótesis de este trabajo.

La actividad nocturna en los sitios turísticos y de entretenimiento de la parroquia aportan de manera considerable al ruido ambiental, principalmente por la contribución de fuentes fijas en bares y discotecas.

Estas fuentes están compuestas por sistemas de refuerzo sonoro que operan a niveles muy superiores a los establecidos como límites para el uso de suelo designado para las edificaciones en las que se encuentran.

Adicionalmente se debe tomar en cuenta que estos locales en su gran mayoría no han sido tratados acústicamente, y en varios casos emiten directamente el ruido hacia el exterior.

El ruido ocasionado por las altas concentraciones de personas y vehículos más el emitido por bares y discotecas producen un aumento de aproximadamente 4 dB sobre el nivel de ruido que normalmente existe en el lugar cuando no se desarrollan actividades nocturnas, lo cual se comprobó mediante las mediciones realizadas.

La Plaza del Quinde la cual está ubicada en una intersección de vías locales de sentido único presenta en la noche niveles de ruido comparables a los de una vía arterial de 6 carriles con alto índice de tránsito vehicular durante el día como es el caso de la Avenida Patria.

Aproximadamente el 84% (10.899) de un total de 12.976 habitantes de la población de la parroquia está expuesta durante más de 15 horas a niveles superiores a 55 [dB].

Se evalúan los niveles resultantes de la simulación a través de los receptores de punto único ubicados en cada manzana de la parroquia y se compara con los datos de población provistos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos por sectores y luego distribuyendo esta cantidad por manzanas.

El estudio permitió identificar zonas sensibles como hospitales y centros educativos, los cuales se encuentran expuestos a altos niveles de ruido vehicular que pueden afectar las actividades que allí se realizan.

Existe falta de información con respecto a los niveles de ruido a los cuales se encuentra expuesta la población y de los efectos que estos niveles pueden causar a sus actividades diarias, a su salud y en general a su calidad de vida.

Los estudios ambientales como el presente proyecto son necesarios para una adecuada planificación vial y de ordenamiento territorial, sobre todo en una ciudad como Quito en acelerado crecimiento poblacional.

Con una adecuada socialización de la información y el cumplimiento de la ley, normativas y ordenanzas existentes se puede encaminar a la ciudad a una adecuada evolución arquitectónica altamente funcional para sus habitantes, y además proponer soluciones viables para la congestión de tránsito vehicular y contaminación ambiental existentes en la actualidad.

## **6.2 Recomendaciones**

Esquematizar desde el inicio del proyecto el proceso de recolección de información con el fin de destinar adecuadamente los recursos económicos y el tiempo empleado en conteos y mediciones, especialmente en las vías de alto flujo vehicular.

Someter al modelo predictivo a un programa de validación más estricto mediante más mediciones de largo plazo y puntos de medición de corto plazo distribuidos de mejor forma abarcando áreas más extensas de la parroquia.

Realizar más conteos vehiculares, en diferentes horarios y días de la semana, con el objetivo de mejorar la exactitud de la simulación, ya que la exactitud del modelamiento depende de la cantidad y el tipo de información que se disponga sobre el tránsito vehicular.

Los métodos de cálculo correspondientes a los modelos predictivos ofrecen la posibilidad de diseñar los cambios de flujo y los porcentajes de tipos de vehículos de varias formas. Pero para esto se debe considerar que están diseñados para entornos donde la actividad urbana permanece activa durante las 24 horas de día, y el flujo vehicular durante las noches es mínimo en las ciudades de nuestro país, por lo cual se recomienda ahondar en la investigación y el registro del tránsito durante el periodo nocturno.

Realizar pruebas de compatibilidad del software de predicción para distintos sistemas operativos. Para la correcta conexión y comunicación al momento de distribuir el cálculo entre varios computadores esto puede evitar fallas de procesamiento y demoras en los cálculos.

Además dependiendo del tipo de estudio, el software ofrece varias maneras para ingresar la información. Por ejemplo, las áreas edificadas uniformes de gran congestión se pueden definir mediante un solo polígono con una altura relativa y un coeficiente de absorción determinado, en lugar de digitalizar cada uno de los edificios.

### **6.2.1 Proyecciones**

La divulgación adecuada de los resultados del presente estudio, es una proyección importante, especialmente para los receptores sensibles.

Es posible profundizar en el levantamiento de la información y actualizarse continuamente en el software de predicción para optimizar el modelo obtenido.

Además se puede incluir en los modelos generados, elementos interactivos que permitan acceder desde el mapa a información turística específica, horarios de funcionamiento de establecimientos, fotografías del sector y archivos de audio binaurales grabados in situ.

El presente proyecto puede ser considerado en futuras investigaciones para promover el desarrollo de planificación territorial, vial y medidas de mitigación de ruido.

## **REFERENCIAS**

Acústica más Lumínica. (s.f.) SoundPlan. Recuperado el 29 de mayo de 2015 de <http://www.aacacustica.com/soundplan.php>

- Alonso Fernández, J. (2014). Discriminación del estado de la carretera mediante procesado acústico en vehículo. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de [http://oa.upm.es/33529/1/JESUS\\_ALONSO\\_FERNANDEZ.pdf](http://oa.upm.es/33529/1/JESUS_ALONSO_FERNANDEZ.pdf)
- Arana, M., San Martín, R., Nagore, I., & Pérez, D. (2013). Main results of strategic noise maps and action plans in Navarre (Spain). *Environmental monitoring and assessment*, 185(6), 4951-4957. Recuperado el 22 de septiembre de 2016 de DOI 10.1007/s10661-012-2916-2
- Ausejo, M. (2010). Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid.
- La Mariscal, ícono de la modernidad urbana quiteña. (11 de mayo de 2014). El Telégrafo. Recuperado el 22 de noviembre de 2016 de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/11/la-mariscal-icone-de-la-modernidad-urbana-quitena>
- Barceló, P. C., & Guzmán, P. R. (2009). Potencial de efecto del ruido urbano en zonas de casa de Ciudad de La Habana. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 46(2): s.p., 2008. La Habana, CUBA - Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032008000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032008000200005)
- Barti, D. R. (2013). *Acústica medioambiental*. Vol. I. Alicante, ES: ECU. Recuperado el 03 de agosto de 2016 de <http://site.ebrary.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/reader.action?docID=10758065&ppg=3>
- Bastián-Monarca, N. A., Suárez, E., & Arenas, J. P. (2016). Assessment of methods for simplified traffic noise mapping of small cities: Casework of the city of Valdivia, Chile. *Science of The Total Environment*, 550, 439-448. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.01.139

- Bastián, N., Álvarez, J. P., & Moreno, F. (2014). Evaluación de Modelos de Predicción de Ruido de Tránsito Vehicular en Ciudades Pequeñas: Casos Ciudad de Valdivia y Osorno. In IX Congreso Iberoamericano de Acústica FIA. Recuperado el 17 de septiembre de 2016 de [https://www.researchgate.net/profile/Nicolas\\_Bastian\\_Monarca/publication/269395236\\_Evaluacion\\_de\\_modelos\\_de\\_prediccion\\_de\\_ruido\\_de\\_transito\\_vehicular\\_en\\_ciudades\\_pequenas\\_casos\\_ciudad\\_de\\_Valdivia\\_y\\_Osorno/links/5488b2730cf289302e30b7fb.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nicolas_Bastian_Monarca/publication/269395236_Evaluacion_de_modelos_de_prediccion_de_ruido_de_transito_vehicular_en_ciudades_pequenas_casos_ciudad_de_Valdivia_y_Osorno/links/5488b2730cf289302e30b7fb.pdf)
- Braunstein + Berndt GmbH. (2012). SoundPLAN User's Manual. Recuperado el 12 de agosto de 2016 de [http://soundplan.com.au/sites/soundplan.co.nz/files/SoundPLAN\\_7.1%20user%20manual.pdf](http://soundplan.com.au/sites/soundplan.co.nz/files/SoundPLAN_7.1%20user%20manual.pdf)
- Clavé, S. A., Reverté, F. G., & Sunyer, N. A. (2005). *Planificación territorial del turismo*. Barcelona: UOC. Recuperado el 25 de septiembre de 2016 de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BAB7ixnXp9sC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Clave%CC%81,+S.+A.,+Reverte%CC%81,+F.+G.,+%26+Sunyer,+N.+A.+\(2005\).+Planificacio%CC%81n+territorial+del+turismo+&ots=52Pi8jJN7s&sig=LH0AVO2mLLHxOAxLrAXfmOY-7hw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BAB7ixnXp9sC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Clave%CC%81,+S.+A.,+Reverte%CC%81,+F.+G.,+%26+Sunyer,+N.+A.+(2005).+Planificacio%CC%81n+territorial+del+turismo+&ots=52Pi8jJN7s&sig=LH0AVO2mLLHxOAxLrAXfmOY-7hw#v=onepage&q&f=false)
- Clima-de.com. Clima de Quito Primavera todo el año. Recuperado el 05 de noviembre de 2016 de <http://www.clima-de.com/quito/>
- Delgado, O., & Martínez, J. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca–Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. *Ciencias Espaciales*, 8(1), 411-440. Recuperado el 15 de septiembre de 2016 de [http://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/Mapa\\_Ruido\\_2012.pdf](http://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/Mapa_Ruido_2012.pdf)
- Demografa 2010 Barrio-Sector. (s.f.). Recuperado el 26 de octubre de 2016 de [http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/demografia\\_barrio10.htm](http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/demografia_barrio10.htm)

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2002). Unión Europea, *DOCE nº 189 (Serie L)*. de 18/07/2002. Recuperado el 05 de agosto de 2016 de <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT>.
- Environmental Expert. (s.f.). Predictor-LimA - Version Type 7810 - Environmental Noise Calculation and Mapping Software. Recuperado el 19 de octubre de 2016 de <https://www.environmental-expert.com/software/predictor-lima-version-type-7810-environmental-noise-calculation-and-mapping-software-15996>
- Fernando Augusto De Noronha Castro Pinto, & Mardones, M. D. (2008, 07). Noise mapping of densely populated neighborhoods—example of Copacabana, Rio de Janeiro—Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 155 (1-4), 309-318. doi:10.1007/s10661-008-0437-9
- Gómez, M. M. (2007). Educación psico-social ambiental: El sonido de la ignorancia. Buenos Aires: Espacio Editorial. Recuperado el 03 de agosto de 2016 de <http://site.ebrary.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/detail.action?docID=11217349&p00=el+sonido+ignorancia>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). Población y Demografía. Recuperado el 15 de noviembre de 2016 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Lobos, V. (2008). Evaluación del ruido ambiental de la ciudad de Puerto Montt. VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA. Recuperado el 05 de agosto de 2016 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcil779e/sources/bmfcil779e.pdf>
- Mancheno, C. (2013). Historia y memoria colectiva del Barrio La Mariscal de Quito.
- Gómez, M. B., López, P. F., & Cors, I. M. (2006). Turismo y planificación estratégica: el estudio e informe estratégico del turismo urbano y territorial de Lleida. Madrid, ES: Red Cuadernos Geográficos. Recuperado el 23 de septiembre de 2016 de

<http://site.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/detail.action?docID=10123802&p00=turismo+planificaci%C3%B3n+estrat%C3%A9gica%3A+estudio+informe+estrat%C3%A9gico+del+turismo+urbano+territorial+lleida>.

- Martínez, S. P., & Moreno, J. A. (2009). Análisis espacio-temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos. Madrid, ES: Asociación de Geógrafos Españoles. Recuperado el 18 de agosto de 2016 de <http://www.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec>
- Marzzano, A. Araos, M. Albornoz, C. Lefin, H. Fuentes, M. Delannoy J. y Meza L. (2014) Técnicas de confección de mapas de ruido en zonas de ocio: caso barrio Bellavista Santiago de Chile. Actas del Congreso. VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA. Valdivia, Chile. Recuperado el 15 de agosto de 2016 de [https://issuu.com/acusticauach/docs/actas\\_fia\\_valdivia\\_2014\\_part\\_2-4](https://issuu.com/acusticauach/docs/actas_fia_valdivia_2014_part_2-4)
- Murphy, E., & King, E. (2014). Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy. Newnes.
- Ochoa, P. J. M., & Bolaños, F. (1990). Medida y control del ruido. Barcelona, ES: Marcombo. Recuperado el 15 de septiembre de 2016 de <http://site.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/detail.action?docID=10316935&p00=medida+control+del+ruido.+barcelona>
- Olayinka, O. (2013) Effective Noise Control Measures and Sustainable Development in Nigeria. World Journal of Environmental Engineering, 1(1) pp: 5-15. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de <http://pubs.sciepub.com/wjee/1/1/2/#>
- Ordenanza Metropolitana N 0172. (2011). Régimen Administrativo del Suelo en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. Recuperado el 17 de septiembre de 2016 de [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20MUNICIPALES%202011/ORDM-0172%20%20%20%20%20REGIMEN%20ADMINISTRATIVO%20DEL%20SUELO.PDF](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20MUNICIPALES%202011/ORDM-0172%20%20%20%20%20REGIMEN%20ADMINISTRATIVO%20DEL%20SUELO.PDF)

- Quartieri, J., Mastorakis, N. E., Iannone, G., Guarnaccia, C., D'Ambrosio, S., Troisi, A., & Lenza, T. L. L. (2009). A review of traffic noise predictive models. In Proceedings of the 5th WSEAS Int. Conf. on "Applied and Theoretical Mechanics" (MECHANICS'09), Puerto De La Cruz, Islas Canarias, España. (pp. 72-80). Recuperado el 12 de octubre de 2016 de <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/tenerife/MECHANICS/MECHANICS-12.pdf>
- Quiñones-Bolaños, E. E., Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2016). A traffic noise model for road intersections in the city of Cartagena de Indias, Colombia. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 47, 149-161. doi:10.1016/j.trd.2016.05.007
- Quiroz - Arcentales, L., Hernandez, L., Corredor, J., Rico, V., Rugeles, C., Medina, K. (2013) Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, *Revista Panamericana de salud pública de la organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 11 de Julio de 2016 de <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v15n1/v15n1a11.pdf>
- Registro Oficial No. 449. (2008) Constitución de la República del Ecuador. Recuperado el 18 de septiembre de 2016 de [https://www.corteconstitucional.gob.ec/images/contenidos/quienes-somos/Constitucion\\_politica.pdf](https://www.corteconstitucional.gob.ec/images/contenidos/quienes-somos/Constitucion_politica.pdf)
- Steele, C. (2001). A critical review of some traffic noise prediction models. *Applied acoustics*, 62(3), 271-287. Recuperado el 12 de octubre de 2016 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X0000030X>
- Suárez, E., & Barros, J. L. (2014). Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. *Science of the total environment*, 466, 539-546. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971300781X>

Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental. (2015). Ministerio del Ambiente TULSMA. Libro VI - Anexo 5. Quito, Ecuador. Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. Emitido mediante decreto Ejecutivo No. 083, del Registro Oficial "Edición Especial No 387" del 04 de noviembre de 2015. LIBRO VI, Anexo, 5.

YEPES, D. L., Gómez, M., Sánchez, L., & JARAMILLO, A. C. (2009). Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano-caso Medellín. *Dyna*, 76(158), 29-40. Recuperado el 20 de septiembre de 2016 de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0012-73532009000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532009000200003)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Medición de largo plazo en bar de la calle Calama y Juan León

Mera



Anexo 2. Resultados de niveles diurno y nocturno para estimación de la

población expuesta al ruido. Uso de suelo: MI: Uso múltiple, WB: Residencial especial (residencial 2), WA: Residencial General (residencial 1), WS: Residencial disperso (agrícola residencial).

Tabla Experta - EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA MARISCAL SUCRE - [POBLACIÓN NIVELES.ntd, POBLACIÓN EXPUESTA]						
Fichero Editar Título Tabla Herramientas Opciones Ayuda						
13						
1	6	9	10	11	12	13
No	Piso	Nombre	Uso de Suelo	Lday	Lnight	No. ocupantes
1	1	10 de Ago. entre Ascázubi y Colón	MI	74,7	68,5	8
2	1	10 de Ago. entre Colón y L.Cordero	MI	76,3	70,0	8
3	1	10 de Ago.entre A.Mercadillo y Veintimil	MI	76,0	69,7	8
4	1	10 de Agosto entre Roca y Washington	MI	76,3	70,0	2
5	1	10 de Agosto entre V.Roca y J.Carrión	MI	75,6	69,3	7
6	1	12 de Oct. entre A.M.Caamaño y Madrid	MI	73,6	67,5	7
7	1	12 de Oct. entre B.Moreno y L.García	MI	75,5	69,2	7
8	1	12 de Oct. entre F.Robles y J.Washington	MI	74,4	68,5	7
9	1	12 de Oct. entre F.Salazar y Av.Coruña	MI	75,9	69,7	7
10	1	12 de Oct. entre L.Cordero y F.Salazar	MI	76,2	69,9	7
11	1	12 de Oct. entre Orellana y Coruña	MI	76,4	70,2	7
12	1	12 de Oct. entre Patria y J.Washington	MI	75,1	69,1	7
13	1	12 de Oct. entre Veintimilla y J.Carrión	MI	74,7	68,7	7
14	1	12 de Octubre entre V.Roca y F.Robles	MI	72,9	66,9	7
15	1	18 de Sept. entre 10 de Ago. y U. Páez	MI	69,2	62,5	7
16	1	18 de Sept. entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	66,7	60,3	7
17	1	18 de Sept. entre 9 de Oct. y U. Páez	WB	69,0	62,3	7
18	1	18 de Sept. entre Amazonas y J.L. Mera	MI	69,1	62,7	7
19	1	18 de Sept. entre J.L.Mera y R.Victoria	MI	69,0	62,8	7
20	1	18 de Sept. entre R.Victoria y 6 de Dic.	MI	68,4	62,2	7
21	1	6 de Dic. entre 18 de Sept. y J.Washingt	MI	71,4	65,4	7
22	1	6 de Dic. entre B.Moreno y L.Cordero	MI	70,6	64,7	7
23	1	6 de Dic. entre F.Robles y J.Washington	MI	72,4	66,4	7
24	1	6 de Dic. entre L.García y J.Calama	MI	72,4	66,5	7
25	1	6 de Dic. entre M.Foch y P.Wilson	MI	71,2	65,2	4
26	1	6 de Dic. entre Niña y Orellana	MI	73,3	67,3	4
27	1	6 de Dic. entre P.Wilson y J.Pinto	MI	73,5	67,1	4
28	1	6 de Dic. entre P.Wilson y Veintimilla	MI	73,1	66,8	4
29	1	6 de Dic. entre Patria y 18 de Sept.	MI	70,8	64,9	4
30	1	6 de Dic. entre V.Roca y F.Robles	MI	68,9	63,0	4
31	1	6 de Dic. entre V.Roca y J.Carrión	MI	69,0	63,0	4
32	1	6 de Dic. entre Veintimilla y J.Carrión	MI	72,4	66,4	4
33	1	6 de Dic. entre Niña y Colón	MI	72,5	66,5	4
34	1	9 de Oct. entre 18 de Sept. y J.Washingt	MI	70,7	64,4	2
35	1	9 de Oct. entre F.Robles y J.Washington	MI	70,5	64,2	2
36	1	9 de Oct. entre Patria y 18 de Sept.	MI	70,8	64,5	2
37	1	9 de Oct. entre Roca y Carrión	MI	72,6	66,4	5
38	1	9 de Oct. entre V.Roca y F.Robles	MI	72,5	66,2	5
39	1	9 de Oct. y Sta.María U. Iberoamericana	MI	69,4	63,1	5
40	1	A.M.Caamaño sector U.Politécnica	MI	62,2	56,4	5
41	1	Alonzo Pedried	MI	59,4	53,3	5
42	1	Alonzo de Mercadillo	MI	59,1	52,8	5
43	1	Amazonas entre F.Robles y J.Washington	MI	71,5	65,4	5
44	1	Amazonas entre L.Cordero y Colón	MI	72,9	66,8	6
45	1	Amazonas entre La Niña y La Pinta	MI	75,5	69,6	6
46	1	Amazonas entre M.Foch y J.Pinto	MI	71,6	65,5	6
47	1	Amazonas entre Niña y Orellana	MI	66,4	60,5	6
48	1	Amazonas entre P.Wilson y Veintimilla	MI	71,7	65,6	6
49	1	Amazonas entre Patria y 18 de Sept.	MI	71,7	65,6	6
50	1	Amazonas entre Pinta y Sta. María	MI	71,7	65,8	6
51	1	Amazonas entre V.Roca y F.Robles	MI	73,2	67,1	6
52	1	Amazonas entre V.Roca y J.Carrión	MI	73,1	67,0	6

53	1 Amazonas entre Veintimilla y J. Carrión	MI	72,8	66,7	2
54	1 Andalucía U. Politécnica 2	MI	61,9	55,8	2
55	1 Andalucía entre L. Cordero y F. Galavis	MI	60,6	54,8	2
56	1 Andalucía entre Madrid y Galicia	MI	60,8	54,9	2
57	1 Andalucía sector U. Politécnica	MI	59,1	53,2	2
58	1 Andre Saura	MI	56,6	50,8	2
59	1 Ascázubi entre 9 de Oct. y M. Veintimilla	MI	62,2	56,3	2
60	1 Asturias entre Madrid y Tolosa	MI	60,2	54,0	2
61	1 Av. 12 de Octubre entre Roca y Carrión	MI	75,6	69,6	2
62	1 Av. 12 de Octubre entre Wilson y Foch	MI	75,1	69,1	2
63	1 Av. 12 de Octubre sector Hotel Quito	MI	74,9	68,7	2
64	1 Av. 6 de Dic entre Baquedano-Veintimilla	MI	73,5	67,5	6
65	1 Av. Colón entre 10 de Ago. y 9 de Oct.	MI	73,6	67,3	6
66	1 Av. Colón entre 9 de Oct. y M. Foch	MI	74,0	67,7	6
67	1 Av. Colón entre J.L. Mera y Rábida	MI	75,6	69,3	6
68	1 Av. Colón entre Rábida y R. Victoria	MI	74,3	67,9	6
69	1 Av. Coruña entre Guipuzcoa y Madrid	MI	72,1	66,0	6
70	1 Av. Coruña entre Lugo y Mallorca	MI	72,2	66,2	14
71	1 Av. Patria entre 9 de Oct. y U. Paez	MI	73,7	67,7	14
72	1 Av. Patria entre Amazonas y J. León Mera	MI	72,0	66,0	14
73	1 Av. de los Conquistadores P. Navarro	MI	65,1	59,1	14
74	1 Av. Coruña entre I. Católica y Toledo	MI	71,0	65,0	14
75	1 Av. Coruña entre Málaga y Valladolid	MI	73,3	67,3	14
76	1 Av. Coruña entre Valladolid y J. Zaldumbid	MI	70,3	64,3	14
77	1 Av. Orellana sector Residencia EEUU	MI	64,9	59,0	14
78	1 B. Moreno entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	67,5	61,7	14
79	1 B. Moreno entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	67,0	61,2	14
80	1 B. Moreno entre R. Victoria y D. Almagro	MI	66,8	61,0	14
81	1 Barcelona entre Lugo y Mallorca	MI	60,3	54,2	6
82	1 Barcelona entre Pontevedra y Lugo	MI	60,5	54,4	6
83	1 C. Gangotena entre Coruña y Orellana	MI	58,8	53,0	5
84	1 Cadiz entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	56,2	50,1	5
85	1 Camilo Destruje	MI	62,5	56,5	5
86	1 Colón UDLA	MI	81,4	75,1	5
87	1 Colón entre Amazonas y J.L. Mera	MI	75,1	68,8	5
88	1 Colón entre D. Almagro y José Urbina	MI	74,8	68,5	5
89	1 D. Almagro entre Niña y Orellana	MI	68,0	61,9	5
90	1 D. Almagro entre Niña y Pinta	MI	67,3	61,2	5
91	1 D. Almagro entre Pinta y Sta. María	MI	68,4	62,3	5
92	1 D. Almagro entre Sta. María y Colón	MI	66,6	60,6	5
93	1 D. Almagro entre J. Rodríguez y L. García	MI	67,1	61,3	5
94	1 D. Almagro entre L. García y J. Calama	MI	68,3	62,5	1
95	1 D. Almagro entre M. Foch y J. Pinto	MI	68,1	62,3	1
96	1 D. Muller	MI	61,6	55,8	1
97	1 Diego de Almagro entre Wilson y Pinto	WA	66,7	60,8	1
98	1 Edificio 450	MI	68,9	62,8	3
99	1 Edificio 481	WS	67,1	61,2	2
100	1 Edificio Notaría 8	MI	66,5	60,4	4
101	1 Enrique Gangotena 1	MI	61,0	55,2	4
102	1 España y Ladrón de Guevara	MI	57,4	51,5	4
103	1 F. Robles entre Amazonas y J.L. Mera	MI	65,5	59,5	4
104	1 F. Robles entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	66,2	60,2	4
105	1 F. Galavis entre Anadaluca y Toledo	MI	61,2	55,4	4
106	1 F. Galavis entre Toledo y Valladolid	MI	60,8	54,9	4
107	1 F. Robles entre 6 de Dic. y L. Plaza	MI	66,9	60,9	4
108	1 F. Robles entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	65,4	59,4	4
109	1 F. Robles entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	66,5	60,5	4
110	1 F. Robles entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	67,1	61,0	4
111	1 F. Robles entre R. Victoria y 6 de Dic.	MI	66,5	60,6	2
112	1 F. Salazar entre 12 de Oct. e I. Católica	MI	62,5	56,5	2
113	1 F. Salazar entre Coruña y Mallorca	MI	60,0	54,1	2
114	1 F. Salazar entre I. Católica y Toledo	MI	61,8	56,0	2
115	1 F. Salazar entre J. Tamayo y C. Destruje	MI	63,0	57,2	2
116	1 F. Salazar entre Toledo y Valladolid	MI	61,7	55,9	2
117	1 FOCH 1 NOCHE	MI	66,0	60,5	2
118	1 FOCH 2 NOCHE	MI	66,4	61,0	2
119	1 FOCH 3 NOCHE	MI	65,2	59,7	2
120	1 Foch entre R. Victoria y D. Almagro	WA	68,4	62,6	2
121	1 Francisco Pizarro	MI	59,4	53,6	2
122	1 G. Baquedano entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	61,2	55,5	2
123	1 Galicia	MI	62,5	56,2	2
124	1 Genoveva	MI	55,5	49,6	2
125	1 Gonzalo Córdoba	MI	56,1	49,8	2
126	1 Gonzalo de Vera entre Madrid y Asturias	MI	56,4	50,3	8
127	1 Guipuzcoa entre Pontevedra y Lugo	MI	60,4	54,6	8
128	1 Guipuzcoa entre Sevilla y Cadiz	MI	55,6	49,7	8
129	1 Hernán Cortez	MI	60,3	54,2	8
130	1 Hospital Baca Ortiz 6 de Dic.	MI	69,5	63,5	8

131	1	I. Veintimilla entre Amazonas y J.L. Mera	MI	67,3	61,3	8
132	1	I. Veintimilla entre U.Páez y 9 de Oct.	MI	67,2	61,2	8
133	1	I. Católica entre A.M. Caamaño y Madrid	MI	74,8	69,0	8
134	1	I. Católica entre F. Salazar y D. Muller	MI	72,0	66,2	8
135	1	I. Católica entre F. Salazar y L. Cordero	MI	72,4	66,6	8
136	1	I. Católica entre L. Cordero y F. Galavis	MI	71,1	65,3	8
137	1	I. Veintimilla entre 6 de Dic. y L. Plaza	MI	72,0	66,0	8
138	1	I. Veintimilla entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	67,5	61,5	8
139	1	I. Veintimilla entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	68,1	62,1	8
140	1	Isabela Católica entre Galicia y Galavis	WA	71,2	65,4	8
141	1	Isabela Católica sector U. Politécnica	MI	66,1	60,3	8
142	1	J. Ascázubi entre 10 de Ago. y 9 de Oct.	MI	61,0	55,1	8
143	1	J. Carrión entre Amazonas y J.L. Mera	MI	67,6	61,5	1
144	1	J. Carrión entre L. Vivar y U. Páez	MI	66,8	60,7	1
145	1	J. Carrión entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	68,1	62,0	1
146	1	J. León Mera entre Niña y Orellana	MI	71,3	65,0	1
147	1	J. León Mera entre Niña y Pinta	MI	74,6	68,2	6
148	1	J. León Mera entre Pinta y Sta. María	MI	73,2	66,9	6
149	1	J. Tamayo entre F. Robles y J. Washington	MI	62,9	57,1	6
150	1	J. Tamayo entre Patria y J. Washington	MI	64,1	58,2	2
151	1	J. Tamayo entre V. Roca y J. Carrión	MI	61,1	55,5	2
152	1	J. Washington entre 10 de Ago. y U. Páez	MI	66,9	60,8	2
153	1	J. Washington entre Amazonas y J.L. Mera	MI	66,9	60,7	2
154	1	J. Washington entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	68,1	62,0	2
155	1	J. Calama entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	67,6	61,8	2
156	1	J. Calama entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,7	61,9	3
157	1	J. Calama entre R. Victoria y D. Almagro	MI	66,8	61,0	3
158	1	J. Carrión entre 6 de Dic. y L. Plaza	MI	68,2	62,1	12
159	1	J. Carrión entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	65,5	59,4	12
160	1	J. Carrión entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,8	61,8	12
161	1	J. Carrión entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	67,7	61,6	12
162	1	J. Carrión entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	67,3	61,2	12
163	1	J. Carrión entre R. Victoria y 6 de Dic.	MI	68,2	62,1	12
164	1	J.L. Mera entre Patria y 18 de Sept.	MI	71,0	64,7	12
165	1	J.L. Mera entre 18 de Sept. y J. Washington	MI	73,5	67,2	12
166	1	J.L. Mera entre F. Robles y J. Washington	MI	73,3	67,0	12
167	1	J.L. Mera entre P. Wilson y G. Baquedano	MI	72,7	66,3	12
168	1	J.L. Mera entre V. Roca y J. Carrión	MI	74,3	68,0	2
169	1	J.L. Mera entre Veintimilla y J. Carrión	MI	72,8	66,5	2
170	1	J. León Mera entre M. Foch y J. Pinto	MI	73,9	67,5	2
171	1	J. León Mera entre Sta. María y Colón	MI	73,6	67,2	2
172	1	J. León Mera entre V. Roca y F. Robles	MI	73,0	66,7	2
173	1	J. Pinto entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	67,2	61,4	2
174	1	J. Pinto entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,2	61,5	1
175	1	J. Pinto entre L. Cordero y Amazonas	MI	65,0	59,2	1
176	1	J. Pinto entre R. Victoria y D. Almagro	MI	67,0	61,3	1
177	1	J. Rodríguez entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	66,7	60,9	1
178	1	J. Rodríguez entre R. Victoria y D. Almagro	MI	64,3	58,6	1
179	1	J. Tamayo entre B. Moreno y L. Cordero	MI	60,1	54,5	1
180	1	J. Tamayo entre B. Moreno y L. García	MI	61,0	55,4	1
181	1	J. Tamayo entre M. Foch y P. Wilson	MI	61,1	55,5	1
182	1	J. Tamayo entre V. Roca y F. Robles	MI	62,0	56,4	5
183	1	J. Tamayo entre Veintimilla y J. Carrión	MI	61,7	56,1	5
184	1	J. Washington entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	67,1	61,0	5
185	1	J. Washington entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	67,8	61,8	2
186	1	J. Zaldumbide entre Valladolid y Miravall	MI	58,0	52,2	2
187	1	J. Washington entre R. Victoria y 6 de Dic.	MI	67,1	61,1	2
188	1	Jerves DER	MI	54,8	48,9	2
189	1	Joaquín Pinto entre Amazonas y J.L. Mera	MI	68,3	62,5	1
190	1	José Caldas DER	MI	56,9	51,0	1
191	1	José Tamayo entre Wilson y Veintimilla	WB	62,0	56,4	1
192	1	José Urbina	MI	62,0	56,0	1
193	1	Juan León Mera entre Wilson y Pinto	WA	74,8	68,5	1
194	1	Juan de Velasco	MI	61,0	55,3	1
195	1	Julio Zaldumbide y R. Arévalo	MI	58,3	52,5	1
196	1	L. Cordero entre 10 de Ago. y 9 de Oct.	MI	65,2	59,2	1
197	1	L. Cordero entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	64,0	57,9	1
198	1	L. Plaza entre 18 de Sept. y J. Washington	MI	66,6	60,2	1
199	1	L. Plaza entre P. Wilson y Veintimilla	MI	64,9	58,5	1
200	1	L. Plaza entre Patria y 18 de Sept.	MI	68,1	61,8	1
201	1	L. Plaza entre V. Roca y J. Carrión	MI	65,2	58,8	1
202	1	L. Cordero entre Anadalucía y Toledo	MI	66,3	60,3	1
203	1	L. Cordero entre I. Católica y Andalucía	MI	66,5	60,5	1
204	1	L. Cordero entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	66,4	60,3	1
205	1	L. Cordero entre R. Victoria y D. Almagro	MI	65,2	59,2	1
206	1	L. Cordero entre Toledo y Valladolid	MI	64,8	58,8	1
207	1	L. García entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	67,3	61,5	1
208	1	L. García entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	69,3	63,5	1

209	1	L. García entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	62,1	56,1	1
210	1	L. García entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	62,6	56,8	1
211	1	L. García entre R. Victoria y D. Almagro	MI	68,4	62,6	2
212	1	L. Guevara entre Barcelona y Valladolid	MI	77,7	71,4	8
213	1	L. Plaza entre B. Moreno y L. Cordero	MI	60,3	54,0	8
214	1	L. Plaza entre B. Moreno y L. García	MI	59,6	53,3	8
215	1	L. Plaza entre F. Robles y J. Washington	MI	66,0	59,7	8
216	1	L. Plaza entre V. Roca y F. Robles	MI	65,5	59,1	8
217	1	L. Plaza entre Veintimilla y J. Carrión	MI	66,0	59,6	8
218	1	L. de Guevara entre Lugo y Lérida	MI	76,7	70,3	8
219	1	La Niña entre Almagro y Y. Pinzón	MI	63,4	57,6	8
220	1	La Niña entre Amazonas y J.L. Mera	MI	63,5	57,7	8
221	1	La Niña entre J.L. Mera y Rábida	MI	63,1	57,2	8
222	1	La Niña entre R. Victoria y D. Almagro	MI	64,7	58,9	8
223	1	La Niña entre Y. Pinzón y 6 de Dic.	MI	63,6	57,8	8
224	1	La Niña entre Rábida y R. Victoria	MI	65,0	59,3	8
225	1	La Pinta entre Amazonas y J.L. Mera	MI	64,0	58,1	8
226	1	La Pinta entre J.L. Mera y Rábida	MI	64,9	59,0	8
227	1	La Pinta entre Rábida y R. Victoria	MI	64,9	59,1	8
228	1	Ladrón de Guevara entre Lugo y Lérida	MI	76,6	70,2	8
229	1	Ladrón de Guevara entre Madrid y Tolosa	MI	75,1	68,9	8
230	1	Ladrón de Guevara sector C. Rumiñahui	MI	75,6	69,4	8
231	1	Ladrón de Guevara sector U. Católica	MI	71,3	65,1	8
232	1	Ladrón de Guevara sector U. Politécnica	MI	70,3	64,1	8
233	1	León Vivar	MI	64,7	59,1	8
234	1	Lugo entre Guipuzcoa y Madrid	MI	61,5	55,3	4
235	1	Lugo entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	59,7	53,5	4
236	1	Luis Cordero entre Amazonas y J.L. Mera	MI	65,7	59,6	4
237	1	Luis Cordero entre J.L. Mera-R. Victoria	WA	65,5	59,5	4
238	1	Luis Cordero entre Plaza y Tamayo	MI	64,4	58,4	4
239	1	Lérida entre Lugo y Ladrón de Guevara	MI	64,5	58,4	3
240	1	Lérida entre Pontevedra y Lugo	MI	62,2	56,2	3
241	1	Lérida entre Toledo y Pontevedra	MI	63,0	57,0	3
242	1	M. Foch entre Amazonas y J.L. Mera	MI	68,3	62,5	3
243	1	M. de Veintimilla entre Pizarro y Jerves	MI	62,3	56,5	3
244	1	M. Foch entre 6 de Dic. y A. Saura	MI	67,2	61,4	3
245	1	M. Foch entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	68,0	62,2	3
246	1	M. Foch entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,7	61,9	3
247	1	M. Foch entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	67,5	61,7	3
248	1	M. Foch entre L. Cordero y Amazonas	MI	67,7	61,9	3
249	1	Madrid entre Andalucía y Toledo	MI	72,4	66,1	3
250	1	Madrid entre Isabela Católica-Andalucía	MI	74,1	67,9	3
251	1	Madrid entre Lugo y Mallorca	MI	68,0	61,7	3
252	1	Madrid entre Mallorca y Coruña	MI	70,0	63,7	3
253	1	Madrid entre Pontevedra y Lugo	MI	68,5	62,1	4
254	1	Madrid entre Toledo y Valladolid	MI	70,9	64,5	4
255	1	Madrid y Tolosa	MI	70,3	64,0	4
256	1	Mallorca entre Guipuzcoa y Madrid	MI	59,8	53,9	4
257	1	Mallorca entre Valladolid y Barcelona	MI	61,7	55,9	4
258	1	Mallorca entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	60,3	54,5	4
259	1	Marieta de Veintimilla antes de 9 de Oct.	MI	62,1	56,3	4
260	1	Miravalle	MI	57,4	51,7	4
261	1	Málaga	MI	58,7	52,9	4
262	1	N22C Lugo	MI	57,1	51,0	4
263	1	N24J	MI	53,4	47,5	4
264	1	Orellana entre 10. de Ago. y 9 de Oct.	MI	70,8	64,8	4
265	1	Orellana entre 9 de Oct. y M. Veintimilla	MI	71,1	65,1	4
266	1	Orellana entre Almagro y Y. Pinzón	MI	71,9	65,9	4
267	1	Orellana entre J. León Mera y Rábida	MI	70,8	64,8	4
268	1	Orellana entre Y. Pinzón y 6 de Dic.	MI	72,1	66,1	4
269	1	P. Wilson entre Amazonas y J.L. Mera	MI	65,7	58,5	3
270	1	P. Wilson entre 6 de Dic. y L. Plaza	MI	67,9	60,5	4
271	1	P. Wilson entre D. Almagro y 6 de Dic.	MI	67,9	60,6	4
272	1	P. Wilson entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	65,4	58,3	4
273	1	Pasaje A Lugo	MI	58,1	52,0	4
274	1	Pasaje E13 B Lugo	MI	57,0	50,9	4
275	1	Pasaje E13 C Lugo	MI	54,9	48,9	4
276	1	Pasaje E4C	MI	56,1	50,0	1
277	1	Pasaje Familiar 1 Rafael Larrea	MI	53,5	47,9	1
278	1	Pasaje Familiar 2 Rafael Larrea	MI	53,5	47,8	1
279	1	Patria entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	77,3	71,1	2
280	1	Pedro de Valdivia	MI	60,2	54,2	2
281	1	Pontevedra entre Barcelona y Valladolid	WB	66,5	60,7	2
282	1	Pontevedra entre F. Salazar y Viscaya	MI	66,6	60,9	2
283	1	Pontevedra entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	65,8	60,1	2
284	1	R. Dávalos entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	65,2	59,2	2
285	1	R. Dávalos entre L. Vivar y U. Páez	MI	65,1	59,1	2
286	1	R. Dávalos entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	65,1	59,0	2

287	1	R. Victoria entre 18 de Sept. y Washingt	MI	68,0	62,6	2
288	1	R. Victoria entre F. Robles y J. Washington	MI	67,9	62,5	2
289	1	R. Victoria entre L. García y J. Rodríguez	WB	69,9	64,6	2
290	1	R. Victoria entre Patria y 18 de Sept.	MI	70,8	65,4	6
291	1	R. Victoria entre L. García y J. Calama	MI	70,5	65,2	2
292	1	R. Victoria entre P. Wilson y G. Baquedano	MI	70,8	65,5	2
293	1	R. Victoria entre Veintimilla y J. Carrión	MI	70,5	65,2	2
294	1	Rafael Larrea Conjunto Vista Este	MI	58,7	52,9	2
295	1	Rafael Larrea Hotel Quito	MI	59,4	53,6	2
296	1	Rafael Larrea Residencia EEUU	MI	58,7	53,0	2
297	1	Rafael Larrea Residencia Perú	MI	58,4	52,7	2
298	1	Rafael Larrea entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	60,8	54,9	2
299	1	Rafael Larrea entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	63,5	57,7	24
300	1	Reina Victoria entre Foch y Calama	WA	71,3	66,0	2
301	1	Reina Victoria entre Niña y Orellana	MI	70,2	64,4	2
302	1	Reina Victoria entre Niña y Pinta	MI	72,6	66,8	3
303	1	Reina Victoria entre Pinta y Sta. María	MI	70,6	64,8	3
304	1	Reina Victoria entre Sta. María y Colón	MI	72,6	66,8	3
305	1	Reina Victoria entre V. Roca y F. Robles	MI	68,9	63,6	3
306	1	Reina Victoria entre V. Roca y J. Carrión	MI	69,0	63,7	3
307	1	Robles entre L. Plaza y J. Tamayo	WB	65,9	59,9	3
308	1	Rodrigo de Triana	MI	60,3	54,5	3
309	1	Rubio de Arévalo	MI	59,6	53,8	3
310	1	Rábida entre Niña y Orellana	MI	67,8	62,0	3
311	1	Rábida entre Niña y Pinta	MI	66,9	61,2	3
312	1	Rábida entre Pinta y Sta. María	MI	67,0	61,3	3
313	1	Rábida entre Sta. María y Colón	MI	67,4	61,6	7
314	1	Santa María entre Amazonas y J.L. Mera	MI	65,4	59,6	7
315	1	Santa María entre J.L. Mera y Rábida	MI	66,3	60,5	7
316	1	Sevilla entre Viscaya y Guipuzcoa	MI	61,5	55,4	7
317	1	Sta. María entre 9 de Oct. y F. Pizarro	MI	65,1	59,3	7
318	1	Sta. María entre Gangotena y Amazonas	MI	65,9	60,1	7
319	1	Sta. María entre R. Victoria y Almagro	MI	66,9	61,1	7
320	1	Sta. María entre Rábida y R. Victoria	MI	65,8	60,0	7
321	1	Toledo entre Coruña y J. Zaldumbide	MI	69,7	63,9	7
322	1	Toledo entre F. Galavis y Madrid	MI	70,8	64,9	7
323	1	Toledo entre L. Cordero y F. Galavis	MI	70,8	64,9	7
324	1	Toledo entre Lérida y L. de Guevara	MI	75,5	69,2	7
325	1	Toledo entre Lérida y Madrid Coporsuper	MI	75,3	69,1	7
326	1	Toledo sector U. Andina S. Bolívar	MI	76,6	70,4	7
327	1	Tolosa entre L. de Guevara y A. Pedrier	MI	64,7	58,5	7
328	1	Tolosa entre Madrid y Asturias	MI	56,8	50,7	7
329	1	U. Páez entre J. Washington y F. Robles	WB	64,5	58,7	7
330	1	U. Páez entre 18 de Sept. y J. Washington	MI	64,4	58,6	7
331	1	U. Páez entre L. Cordero y Veintimilla	MI	65,1	59,4	7
332	1	U. Páez entre Patria y 18 de Sept.	MI	65,9	60,1	7
333	1	U. Páez entre V. Roca y F. Robles	MI	65,0	59,2	7
334	1	U. Páez entre V. Roca y J. Carrión	MI	66,0	60,2	9
335	1	V. Ramón Roca entre Amazonas y J.L. Mera	MI	66,6	60,2	9
336	1	V. Roca entre 9 de Oct. y Amazonas	MI	67,6	61,1	5
337	1	V. Roca entre U. Páez y 9 de Oct.	MI	66,3	59,9	5
338	1	V. Roca entre 10 de Ago. y U. Páez	MI	67,5	61,1	5
339	1	V. Roca entre 6 de Dic. y L. Plaza	MI	68,6	62,2	5
340	1	V. Roca entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,8	61,4	2
341	1	V. Roca entre J. Tamayo y 12 de Oct.	MI	66,6	60,3	2
342	1	V. Roca entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	67,0	60,6	2
343	1	V. Roca entre R. Victoria y 6 de Dic.	MI	67,3	61,0	2
344	1	Valladolid entre Coruña y R. Arévalo	MI	60,9	54,8	2
345	1	Valladolid entre Guipuzcoa y Madrid	MI	62,0	55,7	2
346	1	Valladolid entre L. Cordero y Viscaya	MI	62,2	55,9	4
347	1	Valladolid entre Lugo y Mallorca	MI	62,4	56,1	4
348	1	Valladolid entre Pontevedra y Lugo	MI	62,4	56,1	4
349	1	Valladolid y Madrid	MI	63,1	56,7	4
350	1	Veintimilla entre 10 de Ago. y U. Páez	MI	67,2	61,2	4
351	1	Veintimilla entre J.L. Mera-R. Victoria	MI	70,9	65,4	4
352	1	Veintimilla entre L. Plaza y J. Tamayo	MI	69,6	63,6	4
353	1	Veintimilla entre R. Victoria y 6 de Dic.	MI	70,5	64,5	4
354	1	Viscaya entre Mallorca y R. Larrea	MI	61,9	56,1	4
355	1	Viscaya entre Pontevedra y Lugo	MI	60,2	54,5	4
356	1	Viscaya entre R. Larrea y Sevilla	MI	59,0	53,3	4
357	1	Viscaya entre Sevilla y Cadiz	MI	63,9	58,1	4
358	1	Washington entre J.L. Mera y R. Victoria	MI	67,7	61,7	4
359	1	Wilson entre R. Victoria y D. Almagro	WB	66,3	59,0	4
360	1	Y. Pinzón entre Niña y Orellana	MI	63,4	57,7	4
361	1	Yanez Pinzón entre Niña y Colón	MI	63,9	58,2	4

### Anexo 3. Distribución de la población por zonas, sectores, manzanas y edificaciones.

Código Zona	ITURBIC	MIBIC	TOIA	Número de manzanas	Duplicios por manzana	Número de edificaciones	
7005017001	40	57	105,9	105	37	3.201,75	
7005017002	57	69	126	2	61,0	15	4,7
7005017003	139	156	285	4	73,8	20	3,875
7005017004	94	125	219	2	13,875	38	2.071,02
7005017005	127	123	250	7	35,7	5	5,175
7005017006	64	81	155	1	15,5	8	3,9825
7005017007	137	182	319	2	159,5	30	5,116667
7005017201	123	128	251	1	251,0	38	8,666667
7005017202	117	159	276	5	55,2	13	3,42857
7005017203	167	176	343	6	57,2	7	8,166667
7005017204	95	137	232	1	232,0	4	5,8
7005017205	150	201	351	6	58,5	9	9,805556
7005017206	121	160	301	4	75,25	10	4,144444
7005017301	140	157	297	4	74,25	15	4,50521
7005017302	151	181	332	3	110,7	21	5,16841
7005017303	153	173	326	3	108,7	17	6,39257
7005017304	115	119	234	3	78,0	15	4,666667
7005017305	189	207	396	5	79,2	21	5,28
7005017306	147	156	303	6	50,5	11	4,208333
7005017307	92	130	222	3	74,0	11	6,727273
7005017308	129	148	277	2	138,5	10	4,892571
7005017309	111	141	252	5	50,2	11	6,5
7005017310	131	141	274	7	117,0	20	6,06
7005017311	139	166	305	7	43,8	20	2,0748
7005017312	126	136	262	6	52,4	11	4,763636
7005017401	124	126	250	7	41,7	13	3,472727
7005017402	102	102	204	5	74,0	11	5,35846
7005017403	177	200	377	4	93,0	15	6,7
7005017404	156	175	331	3	110,3	17	6,480196
7005017405	166	179	345	2	172,5	38	4,384142
7005017406	180	215	405	1	405,0	58	6,86407
7005017501	82	100	182	2	91,0	10	5,875
7005017502	100	114	214	6	35,7	8	5,9444
7005017503	46	57	103	1	100,0	15	5,761538
7005017504	95	99	194	3	64,7	21	2,815942
7005017505	121	145	277	3	92,3	15	6,155556
7005017506	118	153	271	7	39,0	8	4,875
7005017507	81	103	187	6	31,2	13	2,89758
7005017601	153	153	306	2	154,0	11	1,84615
7005017602	119	137	251	5	62,8	13	3,107617
7005017603	97	91	188	3	203,0	8	2,511111
7005017604	82	84	166	13	133	11	2,579528
7005017605	122	129	251	6	41,8	14	2,888889
7005017606	136	159	295	13	23,8	2	11,875
7005017607	165	174	339	1	339,0	7	31,66667
7005017608	86	96	182	10	18,2	11	1,654545
7005017609	154	173	327	12	273,0	19	1,942111
7005017610	137	141	278	1	278,0	16	17,375
<b>Total</b>	<b>6.096</b>	<b>6.920</b>	<b>12.976</b>	<b>213</b>			

## Anexo 4. Distribución de niveles por horas en puntos receptores

EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA MARISCAL SUCRE																			8			
Stundenwerte der Beurteilungspegel in dB(A) - Ruido de Tráfico CORRECCIONES																						
00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	
AM	AM	AM	AM	AM	AM	AM	AM	AM	AM	AM	PM											
10 de Agosto entre Roca	FlooEG	Lden 78,6 dB(A)	Ld 76,3 dB(A)	Le75,2 dB(A)	Ln 70,0 dB(A)																	
67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	67,3	67,3	
18 de Sept. entre 9 de FlooEG	Lden 71,1 dB(A)	Ld 69,0 dB(A)	Le67,9 dB(A)	Ln 62,4 dB(A)																		
59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	59,2	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	59,2	59,2	
9 de Oct. entre Roca y FlooEG	Lden 74,9 dB(A)	Ld 72,6 dB(A)	Le71,6 dB(A)	Ln 66,4 dB(A)																		
63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	63,7	63,7	
Amazonas entre La Niña	FlooEG	Lden 78,0 dB(A)	Ld 75,5 dB(A)	Le74,4 dB(A)	Ln 69,6 dB(A)																	
67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	67,3	67,3	
Av. 12 de Octubre entre FlooEG	Lden 78,0 dB(A)	Ld 75,6 dB(A)	Le74,5 dB(A)	Ln 69,6 dB(A)																		
67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	67,2	67,2	
Av. 12 de Octubre entre FlooEG	Lden 77,5 dB(A)	Ld 75,1 dB(A)	Le74,0 dB(A)	Ln 69,1 dB(A)																		
66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1	66,6	66,6	
Av. 6 de Dic entre FlooEG	Lden 74,2 dB(A)	Ld 71,7 dB(A)	Le70,7 dB(A)	Ln 65,8 dB(A)																		
63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	63,4	63,4	
Av. Colón entre 9 de Oc FlooEG	Lden 76,3 dB(A)	Ld 74,0 dB(A)	Le73,0 dB(A)	Ln 67,7 dB(A)																		
64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	64,9	64,9	
Av. Coruña entre Lugo y FlooEG	Lden 74,7 dB(A)	Ld 72,3 dB(A)	Le71,2 dB(A)	Ln 66,3 dB(A)																		
63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3	63,8	63,8	
Av. Patria entre 9 de OFloEG	Lden 76,1 dB(A)	Ld 73,7 dB(A)	Le72,6 dB(A)	Ln 67,7 dB(A)																		
65,3	65,3	65,3	65,3	65,3	65,3	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	73,7	65,3	65,3	
Av. Patria entre Amazon FlooEG	Lden 74,5 dB(A)	Ld 72,0 dB(A)	Le71,0 dB(A)	Ln 66,0 dB(A)																		
63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	63,6	63,6	
Diego de Almagro entre FlooEG	Lden 69,2 dB(A)	Ld 66,7 dB(A)	Le65,7 dB(A)	Ln 60,8 dB(A)																		
58,5	58,5	58,5	58,5	58,5	58,5	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	58,5	58,5	
Edificio 481	FlooEG	Lden 69,6 dB(A)	Ld 67,1 dB(A)	Le66,1 dB(A)	Ln 61,2 dB(A)																	
58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	58,8	58,8	
Edificio 481	Floo1. OG	Lden 68,8 dB(A)	Ld 66,4 dB(A)	Le65,4 dB(A)	Ln 60,4 dB(A)																	
58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	58,0	58,0	
Edificio 481	Floo2. OG	Lden 68,2 dB(A)	Ld 65,8 dB(A)	Le64,8 dB(A)	Ln 59,8 dB(A)																	
57,3	57,3	57,3	57,3	57,3	57,3	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	57,3	57,3	

EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA MARISCAL SUCRE																			8			
Stundenwerte der Beurteilungspegel in dB(A) - Ruido de Tráfico CORRECCIONES																						
Edificio Notaría 8	FlooEG	Lden 68,9 dB(A)	Ld 66,5 dB(A)	Le65,5 dB(A)	Ln 60,4 dB(A)																	
57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	57,9	57,9	
Edificio Notaría 8	Floo1. OG	Lden 69,2 dB(A)	Ld 66,8 dB(A)	Le65,7 dB(A)	Ln 60,7 dB(A)																	
58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	58,2	58,2	
Edificio Notaría 8	Floo2. OG	Lden 69,1 dB(A)	Ld 66,7 dB(A)	Le65,7 dB(A)	Ln 60,6 dB(A)																	
58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	58,1	58,1	
Edificio Notaría 8	Floo3. OG	Lden 68,9 dB(A)	Ld 66,5 dB(A)	Le65,5 dB(A)	Ln 60,4 dB(A)																	
57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	57,9	57,9	
Edificio Notaría 8	Floo4. OG	Lden 68,7 dB(A)	Ld 66,3 dB(A)	Le65,2 dB(A)	Ln 60,2 dB(A)																	
57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	57,7	57,7	
Edificio Notaría 8	Floo5. OG	Lden 68,4 dB(A)	Ld 66,0 dB(A)	Le64,9 dB(A)	Ln 59,9 dB(A)																	
57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	57,4	57,4	
Edificio Notaría 8	Floo6. OG	Lden 68,1 dB(A)	Ld 65,7 dB(A)	Le64,6 dB(A)	Ln 59,6 dB(A)																	
57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	57,1	57,1	
Edificio Notaría 8	Floo7. OG	Lden 67,8 dB(A)	Ld 65,4 dB(A)	Le64,4 dB(A)	Ln 59,3 dB(A)																	
56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	56,8	56,8	
Foch entre R. Victoria	FlooEG	Lden 70,9 dB(A)	Ld 68,4 dB(A)	Le67,4 dB(A)	Ln 62,6 dB(A)																	
60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	60,5	60,5	
Isabela Católica entre FlooEG	Lden 73,8 dB(A)	Ld 71,2 dB(A)	Le70,2 dB(A)	Ln 65,4 dB(A)																		
63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2	63,2	63,2	
José Tamayo entre Wilso FlooEG	Lden 64,7 dB(A)	Ld 62,0 dB(A)	Le61,0 dB(A)	Ln 56,4 dB(A)																		
54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	54,3	54,3	
Juan León Mera entre FlooEG	Lden 77,1 dB(A)	Ld 74,8 dB(A)	Le73,8 dB(A)	Ln 68,5 dB(A)																		
65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	65,7	65,7	
Ladrón de Guevara entre FlooEG	Lden 79,0 dB(A)	Ld 76,6 dB(A)	Le75,6 dB(A)	Ln 70,5 dB(A)																		
67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	67,9	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	67,9	67,9	
Luis Cordero entre J.L. FlooEG	Lden 67,9 dB(A)	Ld 65,5 dB(A)	Le64,4 dB(A)	Ln 59,5 dB(A)																		
57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	57,1	57,1	
Madrid entre Isabela	FlooEG	Lden 76,5 dB(A)	Ld 74,2 dB(A)	Le73,1 dB(A)	Ln 67,9 dB(A)																	
65,3	65,3	65,3	65,3	65,3	65,3	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	65,3	65,3	
Patria entre L. Plaza y FlooEG	Lden 79,6 dB(A)	Ld 77,3 dB(A)	Le76,2 dB(A)	Ln 71,1 dB(A)																		
68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	77,3	68,5	68,5	



Madrid OE	62	62	52,7	52,7	12384	67,5	67,5	59	59	50	40	40	0,9
Madrid OE	62	62	53,3	53,3	12384	67,5	67,5	59,3	59,3	50	40	40	0
Madrid OE	57,6	57,6	48,7	48,7	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	3,4
Madrid OE	58,1	58,1	49,3	49,3	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	-5,8
Madrid OE	57,6	57,6	48,7	48,7	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	-4,9
Madrid OE	58,3	58,3	49,4	49,4	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	6
Madrid OE	57,6	57,6	48,7	48,7	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	4,9
Madrid OE	61,2	61,2	52,3	52,3	4967	63,3	63,3	55	55	50	40	40	-11
Madrid EO	61,1	61,1	51,5	51,5	4698	63	63	54,4	54,4	50	40	40	11,1
Madrid EO	57,4	57,4	47,8	47,8	4698	63	63	54,4	54,4	50	40	40	0
Madrid EO	61,5	61,5	52,6	52,6	11933	67,1	67,1	58,8	58,8	50	40	40	-1,4
Madrid EO	61,5	61,5	52,6	52,6	11933	67,1	67,1	58,8	58,8	50	40	40	-0,2
Ladrón de Guevara OE	63,9	63,9	55,2	55,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	-1,3
Ladrón de Guevara OE	64,2	64,2	55,5	55,5	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	-5,4
Ladrón de Guevara OE	63,9	63,9	55,2	55,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	-2,4
Ladrón de Guevara OE	64,3	64,3	55,6	55,6	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	5,6
Ladrón de Guevara OE	64,4	64,4	55,7	55,7	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	5,8
Ladrón de Guevara OE	65,6	65,6	56,9	56,9	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	7,8
Ladrón de Guevara OE	65	65	56,3	56,3	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	6,7
Ladrón de Guevara EO	64,8	64,8	55,4	55,4	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-6,4
Ladrón de Guevara EO	65,6	65,6	56,2	56,2	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-7,7
Ladrón de Guevara EO	65,7	65,7	56,4	56,4	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-7,9
Ladrón de Guevara EO	64,8	64,8	55,5	55,5	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-6,4
Ladrón de Guevara EO	63,9	63,9	54,6	54,6	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-3,8
Ladrón de Guevara EO	64	64	54,7	54,7	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	5,1
Ladrón de Guevara EO	63,9	63,9	54,6	54,6	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	3,9
Ladrón de Guevara EO	64,9	64,9	55,6	55,6	16859	69,2	69,2	60,6	60,6	50	40	40	-6,7
Ladrón de Guevara EO	61,9	61,9	53,2	53,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	-2,5
Ladrón de Guevara EO	61,9	61,9	53,2	53,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	0
Ladrón de Guevara EO	61,9	61,9	53,2	53,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	0
Ladrón de Guevara EO	61,9	61,9	53,2	53,2	10620	67,2	67,2	59	59	50	40	40	0
Toledo	64,7	64,7	55,8	55,8	15750	68,3	68,3	60	60	50	40	40	0,4
Toledo	61	61	52,8	52,8	8000	64,9	64,9	57,1	57,1	50	40	40	2,9
Toledo	61,4	61,4	53,2	53,2	8000	64,9	64,9	57,1	57,1	50	40	40	5,6
Toledo	61	61	52,8	52,8	8000	64,9	64,9	57,1	57,1	50	40	40	2,8
Isabela Católica	62,9	62,9	54,9	54,9	23904	69,2	69,2	61,5	61,5	50	40	40	1
Isabela Católica	63,5	63,5	55,4	55,4	23904	69,2	69,2	61,5	61,5	50	40	40	-5,9
Isabela Católica	62,9	62,9	54,9	54,9	23904	69,2	69,2	61,5	61,5	50	40	40	-3,4
Isabela Católica	55,3	55,3	47,3	47,3	4100	61,6	61,6	53,8	53,8	50	40	40	0
Av. 12 de Octubre SN	63,5	63,5	54,9	54,9	14934	68,7	68,7	60,6	60,6	50	40	40	-0,5
Av. 12 de Octubre SN	63,5	63,5	54,9	54,9	14934	68,7	68,7	60,6	60,6	50	40	40	0,5
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	-0,7
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	-0,7
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	1,6
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	3,3
Av. 12 de Octubre SN	66,3	66,3	57,4	57,4	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	6,1
Av. 12 de Octubre SN	67,1	67,1	58,2	58,2	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	7,4
Av. 12 de Octubre SN	68,1	68,1	59,2	59,2	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	9,2
Av. 12 de Octubre SN	68	68	59,1	59,1	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	8,9
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	4,7
Av. 12 de Octubre SN	67,6	67,6	58,7	58,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	8,3
Av. 12 de Octubre SN	65,7	65,7	56,8	56,8	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	5,1
Av. 12 de Octubre SN	65,6	65,6	56,7	56,7	25980	71	71	62,6	62,6	50	40	40	1,5
Av. 12 de Octubre NS	65,1	65,1	56,5	56,5	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	0
Av. 12 de Octubre NS	65,7	65,7	57,1	57,1	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-6
Av. 12 de Octubre NS	67,3	67,3	58,7	58,7	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-8,6
Av. 12 de Octubre NS	68,5	68,5	59,9	59,9	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-10,6
Av. 12 de Octubre NS	67	67	58,4	58,4	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-8,1
Av. 12 de Octubre NS	65,1	65,1	56,5	56,5	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-1,6
Av. 12 de Octubre NS	66,2	66,2	57,6	57,6	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-6,8
Av. 12 de Octubre NS	65,1	65,1	56,5	56,5	21719	70,4	70,4	62,2	62,2	50	40	40	-3
Av. 12 de Octubre NS	65,8	65,8	57,5	57,5	27060	71,1	71,1	63,2	63,2	50	40	40	0
Av. 12 de Octubre NS	65,8	65,8	57,5	57,5	27060	71,1	71,1	63,2	63,2	50	40	40	-0,7
Av. 12 de Octubre NS	65,8	65,8	57,5	57,5	27060	71,1	71,1	63,2	63,2	50	40	40	-0,6
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	-0,4
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	-0,2
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	-0,2
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	-0,1
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	1,8
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	1,3
Gral. Ignacio de Veintimilla	56,9	56,9	48,5	48,5	4680	62,7	62,7	54,8	54,8	50	40	40	0
Gral. Ignacio de Veintimilla	58	58	49,6	49,6	6000	63,8	63,8	55,8	55,8	50	40	40	-0,3
Gral. Ignacio de Veintimilla	58	58	50,6	50,6	6000	63,8	63,8	56,9	56,9	50	40	40	-2
Gral. Ignacio de Veintimilla	58	58	49,6	49,6	6000	63,8	63,8	55,8	55,8	50	40	40	1,7
Gral. Ignacio de Veintimilla	58,5	58,5	50,1	50,1	6000	64,1	64,1	56,2	56,2	50	40	40	3
Gral. Ignacio de Veintimilla	58,5	58,5	50,1	50,1	6000	64,1	64,1	56,2	56,2	50	40	40	4,5
Gral. Ignacio de Veintimilla	58,5	58,5	50,1	50,1	6000	64,1	64,1	56,2	56,2	50	40	40	2,9
Av. 6 de Diciembre	63,9	63,9	55,6	55,6	20020	69,5	69,5	61,5	61,5	50	40	40	2,8
Av. Patria	68,8	68,8	60,4	60,4	60180	74,3	74,3	66,3	66,3	50	40	40	-0,6
Av. Patria	68,8	68,8	60,4	60,4	60180	74,3	74,3	66,3	66,3	50	40	40	3
Av. Patria	68,8	68,8	60,4	60,4	60180	74,3	74,3	66,3	66,3	50	40	40	-5,1
Av. Patria	69,8	69,8	61,4	61,4	60180	74,3	74,3	66,3	66,3	50	40	40	-6,7
Av. Patria	68,6	68,6	60,1	60,1	56640	74,1	74,1	66	66	50	40	40	-4,9
Av. Patria	68,8	68,8	59,8	59,8	53280	74,1	74,1	65,8	65,8	50	40	40	1,5
Av. 10 de Agosto	67,1	67,1	58,2	58,2	40680	72,6	72,6	64,3	64,3	50	40	40	0,2
Av. 10 de Agosto	67,1	67,1	58,2	58,2	40680	72,6	72,6	64,3	64,3	50	40	40	2,6
Av. 10 de Agosto	67,1	67,1	58,2	58,2	40680	72,6	72,6	64,3	64,3	50	40	40	1,5
Av. 10 de Agosto	68	68	59,4	59,4	45200	73,4	73,4	65,2	65,2	50	40	40	1,5
Av. 10 de Agosto	68	68	59,4	59,4	45200	73,4	73,4	65,2	65,2	50	40	40	1,4
Av. Colón	66,2	66,2	57,1	57,1	30000	71,6	71,6	63,1	63,1	50	40	40	-1,9
Av. Colón	68,6	68,6	59,5	59,5	30000	71,6	71,6	63,1	63,1	50	40	40	9
Av. Colón	68,2	68,2	59	59	30000	71,6	71,6	63,1	63,1	50	40	40	8,2
Av. Colón	68,2	68,2	59,1	59,1	30000	71,6	71,6	63,1	63,1	50	40	40	8,2
Av. Colón	67,7	67,7	58,6	58,6	30000	71,6	71,6	63,1	63,1	50	40	40	7,5
Av. Amazonas	60,9	60,9	52,7	52,7	10000	66,3	66,3	58,8	58,8	50	40	40	0,1
Av. Amazonas	60,7	60,7	52,1	52,1	10000	66,3	66,3	58,2	58,2	50	40	40	1,2
Av. Amazonas	62,3	62,3	53,7	53,7	14400	67,9	67,9	59,8	59,8	50	40	40	1,5
Av. Amazonas	62,4	62,4	53,8	53,8	14400	67,9	67,9	59,8	59,8	50	40	40	0,2
Leonidas Plaza NS1	48,1	48,1	38,8	38,8	500	53,6	53,6	45	45	50	40	40	-0,5
Leonidas Plaza NS2	55,1	55,1											

Leon Vivar NS	53,3	53,3	46,1	46,1	1748	57,6	57,6	50,7	50,7	50	40	40	0
Ramírez Dávalos EO	55,2	55,2	46,8	46,8	1748	58,7	58,7	51	51	50	40	40	0
Alonso de Mercadillo EO OE	46,7	46,7	37,5	37,5	500	53,6	53,6	45	45	40	30	30	3,9
Av. Francisco de Orellana	65	65	56,6	56,6	30000	70,8	70,8	62,8	62,8	50	40	40	-2,6
Francisco Salazar OE	51,8	51,8	43,9	43,9	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	8,5
Francisco Salazar OE	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	4,3
Barcelona OE	49,7	49,7	41,1	41,1	1000	55,7	55,7	47,7	47,7	50	40	40	3,3
Barcelona OE	50,6	50,6	42	42	1000	55,7	55,7	47,7	47,7	50	40	40	-6,5
Barcelona OE	49,7	49,7	41,1	41,1	1000	55,7	55,7	47,7	47,7	50	40	40	-4,5
Asturias	48,5	48,5	39,9	39,9	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-7,9
Gonzalo de Vera	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-2
Gonzalo de Vera	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	1
Gonzalo de Vera	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-1,1
Gonzalo de Vera	50,1	50,1	41,5	41,5	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-10,6
Gonzalo de Vera	51,5	51,5	42,9	42,9	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-13
Gonzalo de Vera	50,9	50,9	42,3	42,3	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-12
Gonzalo de Vera	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-3,4
Gonzalo de Vera	48,1	48,1	39,5	39,5	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	7,2
Gonzalo de Vera	48,2	48,2	39,6	39,6	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	7,5
Toledo OE	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	5
Toledo OE	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	3
Gerona NS	53,7	53,7	45,8	45,8	2500	59,7	59,7	52	52	50	40	40	-2,9
De los Conquistadores EO	53,7	53,7	45,8	45,8	2500	59,7	59,7	52	52	50	40	40	-2,1
Guipuzcoa OE	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	4,8
Guipuzcoa OE	50,3	50,3	42,4	42,4	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-6
Guipuzcoa OE	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-3,3
Mallorca SN	51,4	51,4	43,5	43,5	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	7,8
Mallorca SN	50,9	50,9	42,9	42,9	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	6,9
Mallorca SN	50,2	50,2	42,2	42,2	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	5,7
Mallorca SN	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	4,1
Rafael León Larrea	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-3,1
Rafael León Larrea	50,1	50,1	42,1	42,1	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-5,6
Rafael León Larrea	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-4,8
Rafael León Larrea	51,6	51,6	43,7	43,7	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-5,2
Rafael León Larrea	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-4,2
Rafael León Larrea	51	51	43	43	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	7,1
Rafael León Larrea	50,8	50,8	42,8	42,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	6,7
Rafael León Larrea	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	2,9
Viscaya EO	53,7	53,7	45,8	45,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	11,6
Viscaya EO	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,6
Sevilla	46,7	46,7	38,1	38,1	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-0,4
Sevilla	53,4	53,4	44,8	44,8	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	-16,1
Cadix	46,8	46,8	38,2	38,2	500	52,7	52,7	44,7	44,7	50	40	40	5,2
Julio Zaldumbide	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	0,6
Julio Zaldumbide	49,8	49,8	41,9	41,9	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	5,2
Julio Zaldumbide	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	0
Julio Zaldumbide	49,9	49,9	42	42	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-5,3
Julio Zaldumbide	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-0,2
José Calama OE	55,3	55,3	47,4	47,4	3634	61,3	61,3	53,7	53,7	50	40	40	0,2
Lizardo García OE	55,3	55,3	47,4	47,4	3634	61,3	61,3	53,7	53,7	50	40	40	0
Joaquín Pinto OE	56,1	56,1	48,2	48,2	4333	62,1	62,1	54,4	54,4	50	40	40	0
Yanez Pinzón	52,7	52,7	44,8	44,8	2000	58,8	58,8	51,1	51,1	50	40	40	-1,7
Gral. Baquedano OE	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-3
Baqueirizo Moreno OE	56,1	56,1	48,2	48,2	4333	62,1	62,1	54,4	54,4	50	40	40	0
Baqueirizo Moreno OE	57,1	57,1	49,1	49,1	4333	62,1	62,1	54,4	54,4	50	40	40	6,6
Andrés Xaura SN	43,7	43,7	35,8	35,8	250	49,7	49,7	42	42	50	40	40	-0,5
Camilo Destruge NS	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	2,2
Juan Rodríguez EO	52,7	52,7	44,8	44,8	2000	58,8	58,8	51,1	51,1	50	40	40	0
La Rábida	56,9	56,9	48,9	48,9	5200	62,9	62,9	55,2	55,2	50	40	40	-1,3
ORELLANA sector Hotel Quito	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,5
Enrique Gangotena NS	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	0,7
Rodrigo de Triana SN	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-0,9
Juan de Velasco NS	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,2
Santa María OE	55,2	55,2	47,2	47,2	3500	61,2	61,2	53,5	53,5	50	40	40	-0,5
La Pinta EO	53,5	53,5	45,6	45,6	2400	59,5	59,5	51,9	51,9	50	40	40	0,4
La Niña EO	53,5	53,5	45,6	45,6	2400	59,5	59,5	51,9	51,9	50	40	40	-2,3
Jerves	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	-1,6
Javier Ascázuí EO	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	2,1
Marieta de Veintimilla EO	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,4
Francisco Pizarro	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-1,8
José Urbina NS	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,1
Cristóbal Gangotena	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-2,5
Cristóbal Gangotena	46,9	46,9	38,9	38,9	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-5,3
Cristóbal Gangotena	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-3,3
Cristóbal Gangotena	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	3,6
Andalucía NS	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-3,9
Francisco Galavis EO	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-3,7
Málaga	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-4,5
Rubio de Arévalo	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	0,3
Genoveva	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	-4,4
D. Muller OE	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	0,9
Miravalle	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-3,6
Miravalle	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-5
Miravalle	46,7	46,7	38,8	38,8	500	52,7	52,7	45	45	50	40	40	-1,2
España	41	41	34,4	34,4	250	48,8	48,8	42,2	42,2	40	30	30	0
Alfredo Mena Caamaño	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1
Andalucía	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	1,4
Andalucía	51,5	51,5	43,5	43,5	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-7,9
Andalucía	52,7	52,7	44,8	44,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	-10
Andalucía	49,7	49,7	41,8	41,8	1000	55,7	55,7	48,1	48,1	50	40	40	0
Pasaje E13B	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0
Pasaje E13C	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0
N22C	43,7	43,7	35,1	35,1	250	49,7	49,7	41,7	41,7	50	40	40	0
Pasaje A	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0
José Caldas	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0,7
Hernán Cortéz	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0,3
N24J	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	2
Pasaje E4B	42,3	42,3	34,9	34,9	240	48,9	48,9	41,5	41,5	50	40	40	0
Pasaje Murillo	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	0
Pasaje E4C	41,9	41,9	33,9	33,9	250	49,4	49,4	41,7	41,7	40	30	30	-2,1
Pasaje ESA	41,3	41,3	33,9	33,9	250	49,1	49,1						

