



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERIA EN SONIDO Y ACÚSTICA

**EVALUACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO DE TRÁFICO  
APLICADOS A LA CIUDAD DE QUITO MEDIANTE EL SOFTWARE  
SOUNDPLAN 6.3**

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

Profesor Guía:

Ing. Miguel Ángel Chávez Avilés

Autor:

Jairo Emanuel Guarderas Rosales

2011

### DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA:

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

Ing. Miguel Ángel Chávez Avilés

CI. 1710724848

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE:

“Declaro que este trabajo es original, de mi 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.”

Jairo Emanuel Guarderas Rosales

CI. 1104406473

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que a lo largo de esta etapa de mi vida han sabido darme una mano directa o indirectamente, especialmente a mis padres, quienes han sido y serán un pilar fundamental en mi vida, brindándome su apoyo moral en cada momento en que más los necesito.

A mis hermanos, quienes fueron un ejemplo a seguir en mi vida, y que me han sabido apoyar cuando más he necesitado de ellos.

Agradezco de manera especial por toda la ayuda brindada durante el proceso y desarrollo de este proyecto al Ing. Miguel Ángel Chávez, Tutor de Tesis, al Ing. Luis Bravo, Director de Carrera.

Agradezco a todas las personas, profesores, compañeros, amigos, que se han encontrado en esta etapa de mi vida y han sabido guiarme de alguna manera para poder llegar hasta este punto de mi existencia.

A Dios, por permitirme conseguir mis sueños día tras día, por ayudarme a seguir creciendo como persona y por haberme entregado el regalo más valioso: la vida.

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre, hermanos y abuelita, quienes siempre han estado junto a mí apoyándome para poder conseguir este logro.

## RESUMEN

Este trabajo consistió en la evaluación de distintas normativas internacionales de ruido de tráfico, utilizadas en el software de predicción de ruido de tráfico SoundPLAN 6.3, para de esta manera verificar cuál normativa es la que mejor se adapta a la realidad del problema, en un sector de la ciudad de Quito.

Las normativas consideradas en el presente estudio fueron: CoRTN, RLS90, FHWA, ASJ1998, StatensPlanverk y NORDIC1996, que son aplicadas en naciones como: Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, Japón y Países Nórdicos respectivamente.

Para el desarrollo y evaluación de este trabajo se determinó como sector de estudio la Avenida Rio Coca, donde existe una estación fija de monitoreo de ruido ubicada en la Secretaría de Ambiente (Estación Jipijapa), y en la cual la EPMMOP colocó un equipo contador de vehículos el mes de mayo del 2011.

Para el proceso de evaluación de los modelos de ruido de tráfico se realizó un análisis entre los resultados de la Estación Jipijapa y el modelamiento de ruido mediante software, el mismo que se basa en todos los datos que pueda brindar el sector tales como: número de vehículos, tipo de vehículos, velocidad en que circulan los automotores, pendiente de la vía, tipo de asfalto de la vía, fachada de viviendas, entre otras.

En el análisis de este proyecto se evaluaron los modelos de predicción del software frente a algunas situaciones como: resultados de todo el mes de mayo, resultados desde el mes de enero hasta julio del 2011, en donde se pudo observar tendencias más generales del comportamiento del ruido de tráfico en cada uno de los días de la semana.

Se pudo determinar en el estudio que las normativas NORDIC1996 y RLS90, son las más adaptables a la realidad del ruido de tráfico de la ciudad de Quito, según los parámetros LEQ24H, LD y LN, el proceso para llegar a estas conclusiones se explica en el desarrollo de este proyecto.

## **ABSTRACT**

This project involves the evaluation of various international standards for traffic noise, used in prediction of traffic noise software SoundPLAN 6.3, for this form to check which standard is the best suited to the reality of the problem in a sector of Quito.

The rules considered in this study were: CoRTN, RLS90, FHWA, ASJ1998, StatensPlanverk and NORDIC1996, which are applied in countries like England, Germany, USA, Japan and Scandinava respectively.

For the development and evaluation of this work was determined as area of study Rio Coca Avenue, the same that has a fixed noise monitoring station located in Environment Secretariat (Jipijapa Station), in which EPMMOP placed a vehicle counter in May of 2011.

For the evaluation of traffic noise models was performed an analysis between Jipijapa Station and traffic noise model did in the software, the same is based on all data that can provide the sector such us: number of vehicles, vehicle type, speed circulating of vehicles, road slope, type of asphalt road and front housing, among others.

The analysis of this project were evaluated software prediction models with some situations such us: results of the entire month of May, results from January to July 2011, where it was observed general trends of behavior traffic noise on each day of the week.

It was determined in the study that NORDIC1996 and RLS90 regulations are the most adaptable to the reality of traffic noise in Quito, according to parameters LEQ24H, LD and LN, the process for to decide these conclusions is explained in development of this project.

## ÍNDICE

1. Introducción .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Hipótesis .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Alcance .....	3
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
2. Marco Teórico .....	5
2.1. Fundamentos de Acústica .....	5
2.1.1. Sonido.....	5
2.1.2. Generación y propagación del sonido .....	5
2.1.3. Frecuencia del sonido (f) .....	6
2.1.4. Velocidad del sonido (c).....	6
2.1.5. Longitud de onda ( $\lambda$ ).....	7
2.1.5.1. Periodo (T).....	7
2.1.5.2. Sonidos periódicos y no periódicos.....	8
2.1.6. Ruido .....	8
2.1.7. Banda de Frecuencias .....	9
2.1.8. Magnitudes Acústicas .....	10
2.2. Mediciones Acústicas .....	13
2.2.1. Compensación de frecuencias.....	13
2.2.2. Respuesta temporal.....	14
2.2.3. Instrumentos de Medición.....	15
2.3. Modelamiento Acústico .....	17
2.3.1. Métodos de modelamiento del ruido .....	18
2.4. SoundPLAN .....	19
2.4.1. Técnicas acústicas de SoundPLAN .....	19
2.4.2. Normativas.....	24

2.4.3. Variables de Ingreso .....	25
2.4.4. Aspectos importantes en SoundPLAN.....	26
3. Situación Actual del Sector .....	29
3.1. Ruido.....	29
3.2. Mediciones de la Estación de la Avenida Río Coca.....	30
3.3. Modelamiento por el software SoundPLAN 6.3 .....	31
3.3.1. Selección del lugar .....	32
3.3.2. Selección de normativas.....	32
3.3.3. Adquisición de Datos .....	34
3.4. Resultados obtenidos de mediciones por el software ....	42
3.4.1. Tablas de resultados de SoundPLAN.....	42
3.4.2. Gráficos de mapas de ruido.....	45
4. Resultados .....	46
4.1. Análisis de Resultados .....	46
4.2. Comparaciones del modelo con mediciones de todo el mes de mayo del 2011 de la estación de medición....	50
4.3. Comparaciones del modelo respecto a los demás meses desde enero hasta julio del 2011 .....	54
4.4. Gráficos de promedios y diferencias entre el modelamiento y las mediciones reales.....	58
4.5. Análisis de características de las normativas evaluadas en el proyecto del software SoundPLAN .....	60
4.6. Normativa que mejor se adapta a la realidad de la ciudad de Quito .....	63
4.7. Mapas de ruido obtenidos con la normativa mejor adaptada a la situación de contaminación por ruido de tráfico en la ciudad de Quito.....	66
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	77

5.1. Conclusiones.....	77
5.2. Recomendaciones.....	78
Bibliografía .....	79
Anexos .....	81

## **1.Introducción**

El interés sobre la contaminación ambiental en la ciudad de Quito ha ido en aumento debido principalmente al crecimiento y desarrollo de la ciudad, su parque industrial y automotor.

La propuesta de utilizar nuevas tecnologías en análisis de contaminación ambiental especialmente en control de ruido, es cada vez más importante ya que evaluando los pros y contras de herramientas como software de modelamiento acústico, pueden resultar en una gran ayuda porque tienen un grado de exactitud de resultados muy cercano a la realidad, los cuales están basados en normativas internacionales.

Para poder utilizar este tipo de software en futuros proyectos sobre todo en la ciudad de Quito es necesario comprobar cuál normativa entre muchas en que se basa el software es la más adaptable a la realidad del problema de ruido de la ciudad especialmente en ruido de tráfico, tema en que se centrará este proyecto.

### **1.1. Antecedentes**

El aporte del ruido de tráfico en la ciudad de Quito es de vital consideración para problemas ambientales que afectan en la salud de las personas. Los problemas para la población, causados por el ruido son tanto fisiológicos como psicológicos, interrumpen en la estabilidad física como emocional impidiendo que una persona se desarrolle y cumpla un trabajo eficiente.

Actualmente en la ciudad de Quito son pocos los estudios relacionados con la valoración de ruido ambiental. La Secretaría de Ambiente realiza campañas anuales de monitoreo de ruido, en la cual se realizan mediciones en algunos puntos de la ciudad a través de estaciones fijas de monitoreo y con mediciones puntuales.

En la ciudad de Quito existen muchos sectores que son críticos como consecuencia del ruido que se produce, cuya causa principal es la congestión vehicular. Esta congestión en varios sectores es producida por los buses que circulan en toda la ciudad de Quito.

Otro factor muy importante que debería ser considerado, es que en ciertos sectores existen varios lugares sensibles, llamados así por sus receptores, en donde es la salud de las personas la que se ve más afectada.

Para un análisis más rápido de la problemática de ruido de tráfico generado en la ciudad de Quito se plantea realizar la evaluación por medio de software, que gracias a estudios de fuentes muy confiables han podido llegar a una exactitud de tal manera que pueda ser una herramienta muy importante en la realización de proyectos a futuro.

## **1.2. Hipótesis**

El planteamiento de usar nuevas tecnologías, es necesario a medida que aumenta el parque automotriz en la ciudad, ocasionando un problema más grande para la evaluación y adopción de medidas estrictas.

Una de las principales causas de contaminación ambiental en la ciudad de Quito es el ruido ocasionado por el tráfico, y el no tener una normativa que se pueda regir en esta situación hace un problema mayor que debe ser gestionado por las autoridades. El modelamiento de ruido de tráfico puede considerarse como una herramienta precisa que puede ser utilizada como instrumento de gestión.

### **1.3. Justificación**

El modelamiento por medio de software pretende establecer una metodología más rápida para evaluación de proyectos de ruido ambiental, y aún mejor cuando se tratara de proyectos a gran escala.

El modelamiento de ruido a través de programas computacionales genera muchos beneficios, entre los cuales se puede destacar: la reducción de tiempo, incremento en la superficie de estudio, generación de escenarios virtuales, entre otros.

La creación de escenarios virtuales permite al usuario analizar y considerar los cambios que podrán darse en el futuro, o el efecto de aplicar políticas o acciones puntuales de control.

### **1.4. Alcance**

Debido a la complejidad de generar un modelo, por la cantidad de variables necesarias, tales como: infraestructura de viviendas, pavimento, automotores, etc. Para este trabajo se ha optado por realizar el modelamiento del sector de la ciudad de Quito comprendido en la Av. Rio Coca, entre las calles San Cristóbal y calle Isla Seymour.

Se analizarán los lugares críticos del sector, y principalmente se evaluará el grado de precisión del software con respecto a las mediciones reales de ruido ambiental de la estación fija de medición Jipijapa ubicada en la Secretaría de Ambiente, y de esta manera obtener un modelo que pueda adaptarse a la ciudad de Quito.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Modelar, comparar y evaluar el ruido producido en un sector de la ciudad de Quito, a través de las normativas internacionales que contiene el software SoundPLAN y mediciones reales de ruido ambiental.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Obtener toda la información posible de la infraestructura del sector de estudio, para realizar el modelamiento computacional.
- Modelar el ruido de tráfico del área de estudio a través de distintas normativas incluidas en el software SoundPLAN Versión 6.3
- Realizar las mediciones de ruido del sector de estudio.
- Evaluar los resultados de ruido obtenidos mediante las normativas internacionales que presenta el software y las mediciones realizadas con el sonómetro o estación de medición.
- Validar la precisión de los resultados entregados por el software de modelamiento de acuerdo a la realidad local.
- Determinar la normativa que mejor se ajusta a la realidad del ruido de tráfico del sector de estudio en la ciudad de Quito y elaborar mapas de ruido.

## **2.Marco Teórico**

Para el mejor entendimiento de lo que se realizó en este proyecto, es necesario conocer algunos términos que están relacionados con la temática, ya que su revisión servirá para la comprensión de resultados obtenidos luego del desarrollo práctico de este proyecto.

### **2.1. Fundamentos de Acústica**

La Acústica como muchas otras ciencias es demasiado amplia, ya que se encuentran inmersas distintas ramas, como lo son: la acústica arquitectónica, la acústica ambiental, la psicoacústica, entre otras. Este proyecto se centró en la acústica ambiental y específicamente en los temas relacionados con su evaluación. Para el conocimiento y entendimiento del problema planteado se menciona a continuación algunas nociones básicas y necesarias para lograr dicho objetivo.

#### **2.1.1. Sonido**

El sonido se conoce como la sensación que se percibe por el oído, la cual es producida por una vibración mecánica, cuya propagación lo hace dentro de un medio elástico o denso.

#### **2.1.2. Generación y propagación del sonido**

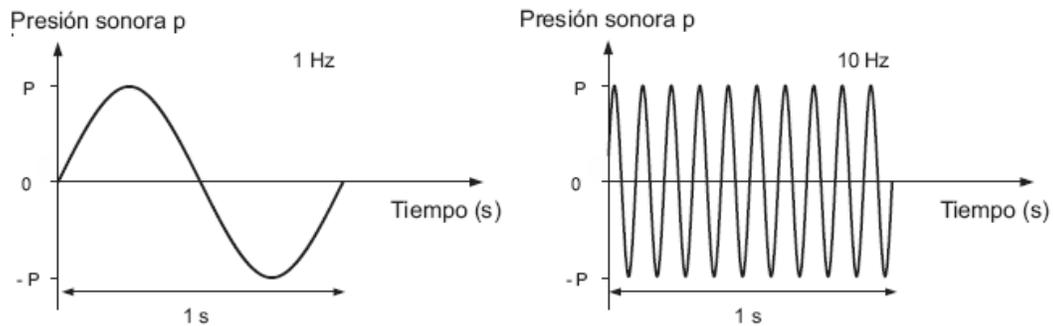
Para generar sonido se necesita de un elemento muy importante, el cual se denomina fuente sonora, la cual produce sonido cuando entra en vibración. Esta vibración mecánica se transmite entre las partículas de aire de acuerdo a las variaciones de presión, las cuales se dan a lo largo de un tiempo  $t$  y en una velocidad de propagación  $c$ , llegando así a una distancia distinta desde donde se produjo la vibración.

El proceso en que se desplaza una vibración o perturbación se denomina como la propagación de una onda sonora.

### 2.1.3. Frecuencia del sonido (f)

La frecuencia es el número de repeticiones o ciclos de una onda sonora en un segundo. Se mide en Hertz, cuya abreviatura es [Hz].

**Figura 2.1.** Frecuencias de 1 y 10 Hz en un tiempo de un segundo.



Fuente: Libros [1]

### 2.1.4. Velocidad del sonido (c)

La velocidad en que se propaga el sonido depende del medio por el cual se está realizando dicha acción, los medios por los cuales se propaga el sonido pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos, y de esta manera surge un factor importante como lo es la temperatura.

En el aire por ejemplo, en condiciones normales de medición (a 1 atmósfera y 20° Centígrados) la velocidad aproximada es de 344 [m/s].

Ya que no siempre se tienen las mismas condiciones, para el cálculo de la velocidad del sonido se usala siguiente fórmula:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \left[ \frac{m}{s} \right] \quad (2.1)$$

En donde:

$\gamma$  Es la constante de elasticidad del medio en que se propaga.

$R$  Es igual a 8,31 [J/mol•°K]

**M** Es la masa de un mol dado en [kg/mol]

**T** Es la temperatura absoluta dada en grados Kelvin [°K]

Teniendo las siguientes consideraciones para el aire como:

$$\gamma = 1.4$$

$$M = 0.0288 \text{ [kg/mol]}$$

Se puede llegar a determinar que aproximadamente en el aire la velocidad de propagación del sonido es:

$$c = 332 + 0.608 * t \left[ \frac{m}{s} \right] \quad (2.2)$$

En donde:

**t** Es la temperatura en el aire en grados centígrados [°C]

### 2.1.5. Longitud de onda ( $\lambda$ )

La longitud de onda es la distancia en la que una onda sonora recorre completa un ciclo. Tiene una estrecha relación con la velocidad de propagación del sonido y su frecuencia. Siendo inversamente proporcional a la frecuencia. Su unidad es metros [m].

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]} \quad (2.3)$$

En donde:

**c** Es la velocidad del sonido [m/s]

**f** Es la frecuencia del sonido [m/s]

#### 2.1.5.1. Periodo (T)

Está estrechamente relacionado con la frecuencia, ya que es su inverso. Es el tiempo que se demora una onda sonora en completar una repetición o un ciclo. Su unidad es en segundos [s]

$$T = \frac{1}{f} \text{ [s]} \quad (2.4)$$

En donde:

**f** Es la frecuencia del sonido [m/s]

### 2.1.5.2. Sonidos periódicos y no periódicos

Se denomina sonidos periódicos a aquellos cuya forma más simple es la sinusoidal, en la cual la presión varía en función seno con respecto al tiempo.

Para que un sonido se denomine un **tono puro** se tiene que cumplir con la siguiente ecuación:

$$P(t) = A * \sin(2 * \pi * f * t) \quad (2.5)$$

En donde:

**A** Es la amplitud máxima de la onda sonora

**2π** Es el ciclo de una onda completa

Los sonidos no periódicos, son denominados así porque no tienen una frecuencia fundamental que se pueda definir en donde todas las frecuencias son muy cercanas entre sí y para determinar sus parámetros se utiliza instrumentos de medición.

En muchos de los casos, los sonidos no periódicos se los suele llamar **ruido**, término que se abordará a continuación.

### 2.1.6. Ruido

Ruido es igual a decir sonido no deseado, cuyas componentes son sonidos aleatorios, los cuales están compuestos por varias frecuencias de distinto valor, y que en muchos de los casos son impredecibles.

#### Tipos de ruido

El ruido según su intensidad se puede clasificar en tres tipos:

- **Ruido constante.-** Es el ruido en donde su intensidad presenta pequeñas variaciones a lo largo del tiempo, las variaciones son de máximo 5 [dB].
- **Ruido fluctuante.-** Es el ruido en donde su intensidad varía en el tiempo, las variaciones son periódicas o aleatorias.
- **Ruido impulsivo.-** Es aquel ruido en el cual su intensidad varía bruscamente en un impulso, el mismo que dura muy poco con respecto al tiempo, pero se considera el ruido más molesto.

### **Efectos del Ruido**

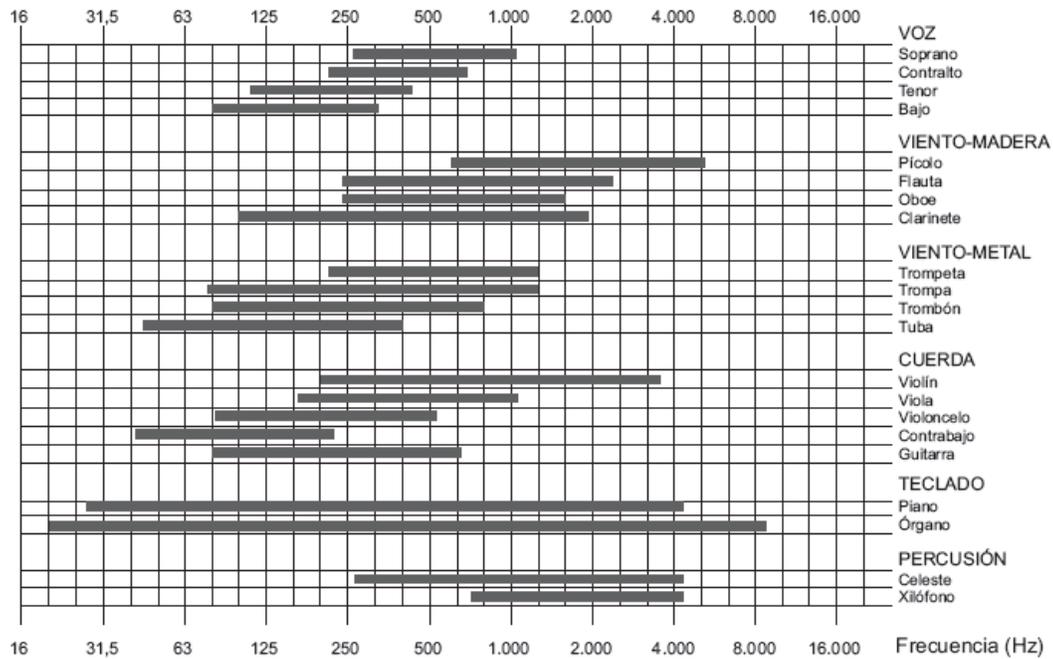
Los efectos que produce el ruido suelen ser varios, entre los más comunes se encuentran los siguientes:

- **Efectos fisiológicos.-** Se dan repercusiones fisiológicas y daños en el órgano de la audición así también se producen efectos sobre el sistema nervioso central, en el sistema neurovegetativo, sistema endocrino, entre otros, causando daños como trastornos sensitivos, vasculares, gastritis, y sobretodo muchos problemas en el sueño.
- **Efectos Psicológicos.-** Se dan ciertos trastornos de tipo Psiquiátrico, que van muy relacionados con los cambios de personalidad de las personas, en las que se tiene reacciones individuales y colectivas, y para eso existen distintos estándares respecto al ruido en las comunidades.

#### **2.1.7. Banda de Frecuencias**

Se llama banda de frecuencias al conjunto de frecuencias ubicadas entre dos extremos, una frecuencia inicial y una final. Donde la frecuencia inicial es más grave que la final. La banda de frecuencias audible para el ser humano es de aproximadamente de 20 [Hz] a 20000 [Hz]. La siguiente imagen se muestra distintas bandas de frecuencias.

**Figura 2.2.** Bandas de frecuencia para distintos instrumentos.



Fuente: Libros [1]

### 2.1.8. Magnitudes Acústicas

Para evaluar el sonido se utiliza ciertas magnitudes, que ayudarán a comprender de mejor manera el fenómeno del sonido y cómo afecta al ser humano según los niveles en que emitan.

#### Nivel de Presión Sonora

Es una relación logarítmica entre una presión de referencia y una presión emitida por alguna fuente. Como los seres humanos escuchamos dentro de un rango muy grande se realizó esta relación, que va desde 0dB (mínimo nivel que se puede escuchar una frecuencia de 1[kHz] hasta los 120 dB (umbral del dolor para las personas).

Su fórmula es la siguiente:

$$L_p = 20 * \log \frac{P}{P_{ref}} [dB] \quad (2.6)$$

En dónde:

$$P_{ref} = 2 * 10^{-5} [Pa]$$

*Tabla 2.1. Niveles de distintas fuentes sonoras.*

FUENTE	$P_{ef}$ [Pa]	$L_p$ [dB]
Umbral de dolor	20	120
Discoteca a todo volumen	6,3	110
Martillo neumático a 2 m	3,6	105
Ambiente industrial ruidoso	0,63	90
Piano a 1 m con fuerza media	0,20	80
Automóvil silencioso a 2 m	0,063	70
Conversación normal	0,020	60
Ruido urbano de noche	0,0063	50
Habitación interior (día)	0,0020	40
Habitación interior (noche)	0,00063	30
Estudio de grabación	0,00020	20
Cámara sonoamortiguada	0,000063	10
Umbral de audición a 1 kHz	0,000020	0

Fuente: Libros [4]

### Nivel de Potencia Sonora

Es la energía que una fuente sonora puede emitir durante un cierto tiempo. Es más cómodo indicar el valor de potencia sonora sobre una escala logarítmica, expresada en decibelios por medio de la siguiente ecuación:

$$L_W = 10 * \log \frac{W}{W_{ref}} [dB] \quad (2.7)$$

En dónde:

**W** Es la potencia de la fuente sonora emitida en [Watts]

**W<sub>ref</sub>** Es la potencia de referencia igual a  $10^{-12}$  [W]

## Descriptorios de Ruido

- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (Leq)**

Nivel continuo que contiene la misma cantidad de energía sonora que el evento medido.

Se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$L_{eq} = 10 * \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2 dt}{P_{ref}^2} \quad [dB] \quad (2.8)$$

En donde:

T Es el tiempo total de la medición

- **Nivel Sonoro Diurno (L<sub>D</sub>)**

Es el nivel sonoro continuo equivalente calculado desde las 6H00 hasta las 22H00.

- **Nivel Sonoro Nocturno (L<sub>N</sub>)**

Es el nivel sonoro continuo equivalente calculado desde las 22H00 hasta las 6H00.

- **Nivel Sonoro Equivalente Día – Noche (L<sub>DN</sub>)**

Es el nivel que compensa el ruido en la noche, compensa la percepción del ruido en periodo nocturno, por tal motivo se añade +10dB en la siguiente fórmula:

$$L_{DN} = 10 * \log \frac{1}{24} \left( 15 * 10^{\frac{LD}{10}} + 9 * 10^{\frac{LN+10}{10}} \right) [dB(A)] \quad (2.9)$$

- **Nivel Sonoro Percentil (L<sub>P</sub>)**

Se define como aquel nivel sonoro en [dB] que es superado un P% del tiempo de medición. Ejemplo: L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, etc.

- **TNI**

Es el índice de ruido de tráfico, cuya fórmula es la siguiente:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 [dB(A)] \quad (2.10)$$

## **2.2. Mediciones Acústicas**

Se necesita contar con ciertos implementos para proceder a hacer las mediciones in-situ, se debe conocer también que parámetros se quiere medir y de qué manera realizarlo.

Todas las normativas tienen su procedimiento de medición, al igual de los parámetros que considera en la evaluación.

Para realizar una medición es importante tener claro las siguientes características:

### **2.2.1. Compensación de frecuencias**

Este parámetro es muy importante conocerlo, porque existen diferentes tipos de compensaciones de frecuencia dependiendo de la fuente a evaluar.

Los tipos de compensación son: A, B, C y D.

La curva de compensación A es la más parecida al comportamiento del oído humano con respecto a las diferentes frecuencias dentro del rango audible.

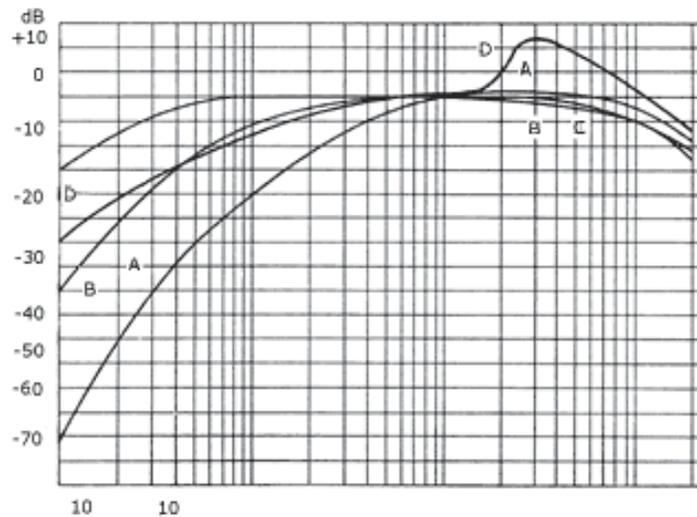
La curva de compensación B se utiliza muy poco aunque representa la atenuación en niveles intermedios (55-85 dB).

La curva de compensación C es la curva utilizada para medición de maquinaria, por ser la más lineal y entrega los valores de manera exacta como se genera el nivel de ruido en la fuente.

La curva de compensación D es utilizada para evaluar el ruido aeronáutico por tener una amplificación en altas frecuencias.

A continuación se muestra cómo es cada curva de ponderación respecto a cada frecuencia.

**Figura 2.3.** Curvas de ponderación.



Fuente: Documentos de Internet [3]

### 2.2.2. Respuesta temporal

La respuesta temporal es un parámetro importante, ya que se refiere a la manera en que el aparato medidor del ruido va a integrar las mediciones.

En los equipos de medición hay tres tipos de respuesta temporal: lenta, rápida e impulsiva.

La respuesta lenta se refiere a un tiempo de integración de 1[s], utilizada para medir ruidos de nivel continuo en donde no se supere la variación en más de 5 [dB].

La respuesta rápida se refiere a un tiempo de integración de 0,125 [s], de por sí esta respuesta ya es más precisa que la mencionada anteriormente. Es muy utilizada en medición de ruidos fluctuantes.

La respuesta impulsiva se refiere a un tiempo de integración de alrededor 0,035 [s]. Se utiliza para medir ruidos de un nivel muy alto pero que tienen un tiempo de duración muy pequeño.

### 2.2.3. Instrumentos de Medición

#### Sonómetros

*Figura 2.4. Sonómetro QUEST TECHNOLOGIES SoundPRO SE/DL Series*



Fuente: Pagina web del instrumento

Llamado también decibelímetro, es el más utilizado en mediciones gracias a su facilidad de operación y de transporte.

Su costo depende de las características que posea cada instrumento. Entre los más comunes tienen un gran rango dinámico de alrededor 100 [dB], permitiendo al usuario la opción de cambiar los micrófonos según lo requiera cada medición.

Se clasifican por clases o por tipos de la siguiente forma:

- **TIPO 0.-** Es el sonómetro más preciso usado en laboratorios con un error aproximado de  $\pm 0.4$  [dB].
- **TIPO 1.-** Es el sonómetro más preciso usado en mediciones in-situ con un error aproximado de  $\pm 0.7$  [dB].
- **TIPO 2.-** Este sonómetro tiene poca exactitud, aunque es utilizado aún en mediciones y tiene un error aproximado de  $\pm 1$  [dB].
- **TIPO 3.-** Este sonómetro no es recomendado para mediciones, porque es el menos preciso y solo permite realizar mediciones aproximadas, y es muy utilizado solamente en reconocimientos. El error aproximado es de  $\pm 1.5$  [dB].

### Estaciones fijas de medición

*Figura 2.5. Estación de Medición 01dB-METRAVIB*



Fuente: Pagina web del instrumento

Son equipos en muchos de los casos sofisticados, que cuentan con un sonómetro que se encuentra permanentemente midiendo el ruido ambiental, durante un tiempo indefinido las 24 horas del día de todo el año, se encuentran interconectadas automáticamente a un servidor central por red o algún tipo de control que administra, archiva y muestra los datos recolectados, entregando

distintos parámetros según lo convenga el usuario o la normativa pertinente. Son equipos a prueba de condiciones climáticas.

## Loggers

*Figura 2.6. LoggerPCE 322A*



Fuente: Pagina web del instrumento

Los *loggers* son unidades de registro de datos que contiene un sensor, el cuál básicamente es un micrófono que registra sonidos. Y estos instrumentos se encuentran ubicados según lo disponga cada normativa para la evaluación durante un tiempo determinado, es por eso que son a prueba de condiciones climáticas adversas.

## 2.3. Modelamiento Acústico

*Figura 2.7. Logos del software SoundPLAN y CadNaA*



Fuente: Páginas web de los programas computacionales

Hoy en día existen distintos “*software*” que se encargan de modelar el fenómeno acústico. Entre ellos están: SoundPLAN, CadNaA, Predictor-LimA, Drone, EASE, etc.

### **2.3.1. Métodos de modelamiento del ruido**

Cada software cuenta con distintos módulos de modelamiento del ruido, entre los más comunes son los siguientes:

- **Industrial**

Los distintos programas computacionales de modelamiento acústico, pueden describir el fenómeno acústico del ruido en una industria, ya que es un factor importante dentro de la contaminación ambiental. Así se tiene el módulo de ruido en industria en SoundPLAN y CadnaA (de los que se conoce hasta el momento) que han dado muy buenos resultados en algunos estudios realizados.

- **Aeroportuario**

En la actualidad, con el desarrollo de la tecnología se ha logrado el modelamiento del ruido aeroportuario y de toda su propagación. Los “*software*” SoundPLAN y CadnaA tiene también un módulo para lograr este objetivo, debido a esta característica los hace también muy costosos pero muy exactos en la obtención de sus resultados. Según la norma en Ecuador para aeropuertos, específicamente en la ciudad de Quito el “*software*” que se debería utilizar para realizar los modelos es el INM (*IntegratedNoiseModel*).

- **Tráfico**

Para el modelamiento del ruido de tráfico generado por las fuentes móviles existen distintos “*software*” con sus respectivos módulos, así por ejemplo se tiene el SoundPLAN, CadNaA, Predictor – LimA, DRONE, entre otros.

Como el estudio de este proyecto se centra en la evaluación del *software* SoundPLAN, se va a mencionar a continuación:

## **2.4. SoundPLAN**

Las modelaciones usualmente no son una completa descripción de la realidad, las cuales necesitan ser construidos tan cuidadosamente como sea posible y calibradas con las mediciones.

### **2.4.1. Técnicas acústicas de SoundPLAN**

Se asume comúnmente que los principios de la física son los mismos alrededor de todo el mundo, sin embargo la interpretación de los fenómenos acústicos no siempre es la misma. Las leyes físicas de la acústica fueron estudiadas en diferentes tiempos en distintos países.

Los desarrollos iniciales empezaron en el tiempo en donde las herramientas del ingeniero consistían de reglas de cálculo y nomogramas en lugar de computadoras.

SoundPLAN es una aplicación basada en estándares garantizados para cumplir con las normas de precisión de 0,2 dB o menos.

La representación de la física de SoundPLAN será tan buena como la norma seleccionada.

### **Principios de cálculo**

Como los mapas de ruido son creados a partir de cálculos de único punto, es muy importante describir el proceso de cálculo del nivel de ruido para receptores de un solo punto.

Todas las fuentes son independientes y pueden ser calculadas de forma separada. Los resultados de todas las contribuciones de las fuentes pueden ser añadidas al nivel de inmisión usando la siguiente fórmula:

$$L_{i, sum} = 10 * \text{Log} \sum (10^{\frac{L_{ii}}{10}}) \quad (2.11)$$

La contribución de una fuente sola puede ser descrito por:

$$L_i = L_w - C_1 - C_2 \dots C_n \quad (2.12)$$

En donde:

**L<sub>i</sub>** Es el nivel de inmisión al receptor

**L<sub>w</sub>** Nivel de potencia de la fuente (o equivalente)

**C<sub>1</sub>..C<sub>n</sub>** Coeficientes que describen diferentes aspectos de propagación

El nivel de sonido a un receptor se deriva de la potencia del sonido y la propagación.

Los coeficientes de propagación son: esparcimiento, absorción del aire, apantallamiento, efecto del suelo y reflexión.

- **Fuente de emisión**

El ruido puede ser emitido por diversas fuentes, la mayoría de las cuales se puede calcular con SoundPLAN. Las fuentes incluyen carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, puntos, líneas y fuentes de área dentro y fuera de los edificios.

Todas las fuentes tienen su propia definición de los datos de emisiones y otras descripciones. Para el ruido de tráfico, ferrocarriles y aeropuertos, SoundPLAN contiene un modelo de cálculo de la potencia de sonido o un valor derivado de los datos de tráfico. El ruido de la industria

requiere el uso de datos medidos. Los datos emisores define la siguiente sección de datos geométricos.

El tipo de fuente determina la entrada geométrica de la fuente. Una fuente puntual requiere de una sola coordenada. Una fuente lineal se define con al menos dos coordenadas. Si existen más de dos puntos se encadenan y SoundPLAN asume que hay una poli línea continua. Un área requiere de al menos 3 coordenadas.

Siempre y cuando el área se define como un solo plano, SoundPLAN puede aceptar cualquier número de coordenadas para el área de una fuente. Si la fuente no se encuentra en un plano, se necesita dividir esta en pequeños polígonos de la fuente con cada polígono en un plano. Si el área de las fuentes contiene más de 3 coordenadas, SoundPLAN las separa en series de triángulos a un tiempo de carga.

La segunda limitación para línea y área es que la condición con la fuente necesita ser uniforme. Si hay un cambio en el volumen del tráfico o velocidad, hay también un cambio en el ruido de emisión y entonces una nueva definición de fuente es necesaria.

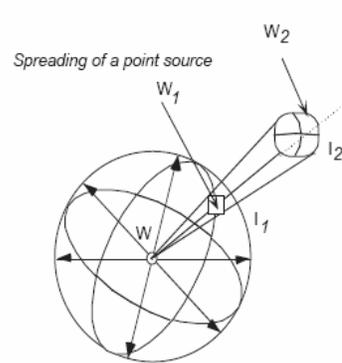
- **Esparcimiento**

La definición de la potencia del sonido está basada sobre la energía distribuida en una esfera con una superficie de  $1 \text{ [m}^2\text{]}$ . Como la distancia de la fuente incrementa, la superficie de la esfera también incrementa.

El esparcimiento de una esfera a cualquier distancia desde la fuente está dado en la ecuación siguiente:

$$\text{Esparcimiento} = 10 * \text{Log} \frac{R_0}{4\pi r^2} \quad (2.13)$$

**Figura 2.8.** Esparcimiento de una fuente puntual



Fuente: Revistas [4]

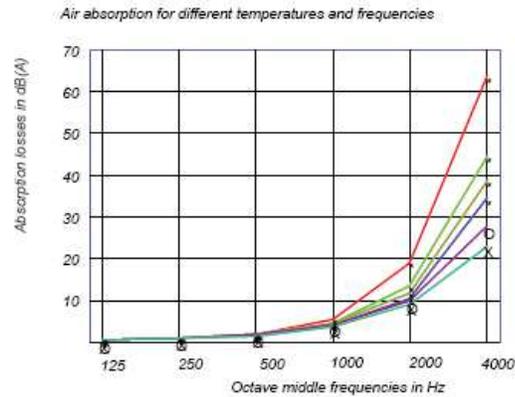
Se aplica la ley que indica que cuando se duplica la distancia disminuye el nivel en 6 [dB]. En fuente puntual, y en fuente lineal al duplicar la distancia se disminuye 3 [dB].

- **Absorción del aire**

El aire, como cualquier otro medio, no permite propagar ondas sin pérdida. La pérdida depende de la frecuencia, temperatura, humedad relativa y presión del aire.

SoundPLAN permite escoger el método que se quiera para las normativas que incluyan la absorción del aire seleccionando las opciones apropiadas. Si no se define otras condiciones, SoundPLAN usará ciertas condiciones por defecto.

**Figura 2.9.** Absorción del aire para diferentes temperaturas y frecuencias



Fuente: Revistas [4]

- **Apantallamiento**

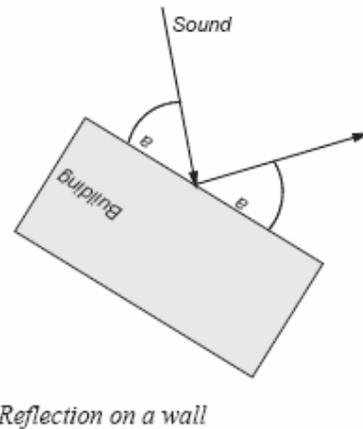
El apantallamiento ocurre cuando una onda de sonido es difractada alrededor de un borde. El apantallamiento puede ser alrededor de bordes horizontales o verticales, pero la valoración por defecto en SoundPLAN es solo sobre un obstáculo.

- **Efecto del suelo, Directividad**

Una onda de sonido viajando a través del suelo interactúa con el terreno. La onda puede ser reflejada, absorbida e interferida, y puede ocurrir que se encuentren la onda directa y reflejada.

- **Reflexión**

Muchos objetos reflejan el sonido, la principal característica de la reflexión es:  $\text{Angulo de Incidencia} = \text{Angulo de Reflexión}$ .

**Figura 2.10.** Reflexión de una pared

Fuente: Revistas [4]

### 2.4.2. Normativas

SoundPLAN considera que una norma ha sido debidamente ensayada cuando cumple los ejemplos de ensayo oficiales o las características importantes han sido evaluadas y comparadas manualmente.

- **RLS90.**- Utilizada en Alemania, es una norma ensayada con distintos ejemplos y utilizada ya en muchos proyectos.
- **DIN18005.**- Normativa ensayada en carretera.
- **RVS 3.02.**- Utilizada en Austria, es una norma ensayada.
- **NMPB 96.**- Utilizada en Francia y Unión Europea, norma ensayada de acuerdo a los ejemplos que provee.
- **EMPA.**- (Suiza) Norma ensayada.
- **CoRTN.**- (Reino Unido). Norma ensayada y muy utilizada.
- **FHWA.**- (EEUU) Norma muy conocida, ensayada empleando los ejemplos que proveen en la norma.
- **StatensPlanverk.**- (Dinamarca), normativa ensayada que data desde 1980.
- **ASJ RTN 1998.**- (Japón). Norma muy conocida y utilizada en ese país.

- **Método nórdico de predicción de ruido de tráfico 1996.-** Normativa ensayada.
- **Nord2000.-** Normativa utilizada para carreteras, pero los ensayos aún no están finalizados.

### 2.4.3. Variables de Ingreso

En todo software de modelamiento acústico se necesita ingresar distintas propiedades importantes para proceder a realizar un modelo, entre las principales se tiene las siguientes:

- **Tipo de vehículos.-** Según cada normativa existe una clasificación, las mismas que son de 2 tipos, 3 tipos o 4 tipos, es decir, autos y camiones, autos, camiones medios y pesados, autos, buses, camiones ligeros y camiones pesados, para cada normativa respectivamente.
- **Número de vehículos.-** En esta característica cada normativa tiene una forma de ingresar los datos, ya sea por importación de todo un histograma diario de todos los vehículos, por tipo de vehículos, por horario de evaluación, por día o simplemente por hora de manera general.
- **Velocidad de circulación vehicular.-** Según sea la normativa se tiene la opción de ingresar por tipo de vehículos o por horario de evaluación, y en otras existe la opción de ubicar un solo valor, ya sea el valor real, el permitido o un promedio general.
- **Vías de circulación.-** Cada normativa tiene sus propiedades respecto a este parámetro, donde hay opciones de elección como: tipo de superficie de la vía, tipo de flujo vehicular, correcciones por tipo de vía (calle, avenida, autopista, etc.), correcciones por tipo de fachada de viviendas frente a la fuente (en este caso la vía), correcciones por estado de la vía, entre otras.

Una característica muy importante es la consideración en todas las normativas del gradiente y dirección de la vía, estos valores se pueden

ingresar de forma manual o a partir de la creación del modelo digital del terreno (DGM) a partir de las curvas de nivel.

El gradiente de la vía puede influir mucho en la emisión del ruido, porque mientras es más pendiente, implica que el motor del vehículo haga más fuerza y por ende genere más ruido.

#### **2.4.4. Aspectos importantes en SoundPLAN**

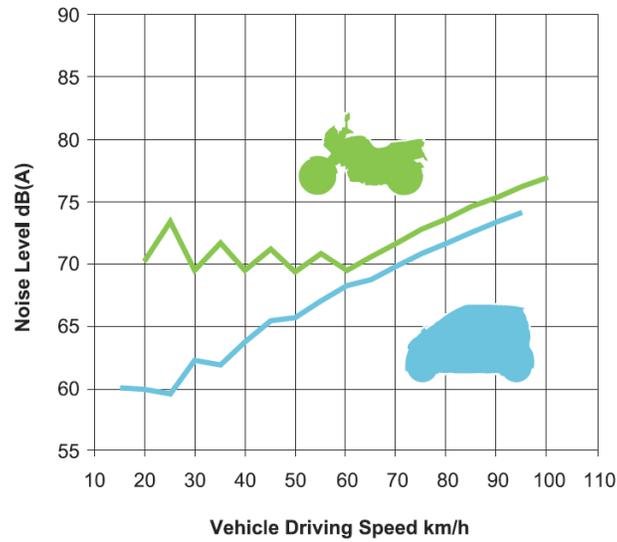
En este software en ninguna normativa se considera el ingreso de motocicletas como fuentes emisoras de ruido, pero debido a la gran cantidad de estos vehículos utilizados para transporte en ciertos países, se ha tomado la siguiente consideración:

Según estudios realizados, en los que figuran mediciones de ruido generado por motocicletas y camiones ligeros, los resultados obtenidos son muy parecidos por lo que se puede asumir y añadir este tipo de datos para el modelamiento en el software SoundPLAN 6.3.

Se puede demostrar lo mencionado anteriormente con sus respectivas gráficas realizadas en distintos ensayos:

**Figura2.11.** Comparación de niveles de ruido entre motocicletas y automóviles

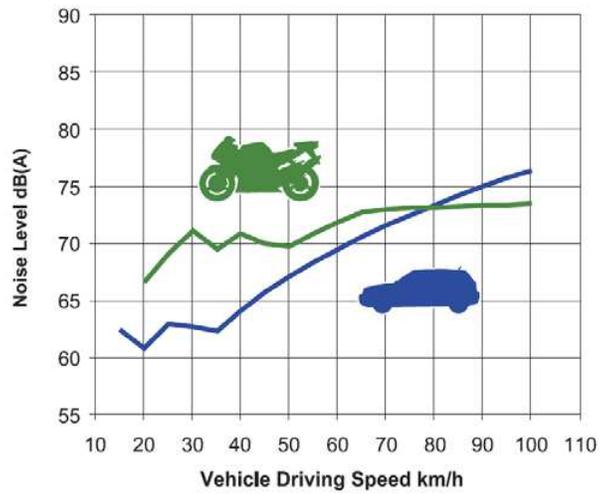
**Comparison City Car - Commuter Motorcycle**



Fuente: Revistas [2]

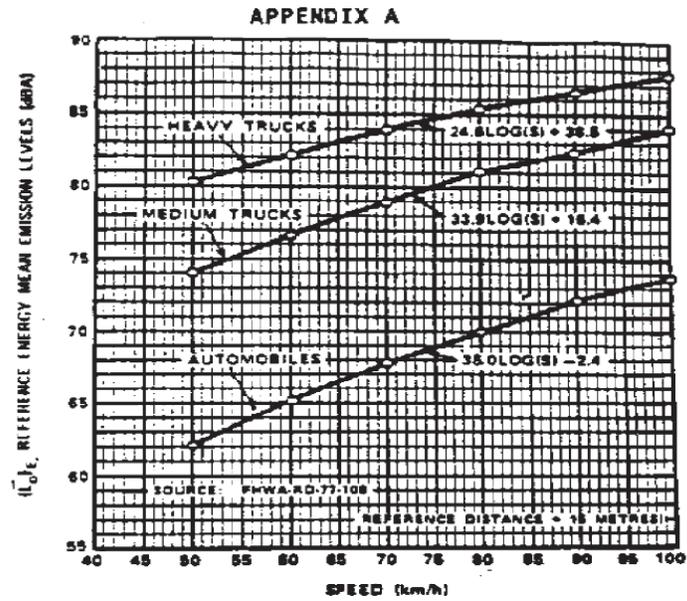
**Figura2.12.** Comparación de niveles de ruido entre motocicletas deportivas y automóviles

**Comparison Passenger Car - Sports Motorcycle**



Fuente: Revistas [2]

Figura 2.13. Comparación de niveles de ruido entre autos y camiones

**LEGEND:**

1. AUTOMOBILES: ALL VEHICLES WITH TWO AXLES AND FOUR WHEELS.
2. MEDIUM TRUCKS: ALL VEHICLES WITH TWO AXLES AND SIX WHEELS.
3. HEAVY TRUCKS: ALL VEHICLES WITH THREE OR MORE AXLES.

Fuente: Revistas [3]

### 3.Situación Actual del Sector

*Figura 3.1. Fotografía del Sector*



Fuente: Google Earth 8.0

#### 3.1. Ruido

El sector escogido para este proyecto permitió hacer una comparación entre resultados obtenidos por la estación fija de medición, la cual se encuentra monitoreando el ruido de forma continua y los resultados que entregue el software de modelamiento acústico.

En este lugar existen varios factores que contribuyen al ruido ambiental. Principalmente se tiene por un lado el ruido de tráfico, generado por distintos tipos de vehículos (motos, livianos y pesados) que circulan por la Av. Rio Coca en dirección Este-Oeste (donde existe mayor problema de congestionamiento) así como de Oeste-Este.

Otro aporte importante al ruido del sector es ocasionado por el sector comercial, y específicamente las personas dedicadas al “*car audio*”.

Cabe identificar además la influencia del ruido generado por las aeronaves debido a la proximidad del sector al aeropuerto.

### 3.2. Mediciones de la Estación de la Avenida Río Coca

*Figura 3.2. Fotografía de la estación de medición ubicada en la Secretaría de Ambiente*



Fuente: Secretaría de Ambiente

Los datos obtenidos por la estación fija de monitoreo de ruido “Jipijapa” ubicada en la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, son los siguientes:

*Tabla 3.1. Niveles de ruido medidos por la estación fija de medición*

FECHA	DIA	LEQ 24H	Leq MAX	Leq MIN	LD	LN	L10 1H	L10 18H
10/05/2011	<b>MARTES</b>	64,5	68,3	56,9	65,7	61,4	69,0	68,1
11/05/2011	<b>MIERCOLES</b>	62,3	65,6	55,7	63,6	59	66,3	65,1
12/05/2011	<b>JUEVES</b>	62,4	66,1	55,4	63,7	58,8	66,6	65,2
13/05/2011	<b>VIERNES</b>	67,8	70,7	64,8	67,4	68,4	74,3	71,6
14/05/2011	<b>SABADO</b>	62,1	65,8	58,4	62,7	60,9	66,5	64,7
15/05/2011	<b>DOMINGO</b>	68,6	81,5	55,7	70,5	59,4	68,8	64,0
16/05/2011	<b>LUNES</b>	61,8	65	52,8	63	58,2	66,8	65,1

Fuente: Secretaría de Ambiente

Los datos citados en la tabla anterior fueron de vital importancia, porque ayudaron a realizar las comparaciones entre los distintos resultados obtenidos para cada normativa según el software SoundPLAN 6.3.

### **3.3. Modelamiento por el software SoundPLAN 6.3**

Para el desarrollo del presente proyecto se tuvo que tomar varias consideraciones y variables al momento de realizar el modelamiento en el software, en la cual se constituyó lo más relevante la normativa, que se utilizó para la evaluación de los resultados, incluyéndose distintas variables que se van a mencionar según el desarrollo realizado en este estudio.

Se llevó a cabo una salida de campo para monitorear el comportamiento del tráfico y la arquitectura del sector con sus respectivas medidas, para así tener una mejor aproximación en las mediciones que realizará el software.

Para este proyecto sobre contaminación acústica ocasionada por fuentes móviles se siguió las debidas indicaciones como:

- Identificación del sector a tratar en el estudio.
- Identificación de pros y contras del sector a modelar.
- Determinación de los receptores destinado a evaluar el ruido.
- Adquisición de datos de tráfico y arquitectura del sector (curvas de nivel, predios, vías, número de vehículos, velocidad de circulación, entre otros).
- Generación del modelo base para los cálculos según lo indique cada normativa a evaluar.
- Adquisición de mediciones realizadas por la estación de medición ubicada en la Secretaría de Ambiente.
- Análisis y comparación de resultados.

Para realizar el modelo en SoundPLAN 6.3 se tomó las siguientes consideraciones importantes:

### **3.3.1. Selección del lugar**

Para escoger un sector en un proyecto depende de las propiedades que la persona encargada del diseño presente, las cuales ya se mencionaron anteriormente.

### **3.3.2. Selección de normativas**

Para desarrollar este estudio se hizo un análisis comparativo de todas las normativas existentes en esta versión del software, de las cuales se extrajo sólo aquellas que entregan los mismos índices de evaluación de ruido (Leq24H, LeqMAX, LeqMIN, LN, LD, L10) en sus resultados, como lo hace la estación de medición.

Posteriormente con los resultados obtenidos se pudo realizar la comparación y se determinó qué normativa se ajusta más a la realidad del Distrito Metropolitano de Quito en el problema de contaminación ambiental, específicamente en ruido de tráfico.

A continuación se presenta una tabla con el resumen de las normativas y sus respectivas características:

Tabla 3.2. Tabla de características de cada normativa utilizadas en SoundPLAN 6.3

	NORMATIVAS - SOFTWARE SOUNDPLAN 6.3											
	CorTN	Schweiz EMPA	RVS 3.02	RLS90	Statens Planverk	NORDIC 1996	NORD 2000	ASJ 1998	ASJ 2003	NMPB 96	ENEA	FHWA 1978
<b>PARÁMETROS ACÚSTICOS</b>												
LD	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
LN	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Leq24H	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
L10*	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LDEN	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
LW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
<b>PARÁMETROS DE VEHÍCULOS</b>												
<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>												
IMPORTACIÓN DE LIBRERIAS	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VEHÍCULOS/DIA (ADT)	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
VEHÍCULOS/HORA	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
<b>TIPOS</b>												
TIPO DE VEHÍCULOS	1	1	1Y2	1	1	1	3	1Y3	1Y3	1	0	2
<b>VELOCIDAD</b>												
PROMEDIO AL DIA	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓
PERMITIDA	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
REAL	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
POR HORARIO DE EVALUACIÓN	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
POR TIPO DE VEHICULO	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-
<b>PARÁMETROS DE VÍAS</b>												
TIPO DE SUPERFICIE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CORRECCION POR SUPERFICIE	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓
CORRECCION POR VELOCIDAD	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓
REFLEXIONES	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ESTADO DE LA VIA	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-
SELECCIÓN DE TIPO DE PUENTES	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
GRADIENTE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>PARÁMETROS DE TRÁFICO</b>												
TIPO DE FLUJO	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
APOYO EN OTRAS NORMATIVAS										ISO 11819-1 RLS90		RLS90
OBSERVACIONES			No hay libertad para ingresar datos								Demasiado básico	

Fuente: Autor

LEYENDA	
✓	SI EXISTE
-	NO EXISTE
NORMATIVAS EVALUADAS EN EL PROYECTO	
*	1 HORA Y 18 HORAS
1	AUTOS Y CAMIONES
2	AUTOS, CAMIONES MEDIOS Y PESADOS
3	AUTOS, CAMIONES LIVIANOS, MEDIOS Y PESADOS

A continuación se definen algunos términos que se indican en la tabla anterior.

- **Tipo de flujo.-** Este término se aplica para aquellas normativas en donde se puede ingresar si el flujo vehicular es acelerado, decelerado, constante o fluido.
- **Promedio al día.-** Este parámetro se usa en algunas normativas que permiten ingresar un solo valor de velocidad en todo el día, así también existen ciertas normativas en donde se ingresa un único valor para todos los tipos de vehículos.
- **Por horario de evaluación.-** Se tomó en cuenta este parámetro ya que en ciertas normativas existen distintos horarios de evaluación al día, y asimismo para cada horario permiten ingresar una velocidad por tipo de vehículo.

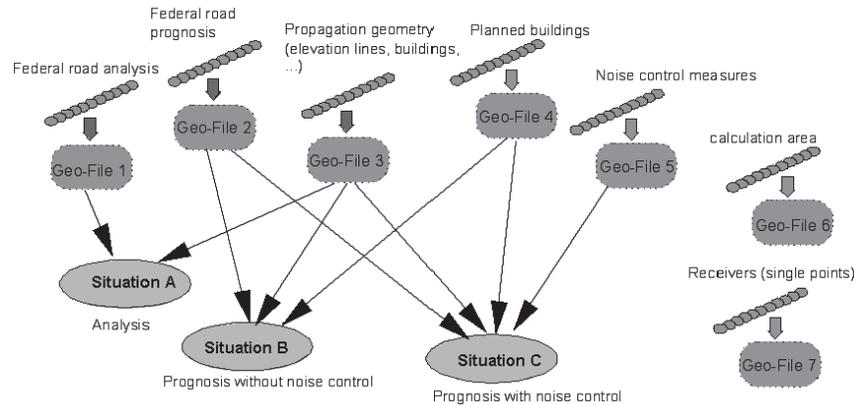
### 3.3.3. Adquisición de Datos

Para el desarrollo del modelo, se tomaron algunas consideraciones importantes como la creación del “*Geofile*” y las distintas situaciones que se van a formar.

Geofile es un conjunto de elementos del mismo tipo dentro de una situación como por ejemplo: edificaciones, vías, receptores, barreras acústicas, etc. Los cuales se combinan creando situaciones de evaluación y por tanto un modelo de un sector.

Con la siguiente imagen se puede explicar cómo funcionan los “*Geofiles*” y situaciones en el software de modelamiento acústico SoundPLAN.

**Figura 3.3. Descripción de los Geofiles y Situaciones**



Fuente: Revistas [4]

Para levantar los “Geofiles” y generar el modelo se necesitó de información geográfica y de tráfico, la misma que se describe a continuación.

#### ✓ **Curvas de nivel de la ciudad de Quito**

Para el desarrollo del estudio se logró conseguir los archivos de curvas de nivel de la ciudad de Quito en formato “SHAPE” cada 5 metros, para de esta manera crear el modelo digital del terreno del sector de evaluación.

#### ✓ **Predios de la ciudad de Quito**

La adquisición de estos datos en formato “SHAPE” fue otro factor muy importante, ya que es una gran ayuda para la ubicación del sector, así como al momento de la elaboración de las edificaciones en 3D.

De esta manera se conoció el lugar exacto de cada objeto (edificios, receptores) a modelar y evaluar.

#### ✓ **Vías de la ciudad de Quito**

Al igual que los anteriores, se consiguió este archivo en formato “SHAPE”, donde se encontraban todas las vías de la ciudad, considerándose también una ayuda para el ingreso de vías y sus respectivas propiedades al momento de modelar.

✓ **Edificios del sector**

Con la ayuda del software Google Earth y gracias a la previa salida de campo, donde se tomó distintas medidas, se realizó el modelamiento de cada una de las edificaciones que se encontraban en el sector evaluado.

✓ **Barreras de edificaciones del sector**

Este parámetro se refiere especialmente a los cerramientos de cada edificación, donde previamente se tomó medidas de altura de cada una, para su posterior ingreso de datos en el modelo.

Es importante tomar en cuenta este parámetro porque según el material que tenga en cada edificación puede ayudar a atenuar el ruido y convertirse en una barrera acústica.

✓ **Receptores**

En el proyecto se ubicó muchos receptores, los mismos que se encontraban ubicados en las fachadas (a cierta distancia y altura), terrazas o internamente en cada edificación.

Como el estudio se centró especialmente en la Secretaría de Ambiente, de manera específica en el lugar donde se encuentra la estación de medición, para el desarrollo y comprobación de la precisión del software se analizó solamente los datos entregados por la estación.

✓ **Vías**

Para el ingreso de las propiedades de las vías del sector, se tomó varias consideraciones como:

- **Ancho de la vía.-** En la salida de campo se realizó la medición y también por medio del software Google Earth para verificar la exactitud.
- **Largo de la vía.-** Este parámetro se tomó a través del software Google Earth y el archivo adquirido de vías de la ciudad de Quito.

- **Dirección de la vía.-** Para el caso de la Avenida Rio Coca se ingresó dos vías, una en dirección Este-Oeste y la otra en dirección Oeste-Este.
- **Número de carriles.-** En ciertas normativas permiten ingresar uno o dos carriles por cada vía, por ejemplo en este estudio se utilizó para la normativa RLS90, ya que para otras normativas no permiten realizar el cálculo y hay que necesariamente corregir el error.
- **Tipo de superficie.-** En este proyecto se utilizó como superficie de cada vía un asfalto suave y permeable, lo cual si se cambia este parámetro, puede subir o bajar el valor de emisión de la fuente en este caso la vía.
- **Gradiente de la vía.-** Este parámetro fue muy importante considerar ya que se tomó como valor automático según el modelo digital de terreno generado a partir de las curvas de nivel.
- **Semáforos.-** Para el estudio de este sector, se encontró con un semáforo en una intersección entre la Avenida Rio Coca y la calle Isla San Cristóbal, en donde existe una gran congestión especialmente en el horario diurno (06 - 22 Horas), haciéndose notorio este gran problema en la obtención de mapas de ruido, ya que ciertas normativas evalúan este parámetro y simulan el congestionamiento que se puede suscitar según el horario que determinemos.
- **Datos de tráfico en la vía.-** Para la obtención y análisis de tráfico, se pudo conseguir datos casi precisos, los cuales se va a describir a continuación qué consideraciones importantes se tomaron.

#### ✓ Tráfico

Este parámetro es muy importante dentro de características de las vías, pero resulta necesario tratarlo como un título aparte, ya que de los datos que se ingrese, dependerá mucho el resultado total de emisión y propagación del ruido en el ambiente.

Para el conteo de vehículos se adquirió datos de la EPMMOP (Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas), los mismos que fueron tomados en el mismo tiempo de evaluación del proyecto durante una semana.

Los datos adquiridos a través de la EPMMOP por medio del Ing. Vladimir Aguirre, fueron gracias a unos contadores automáticos de vehículos, los mismos que se encuentran evaluando constantemente en distintos lugares de la ciudad para analizar la problemática de tráfico de la ciudad de Quito, estos contadores constan de unas mangueras que se ubican a lo ancho de la superficie de la vía, estos funcionan en base a presión que se comunican con un cerebro, el cual se encuentra clasificando la información por tipo de vehículos y velocidad de circulación.

La imagen siguiente muestra cómo se ubican las mangueras y de la misma manera se realizó el conteo en la Av. Rio Coca:

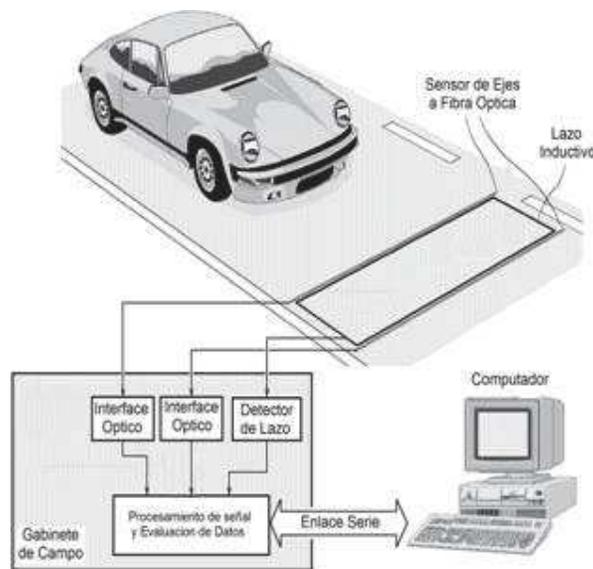
**Figura3.4.**Contadores de vehículos



Fuente: Documentos de Internet [1]

Los contadores que se utilizaron clasifican la información durante las 24 horas del día (con un error aproximado de  $\pm 5\%$ ) en cantidad, velocidad y tipo de vehículos (motos, autos, buses, camiones pesados) para cada hora del día.

**Figura 3.5.** Explicación de un contador de vehículos



Fuente: Documentos de Internet [1]

En este estudio se hizo una serie de cálculos, en dónde se clasificó los vehículos de acuerdo a como sugería la normativa (Ver tabla 3.2).

Los valores de conteo de motocicletas se incluyen en los datos de camiones.

Para la selección de datos se realizó la siguiente clasificación:

- **Conteo en los días martes (10 de mayo/2011) y lunes (16 de mayo/2011).**- En estos días se realizó una interpolación ya que no se contó con los datos completos para las 24 horas.
- **Moda, mediana y promedio de todos los datos.**- Se procedió a realizar estos cálculos para comparar en cuánto podían variar entre uno y otro, para los distintos horarios que exige cada normativa utilizada. Para el modelo se decidió tomar el valor calculado de la media de todos los datos existentes, que comparado con los otros dos valores variaban

aproximadamente en un  $\pm 5\%$  tanto para vehículos ligeros como pesados.

- **Conteo para calles adyacentes.-** En las calles Isla San Cristóbal, Isla Genovesa, Isla Fernandina, Isla Santa Fe e Isla Seymour se realizó un conteo de vehículos manualmente durante una hora para cada calle que puede o no contribuir, o si es el caso disminuir en el número total de vehículos de la Avenida Rio Coca.

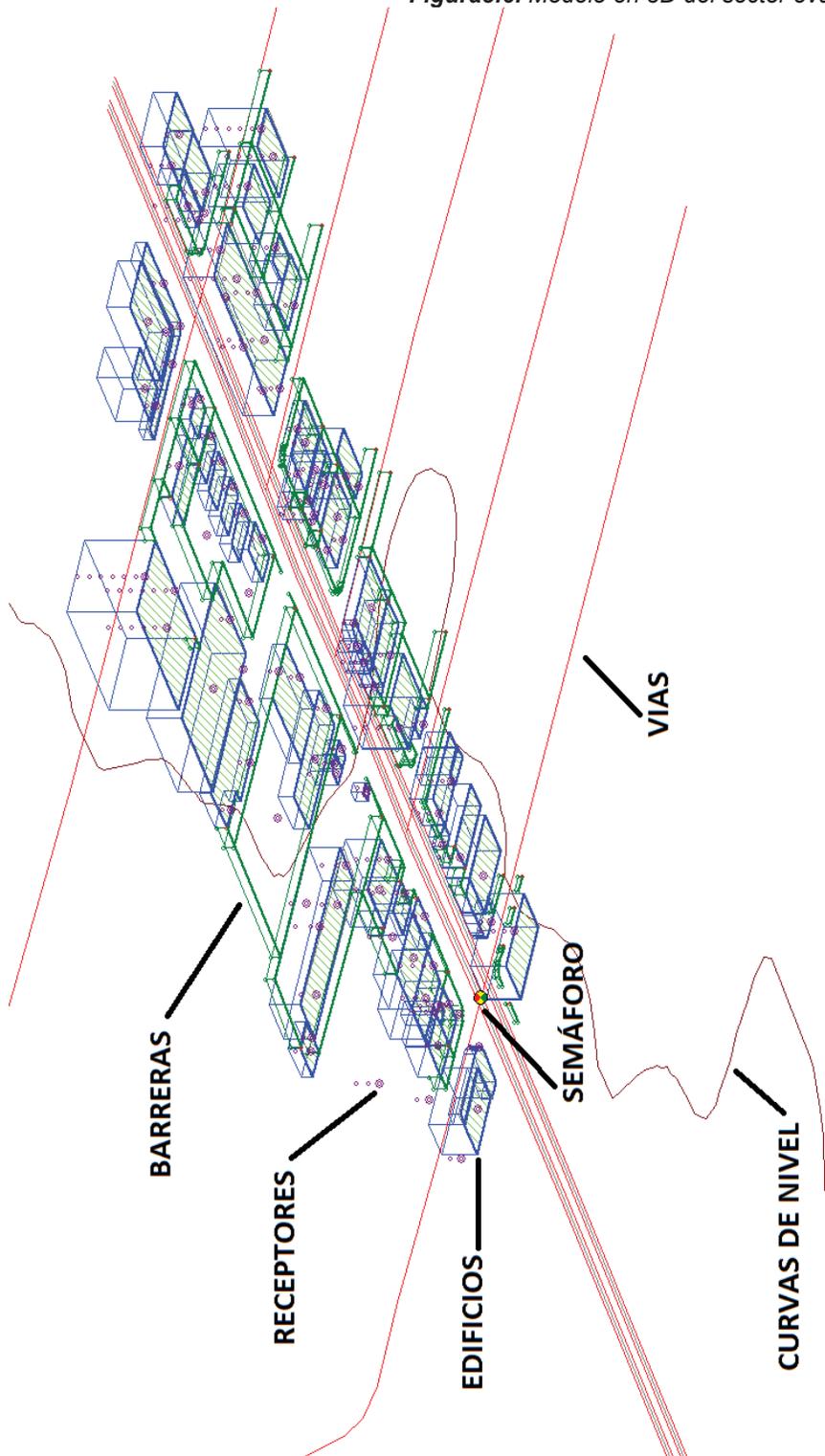
Para cada calle se realizó el conteo en un horario diurno (dentro de 6 a 22 horas del día), no se realizó en un horario nocturno (desde las 22 hasta las 6 horas) debido a muchos factores, como el horario mismo en donde pueden existir problemas y riesgos en las personas, por ser muy tarde y puede incidir de alguna manera la delincuencia.

Se determinó interpolar los demás días de acuerdo a los datos que se obtuvo en una hora de conteo para cada calle, los cuales primero se interpoló al horario según la normativa de evaluación de los valores totales promediados de vehículos de la Avenida Rio Coca en una hora, y de acuerdo al porcentaje que representa en esos valores.

- **Horario nocturno.-** Se realizó una interpolación de cada calle con la Avenida Rio Coca, las mismas que pueden contribuir al valor total en este periodo de tiempo según los datos obtenidos promediados en cada hora de este horario y entre los distintos días de la semana.

El resultado del modelamiento del sector escogido en vista 3D es la siguiente:

Figura 3.6. Modelo en 3D del sector evaluado



Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

### **3.4. Resultados obtenidos de mediciones por el software**

Las bondades que presenta el software son varias, dentro de las cuales es la presentación de resultados según los cálculos realizados.

En el presente trabajo se realizó los cálculos de un único punto en cada receptor y el mapa de ruido general de todo el sector, dando resultados de la siguiente manera:

#### **3.4.1. Tablas de resultados de SoundPLAN**

En este proyecto se seleccionó los resultados de los receptores de un único punto, en donde específicamente se determinó el receptor destinado a comparar con la estación de medición, obteniendo los siguientes resultados de acuerdo a las distintas normativas utilizadas en la evaluación.

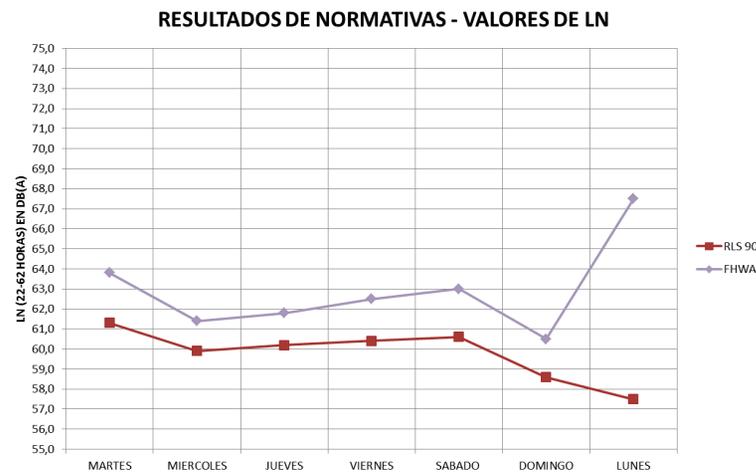
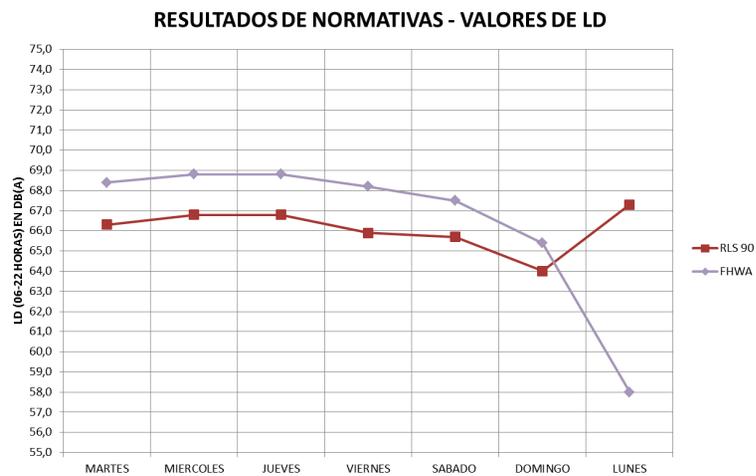
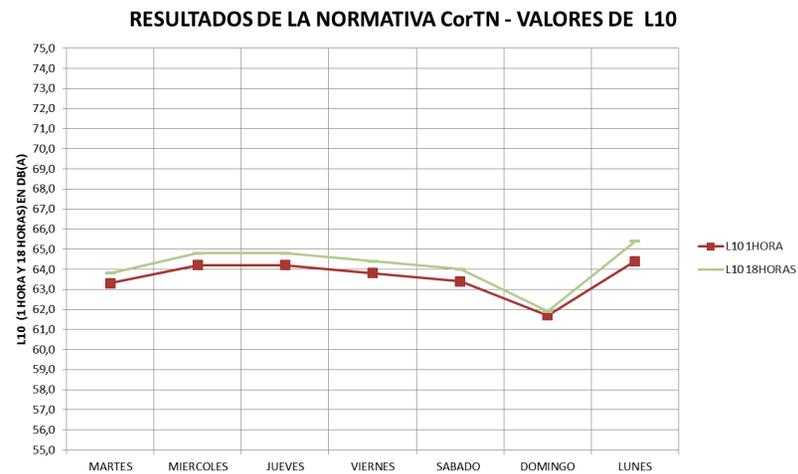
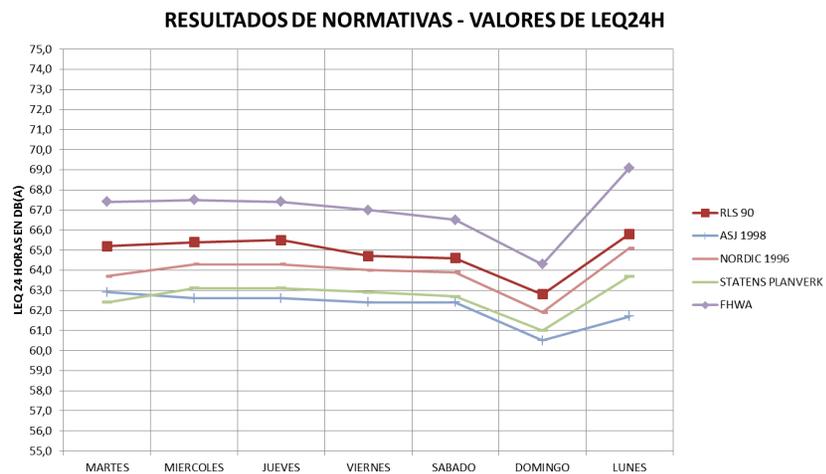
Como se puede observar en la tabla y gráficos siguientes, los datos obtenidos de toda una semana completa.

Tabla 3.3. Resultados obtenidos a través del software SoundPLAN

		RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN LAS NORMATIVAS															
		IEQ 24H						LD			LN			L10 1H		L10 18H	
FECHA	DIA	RLS90	ASJ	NORDIC	STATENS	FHWA	RLS90	FHWA	RLS90	FHWA	RLS90	FHWA	RLS90	FHWA	CORTN	FHWA	CORTN
10/05/2011	MARTES	65,2	62,9	63,7	62,4	67,4	66,3	68,4	61,3	63,8	63,3	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8
11/05/2011	MIÉRCOLES	65,4	62,6	64,3	63,1	67,5	66,8	68,8	59,9	61,4	64,2	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8
12/05/2011	JUEVES	65,5	62,6	64,3	63,1	67,4	66,8	68,8	60,2	61,8	64,2	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8
13/05/2011	VIERNES	64,7	62,4	64	62,9	67	65,9	68,2	60,4	62,5	63,8	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4
14/05/2011	SABADO	64,6	62,4	63,9	62,7	66,5	65,7	67,5	60,6	63	63,4	64	64	64	64	64	64
15/05/2011	DOMINGO	62,8	60,5	61,9	61	64,3	64	65,4	58,6	60,5	61,7	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9
16/05/2011	LUNES	65,8	61,7	65,1	63,7	69,1	67,3	58	57,5	67,5	64,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura3.7. Resultados obtenidos por el software SoundPLAN



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

### 3.4.2. Gráficos de mapas de ruido

Para la creación de mapas de ruido, se realizó en primer lugar los “*templates*” en donde se considera la leyenda respectiva, la escala (1:1350 para este caso) y los colores correspondientes de acuerdo a los niveles de ruido.

Una vez conseguido los “*templates*” para todos los mapas de ruido, se procedió a cargar los datos según los cálculos y los índices de evaluación de cada normativa escogida,

Debido a la gran cantidad de mapas generados en el proyecto (120 en total) se presenta en los resultados con sus respectivo análisis, solo los mapas de las normativas que más se ajustan a la realidad de Quito.

## **4.Resultados**

### **4.1. Análisis de Resultados**

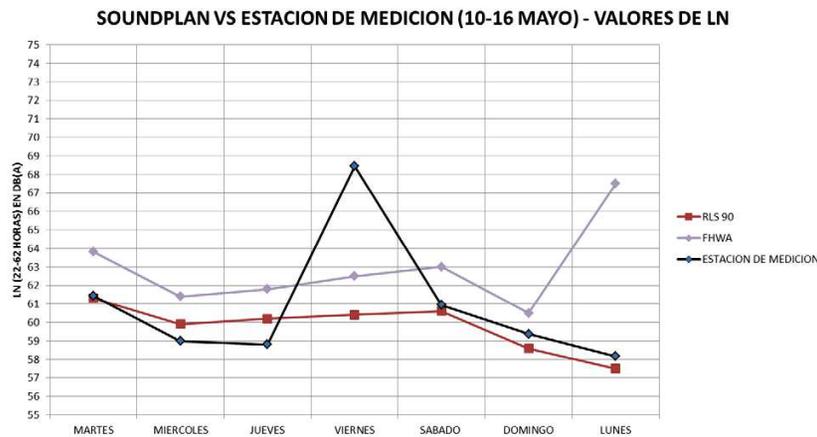
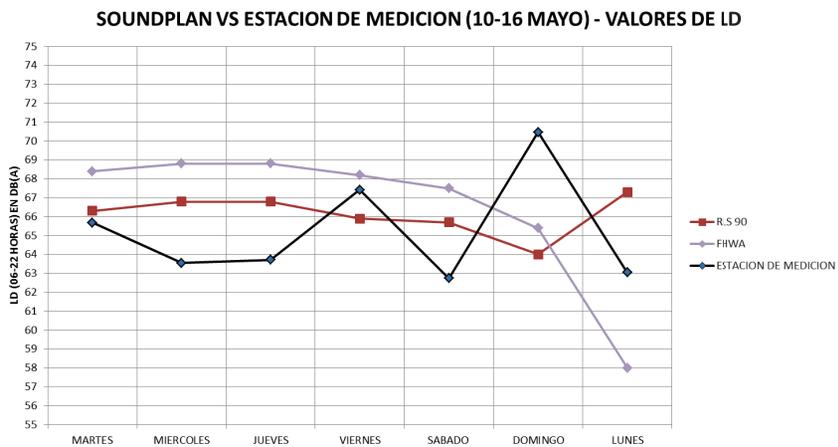
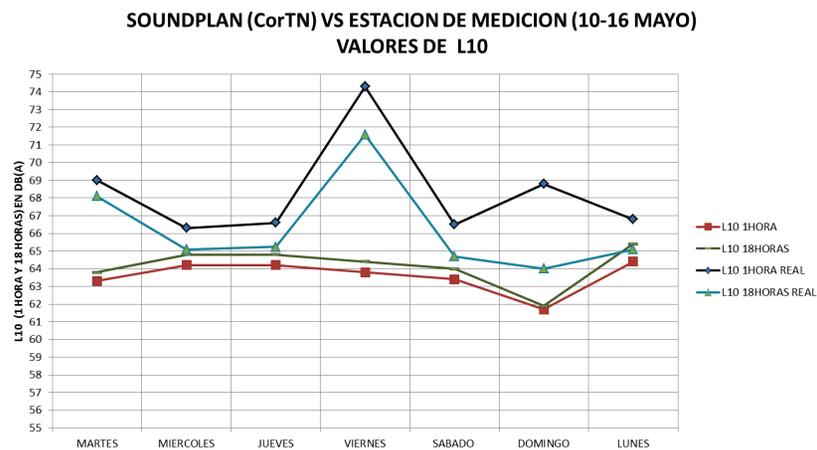
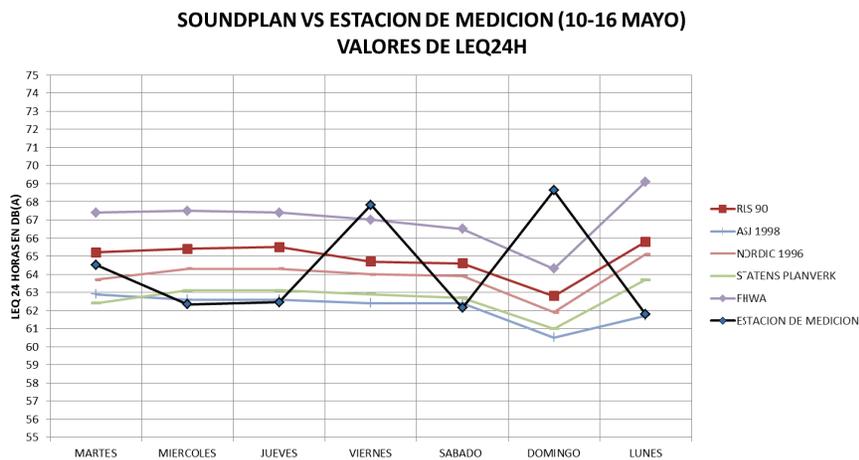
A continuación se presenta los resultados obtenidos en el software de modelamiento SoundPLAN respecto a las mediciones reales realizadas por la estación de medición, en los distintos índices de ruido que determinan las normativas para la evaluación.

**Tabla 4.1.** Resultados obtenidos a través del software SoundPLAN y estación de medición

		RESULTADOS DE SOUNDPLAN VS ESTACION DE MEDICION (SEMANA DE EVALUACION)															
		LEQ 24H						LD			LN			L10 1H		L10 18H	
FECHA	DIA	RLS90	ASJ	NORDIC	STATENS	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS
10/05/2011	MARTES	65,2	62,9	63,7	62,4	67,4	64,5	66,3	68,4	65,7	61,3	63,8	61,4	63,3	69,0	63,8	68,1
11/05/2011	MIERCOLES	65,4	62,6	64,3	63,1	67,5	62,3	66,8	68,8	63,6	59,9	61,4	59,0	64,2	66,3	64,8	65,1
12/05/2011	JUEVES	65,5	62,6	64,3	63,1	67,4	62,4	66,8	68,8	63,7	60,2	61,8	58,8	64,2	66,6	64,8	65,2
13/05/2011	VIERNES	64,7	62,4	64,0	62,9	67,0	67,8	65,9	68,2	67,4	60,4	62,5	68,4	63,8	74,3	64,4	71,6
14/05/2011	SABADO	64,6	62,4	63,9	62,7	66,5	62,1	65,7	67,5	62,7	60,6	63,0	60,9	63,4	66,5	64,0	64,7
15/05/2011	DOMINGO	62,8	60,5	61,9	61,0	64,3	68,6	64,0	65,4	70,5	58,6	60,5	59,4	61,7	68,8	61,9	64,0
16/05/2011	LUNES	65,8	61,7	65,1	63,7	69,1	61,8	67,3	58,0	63,0	57,5	67,5	58,2	64,4	66,8	65,4	65,1

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura 4.1. Resultados obtenidos por el software SoundPLAN y estación de medición



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Como se puede observar en los resultados, las variaciones que se dan entre los niveles de ruido, son muy cercanas dando un promedio muy pequeño entre las distintas normativas, así por ejemplo:

**Tabla 4.2.** Diferencias entre normativas y estación de medición

PROMEDIO EN dB(A)										
RLS 90			CORTN		ASJ 1998	NORDIC 1996	STATENS PLANVERK	FHWA		
LEQ24H	LD	LN	L10 1HORA	L10 18HORAS	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LD	LN
3,2	3,2	1,7	4,8	2,1	2,3	2,9	2,7	4,3	4,1	3,7

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Según la tabla anterior que indica el promedio de diferencias entre las normativas con la situación real de evaluación del proyecto, se puede determinar que entre los valores de Leq24H, existe mayor cercanía en la normativa japonesa ASJ1998 a las mediciones reales realizadas por la estación fija de medición.

Respecto a otros índices de ruido como LN y LD, se puede observar que entre las normativas RLS90 y FHWA existe unavariación importante respecto a la situación real, pero la más cercana es la normativa RLS90.

Para la evaluación actual como para distintos proyectos de distinta índole, se utiliza una sola normativa, con lo cual se puede considerar, hasta el momento de esté análisis la normativa RLS90 como la normativa más adaptable a la ciudad de Quito, ya que presenta otros índices de ruido como LN y LD, los cuales son muy importantes para la evaluación de proyectos, que en otras normativas estudiadas no se los menciona como es en ASJ1998, NORDIC1996 y STATENS PLANVERK.

Para una mejor evaluación de la aproximación del modelo a la realidad es conveniente realizar un estudio más exhaustivo, debido a problemas ambientales que se pudieron suscitar en la semana como: lluvia, tormentas eléctricas, etc.

Se realizó comparaciones dentro de todo el mes de mayo del 2011, así también con resultados más generales de mediciones desde el mes de enero del 2011 hasta julio del 2011 (fecha de presentación del proyecto).

#### **4.2. Comparaciones del modelo con mediciones de todo el mes de mayo del 2011 de la estación de medición.**

Para el desarrollo de este proyecto, se propuso realizar un mejor análisis gracias a las mediciones que proporciona la estación de medición desde meses atrás, pero primero se realizó con respecto al mes de evaluación en que se centró el proyecto (Mayo del 2011).

Para describir una trayectoria de la manera en que se comporta el nivel de ruido dentro de todo el mes, es necesario tomar todos los Leq24H, LD y LN medidos y así determinar un único valor para poder realizar el proceso de comparación.

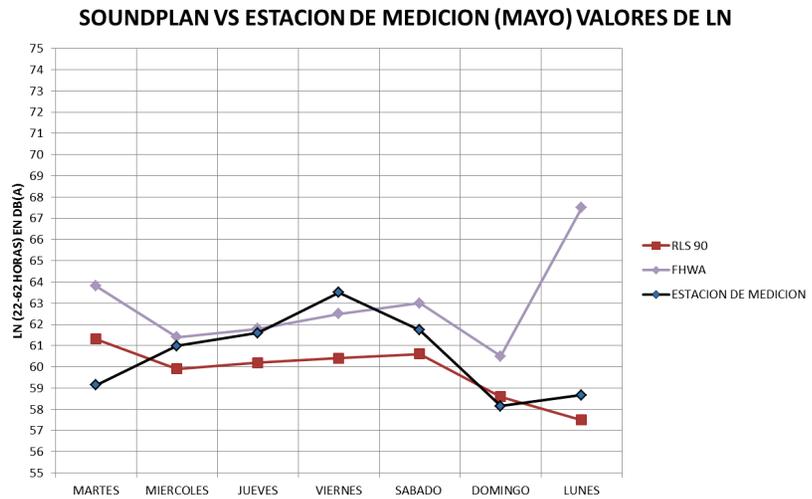
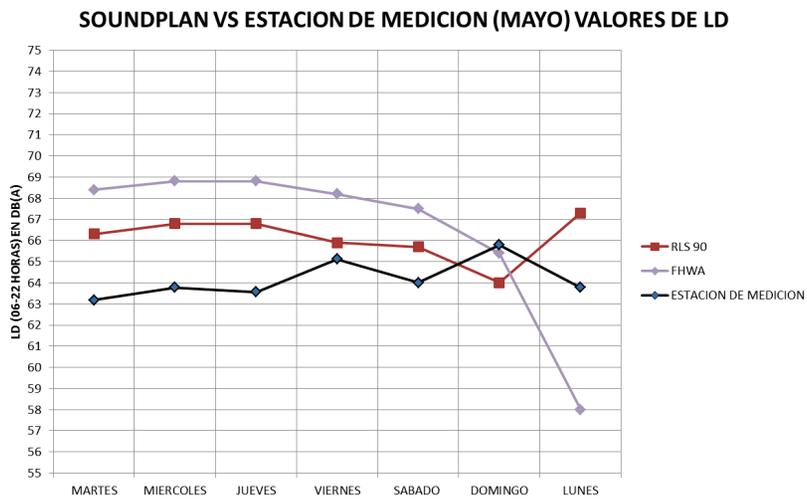
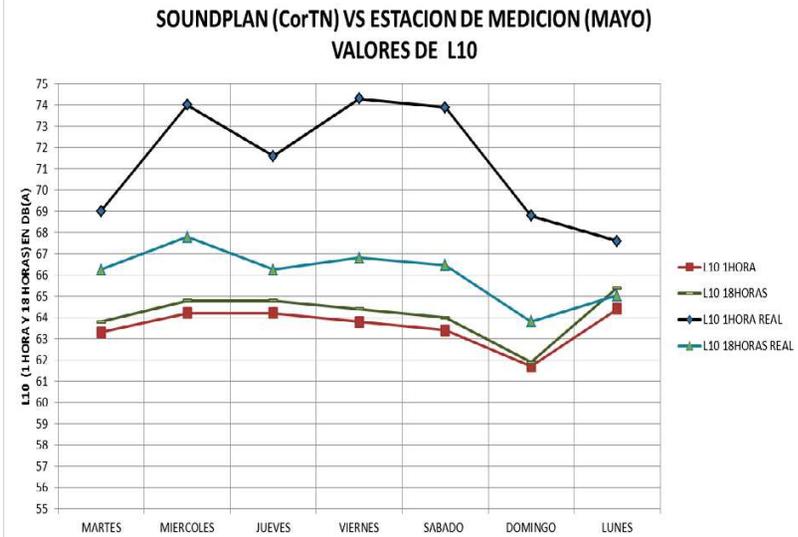
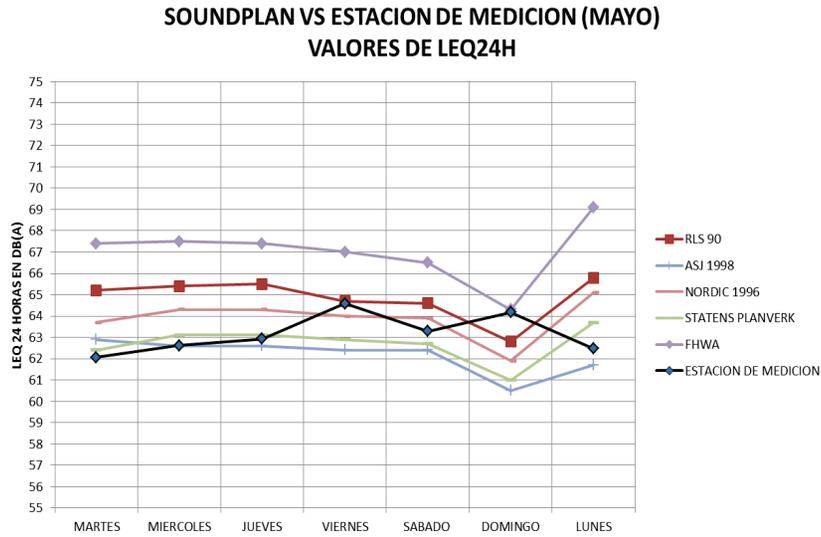
De la comparación se obtuvo los siguientes resultados y gráficos:

*Tabla 4.3. Resultados obtenidos a través del software SoundPLAN y estación de medición de todo el mes de mayo del 2011.*

		RESULTADOS DE SOUNDPLAN VS ESTACION DE MEDICION (MAYO)															
		LEQ 24H						LD			LN			L10 1H		L10 18H	
FECHA	DIA	RLS90	ASJ	NORDIC	STATENS	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS
10/05/2011	MARTES	65,2	62,9	63,7	62,4	67,4	<b>62,1</b>	66,3	68,4	<b>63,2</b>	61,3	63,8	<b>59,1</b>	63,3	<b>69,0</b>	63,8	<b>66,3</b>
11/05/2011	MIERCOLES	65,4	62,6	64,3	63,1	67,5	<b>62,6</b>	66,8	68,8	<b>63,8</b>	59,9	61,4	<b>61,0</b>	64,2	<b>74,0</b>	64,8	<b>67,8</b>
12/05/2011	JUEVES	65,5	62,6	64,3	63,1	67,4	<b>62,9</b>	66,8	68,8	<b>63,6</b>	60,2	61,8	<b>61,6</b>	64,2	<b>71,6</b>	64,8	<b>66,2</b>
13/05/2011	VIERNES	64,7	62,4	64,0	62,9	67,0	<b>64,6</b>	65,9	68,2	<b>65,1</b>	60,4	62,5	<b>63,5</b>	63,8	<b>74,3</b>	64,4	<b>66,8</b>
14/05/2011	SABADO	64,6	62,4	63,9	62,7	66,5	<b>63,3</b>	65,7	67,5	<b>64,0</b>	60,6	63,0	<b>61,7</b>	63,4	<b>73,9</b>	64,0	<b>66,5</b>
15/05/2011	DOMINGO	62,8	60,5	61,9	61,0	64,3	<b>64,2</b>	64,0	65,4	<b>65,8</b>	58,6	60,5	<b>58,1</b>	61,7	<b>68,8</b>	61,9	<b>63,8</b>
16/05/2011	LUNES	65,8	61,7	65,1	63,7	69,1	<b>62,5</b>	67,3	58,0	<b>63,8</b>	57,5	67,5	<b>58,7</b>	64,4	<b>67,6</b>	65,4	<b>65,0</b>

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura4.2. Resultados obtenidos por el software SoundPLAN y mediciones reales del mes de Mayo del 2011



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

De los gráficos anteriores, se puede observar que se comienza a tener una tendencia de los niveles de ruido equivalente (Leq, LD, LN) y niveles percentiles (L10) de los diferentes días de una semana en general del mes de Mayo.

Las normativas como en el caso anterior de análisis siguieron aproximándose de mejor manera a los datos reales medidos por la estación fija de medición, dando ya una percepción de cuales tienen menos diferencias con respecto a las curvas de ruido reales.

Para determinar las diferencias se elaboró una tabla, indicando los promedios en [dB(A)].

**Tabla 4.4.** Diferencias entre normativas y estación de medición del mes mayo

PROMEDIO EN dB(A)										
RLS 90			CORTN		ASJ 1998	NORDIC 1996	STATENS PLANVERK	FHWA		
LEQ24H	LD	LN	L10 1HORA	L10 18HORAS	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LD	LN
2,1	2,5	1,5	7,7	2,0	1,2	1,5	1,1	3,9	4,0	2,7

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Con la tabla anterior y los gráficos propuestos, se puede observar las tendencias, y la aproximación que se comienza a tener entre las distintas normativas, dejando relegada a la normativa FHWA y CoRTN para el estudio de este proyecto, las cuales tiene bastantes diferencias entre los niveles de ruido.

Como se pudo analizar para este caso de comparaciones, la normativa STATENS PLANVERK fue la más precisa con respecto a las otras en el cálculo de nivel de ruido equivalente de 24 horas (Leq24H), pero para el caso de la ciudad de Quito se necesita, no solo del Leq24H, sino también de los parámetros importantes como lo son el LD y LN, parámetros que entrega la normativa RLS90 y que según el promedio de diferencias en [dB(A)] el valor

entregado no se aleja de los niveles de ruido medidos dentro del mes de mayo, el mismo que es casi imperceptible para una persona común.

Hasta el momento del desarrollo de este proyecto, según las características de cada normativa se pudo aseverar que las normativas RLS90 y STATENS PLANVERK gracias a sus resultados entregados y según las tendencias de la curvas de nivel de ruido son la más adecuadas para evaluar y modelar el ruido de la ciudad de Quito.

#### **4.3. Comparaciones del modelo respecto a los demás meses desde enero hasta julio del 2011**

Al igual que en los análisis anteriores es importante mencionar la ayuda que se obtuvo al conseguir un número mayor de muestras para la realización de una mejor comparación de resultados y verificación de la aproximación del software con la situación real.

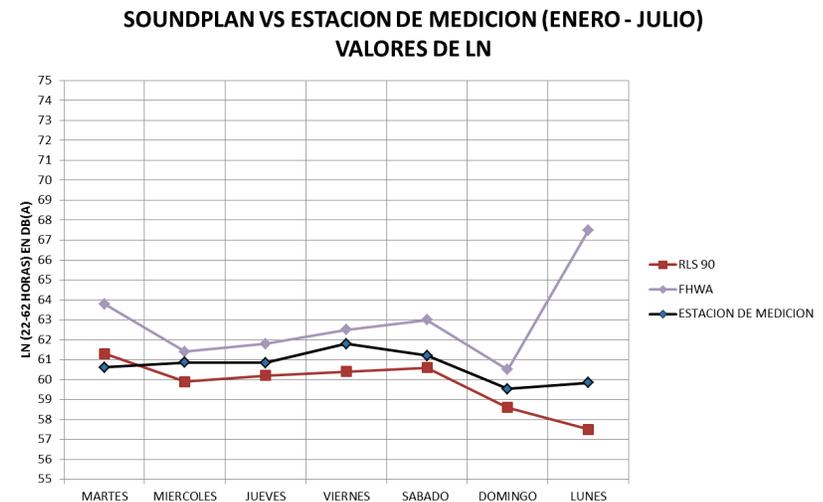
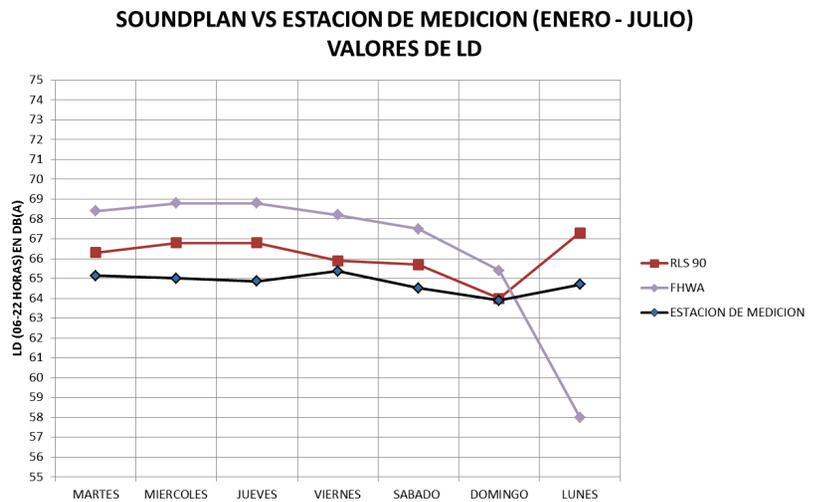
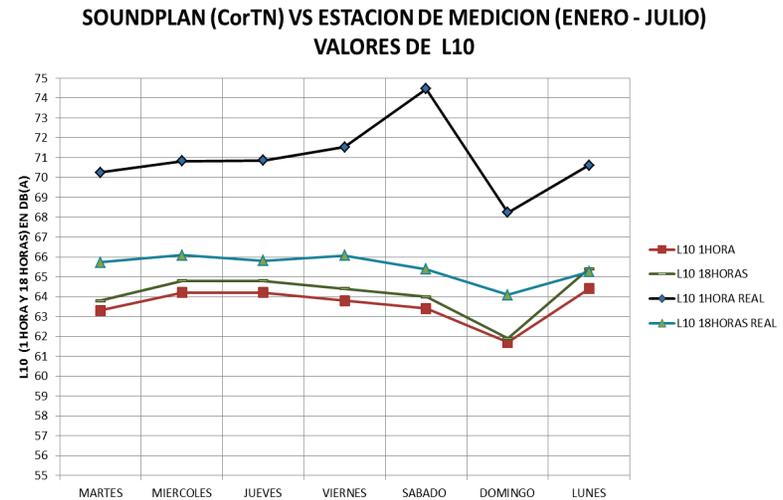
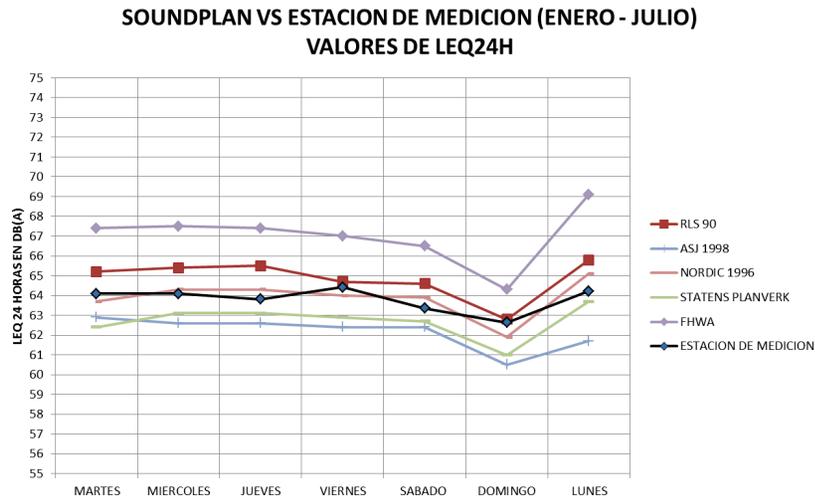
Del estudio realizado se logró los siguientes resultados:

**Tabla 4.5.** Resultados obtenidos de SoundPLAN vs estación de medición (Enero a Julio)

RESULTADOS DE SOUNDPLAN VS ESTACION DE MEDICION (ENERO - JULIO)																	
		LEQ 24H						LD			LN			L10 1H		L10 18H	
FECHA	DIA	RLS90	ASJ	NORDIC	STATENS	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	RLS90	FHWA	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS	CORTN	MEDIDOS
10/05/2011	MARTES	65,2	62,9	63,7	62,4	67,4	<b>64,1</b>	66,3	68,4	<b>65,1</b>	61,3	63,8	<b>60,6</b>	63,3	<b>70,3</b>	63,8	<b>65,7</b>
11/05/2011	MIERCOLES	65,4	62,6	64,3	63,1	67,5	<b>64,1</b>	66,8	68,8	<b>65,0</b>	59,9	61,4	<b>60,9</b>	64,2	<b>70,8</b>	64,8	<b>66,1</b>
12/05/2011	JUEVES	65,5	62,6	64,3	63,1	67,4	<b>63,8</b>	66,8	68,8	<b>64,9</b>	60,2	61,8	<b>60,8</b>	64,2	<b>70,9</b>	64,8	<b>65,8</b>
13/05/2011	VIERNES	64,7	62,4	64,0	62,9	67,0	<b>64,4</b>	65,9	68,2	<b>65,4</b>	60,4	62,5	<b>61,8</b>	63,8	<b>71,5</b>	64,4	<b>66,1</b>
14/05/2011	SABADO	64,6	62,4	63,9	62,7	66,5	<b>63,4</b>	65,7	67,5	<b>64,5</b>	60,6	63,0	<b>61,2</b>	63,4	<b>74,5</b>	64,0	<b>65,4</b>
15/05/2011	DOMINGO	62,8	60,5	61,9	61,0	64,3	<b>62,6</b>	64,0	65,4	<b>63,9</b>	58,6	60,5	<b>59,5</b>	61,7	<b>68,2</b>	61,9	<b>64,1</b>
16/05/2011	LUNES	65,8	61,7	65,1	63,7	69,1	<b>64,2</b>	67,3	58,0	<b>64,7</b>	57,5	67,5	<b>59,9</b>	64,4	<b>70,6</b>	65,4	<b>65,3</b>

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura 4.3. Resultados obtenidos por el software SoundPLAN y estación de medición de los meses desde Enero hasta Julio del 2011



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Para el análisis de estas comparaciones también se realizó una tabla de promedios de diferencias de [dB(A)] de la curva de nivel de ruido equivalente con las curvas de las normativas, como se puede observar en las imágenes anteriores se comienza a tener una tendencia y los valores de diferencias comienzan a disminuir notablemente.

La tabla de promedios en donde se muestra el modelamiento con el comportamiento del ruido respecto a los meses desde enero a julio del 2011 es la siguiente:

**Tabla 4.6.** Diferencias entre normativas y estación de medición desde enero a julio del 2011

PROMEDIO EN dB(A)										
RLS 90			CORTN		ASJ 1998	NORDIC 1996	STATENS PLANVERK	FHWA		
LEQ24H	LD	LN	L10 1HORA	L10 18HORAS	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LEQ24H	LD	LN
1,1	1,3	1,1	7,4	1,4	1,6	0,5	1,1	3,2	3,6	2,3

Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Comparando los resultados anteriores, se pudo ver claramente que la normativa propuesta anteriormente (RLS90), como una de las más apropiadas para evaluar la situación real de la ciudad de Quito, sigue comportándose de mejor manera, llegando a describir casi la misma trayectoria que las mediciones reales desde los meses anteriores.

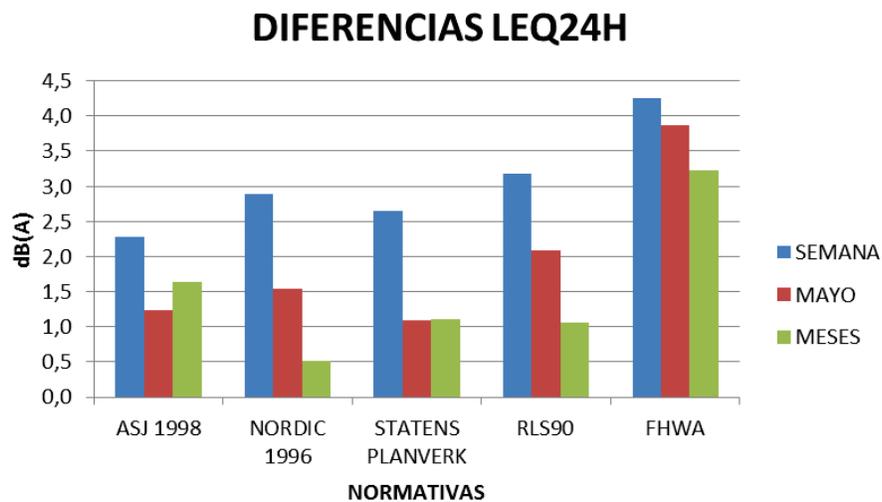
La normativa con mayor precisión fue NORDIC1996, la cual llegó a tener una diferencia de tan solo 0,5 [dB(A)], pero como ya se mencionó anteriormente para la realidad de la ciudad de Quito se necesita evaluar otros parámetros importantes como LD y LN, que ayudan a describir de mejor manera el comportamiento del ruido, estos parámetros los evalúa la normativa RLS90, la misma que tiene un alto nivel de precisión al igual que la otra normativa.

La diferencia de RLS90 en el modelamiento respecto a la realidad desde los meses anteriormente citados es de 1,1; 1,3 y 1,1 para Leq24H, LD y LN

respectivamente, los cuales son valores muy poco perceptibles para los seres humanos.

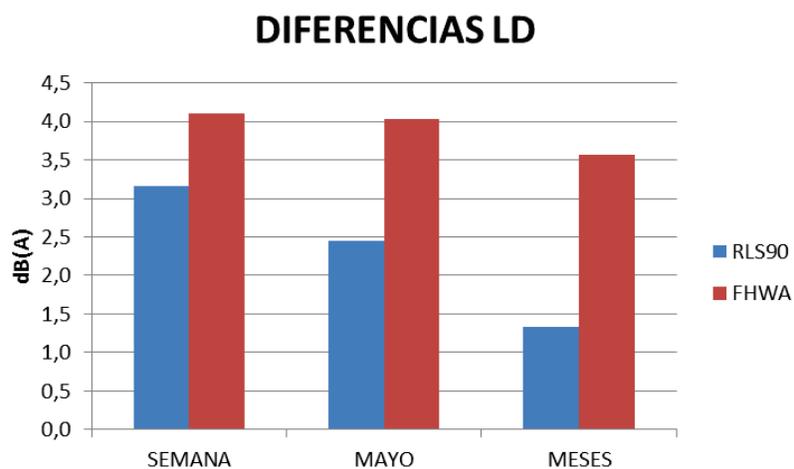
#### 4.4. Gráficos de promedios y diferencias entre el modelamiento y las mediciones reales

*Figura 4.4. Diferencias de promedios respecto a las mediciones reales LEQ24H*



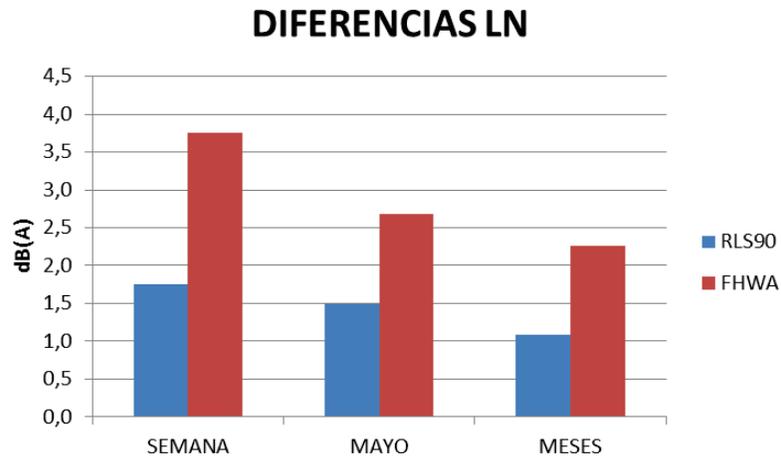
Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

*Figura 4.5. Diferencias de promedios respecto a las mediciones reales LD*



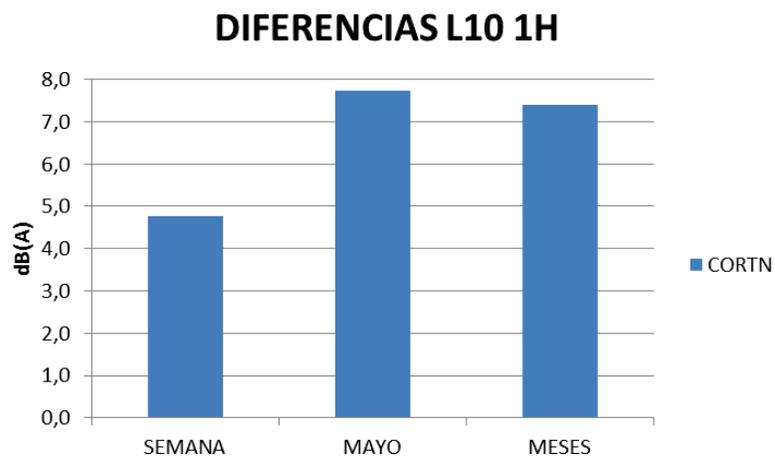
Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

**Figura 4.6.** Diferencias de promedios respecto a las mediciones reales LN



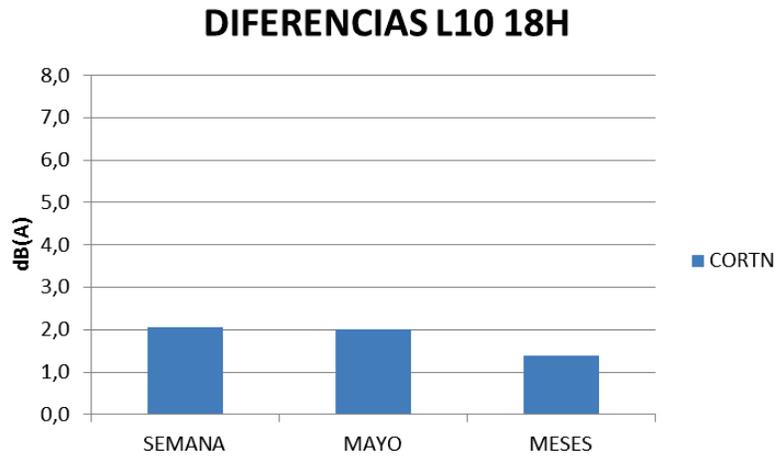
Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

**Figura 4.7.** Diferencias de promedios respecto a las mediciones reales L10 1HORA



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

**Figura 4.8.** Diferencias de promedios respecto a las mediciones reales L10 18HORAS



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

#### 4.5. Análisis de características de las normativas evaluadas en el proyecto del software SoundPLAN 6.3

Fue necesario tomar en cuenta los pros y contras que tiene cada normativa, para poder asumir cuál es la más adaptable a la realidad del ruido de tráfico de la ciudad.

A continuación se describe cada una de las normativas utilizadas para la evaluación con sus respectivas características:

Todas las normativas evaluadas consideran características importantes como: selección de tipo de superficie de vías, reflexiones por fachadas de viviendas y gradiente de vía según curvas de nivel.

- **CorTN.-** Esta normativa posee características como la entrega de resultados en valores de L10 (1 hora y 18 horas), lo cual puede ser muy poco utilizable ya que se necesita de otros parámetros como Leq24H, LD, LN y L90, aunque se realizó el análisis respecto a las mediciones reales de la estación fija Jipijapa, solo se pudo comparar el parámetro L10.

Otra característica importante a considerar es el ingreso de número de vehículos en el modelo, porque se debe realizar un promedio general para una hora de todos los automotores (autos y camiones) que pueden circular dentro de todas las 18 horas que evalúa esta normativa (6H00 – 24H00), así como la velocidad es un solo valor promedio tanto para autos como para camiones.

- **RLS90.-** En esta normativa es importante considerar los parámetros que entrega en sus resultados como Leq24H, LD y LN, los cuales son comparables con las mediciones reales. Una característica importante a considerar es el ingreso del número de vehículos, ya que se puede ingresar de manera general en todo el día así como un promedio de vehículos por hora (autos y camiones).

La normativa RLS90 considera además la velocidad por horario de evaluación (diurno y nocturno) y por tipo de vehículos (autos y camiones).

La selección de tipo de flujo vehicular es una característica importante encontrada en esta normativa.

- **StatensPlanverk.-** El único parámetro considerado en esta normativa es el Leq24H y para el ingreso de número de vehículos se lo hace por el número total que circulan en todo el día clasificados en autos y camiones.

En la velocidad de circulación vehicular debe ubicarse el valor permitido tanto para autos como para camiones según el tipo de vía (urbano, rural, autopista, etc.)

- **NORDIC 1996.-** Esta normativa entrega un único parámetro en el resultado, este es el Leq24H, para ingresar el número de vehículos se realiza ubicando el número total de automotores que circulan al día (autos y camiones).

Para ingresar la velocidad de circulación, se introduce la velocidad real según el tráfico vehicular de acuerdo a la clasificación de los automotores (autos y camiones).

La corrección por superficie es una característica muy importante que pocas normativas consideran en esta versión del software SoundPLAN.

- **ASJ 1998.**- Al igual que la normativa anterior, esta entrega un único parámetro el Leq24H, para ingresar el número de vehículos es de forma general, introduciendo un único número de automotores que circulan en una hora de acuerdo a dos tipos de clasificación (ver tabla 3.2).

Al igual que el número de vehículos, la velocidad se la ingresa de manera general para todo el día ubicando un número promedio. Esta normativa también considera el tipo de flujo vehicular.

Una característica trascendente que muy pocas normativas consideran es la corrección por estado de la vía.

- **FHWA 1978.**- Esta normativa quizás es de la más completas, ya que posee características muy importantes, entre las que se menciona a continuación:

Los parámetros que entrega en sus resultados son Leq24H, LD y LN,

Para ingresar el número de vehículos, se lo realiza por medio de un solo valor, el cual es el número total en una hora general según la clasificación por 3 tipos: autos, camiones medios y pesados.

La velocidad de circulación vehicular es también un único valor promedio en todo el día.

Lo que la hace una de las más completas normativas son sus correcciones por superficie y por velocidad de la vía, pero esta normativa tiene un poco de base en la normativa RLS90.

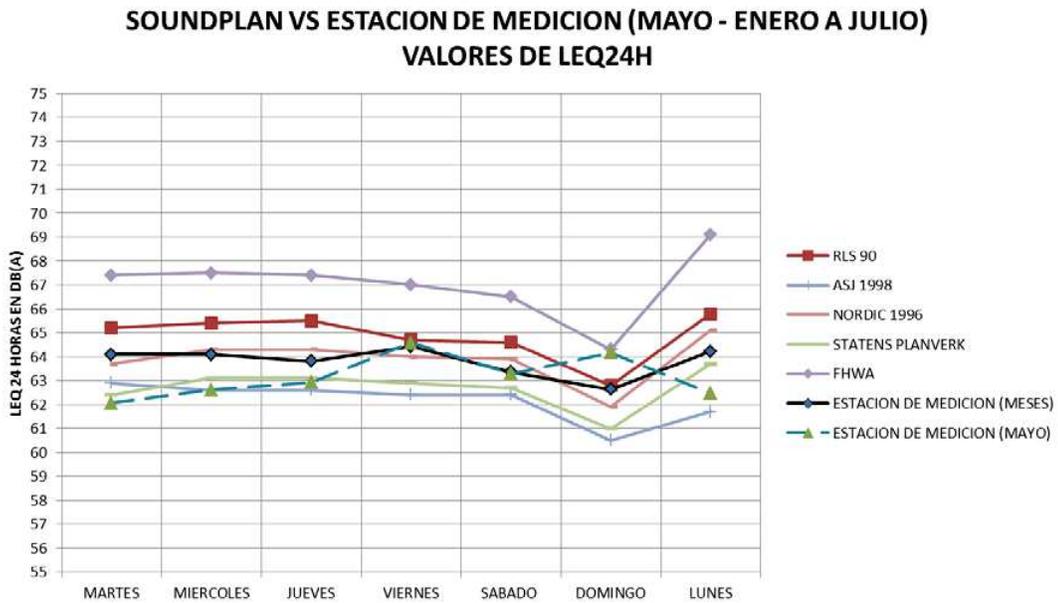
Como se pudo observar en el análisis y según la Tabla 3.2, cada una tiene importantes características, pero entre las más completas se encuentran la normativa RLS90, NORDIC 1996, ASJ 1998 y FHWA, por tener una mayor clasificación en el tipo de vehículos y velocidad de los mismos según los horarios que establece cada normativa, además añaden según cada normativa distintas correcciones que se consideran importantes evaluar.

#### **4.6. Normativa que mejor se adapta a la realidad de la ciudad de Quito**

Para decidir la normativa que se adapta de mejor manera al problema de ruido de tráfico en la ciudad de Quito, aparte de las consideraciones tomadas anteriormente en este proyecto, se estimó una comparación importante para entender la tendencia que comienzan a tener los resultados de las mediciones y así se encontró una manera más general de evaluación de los niveles de ruido.

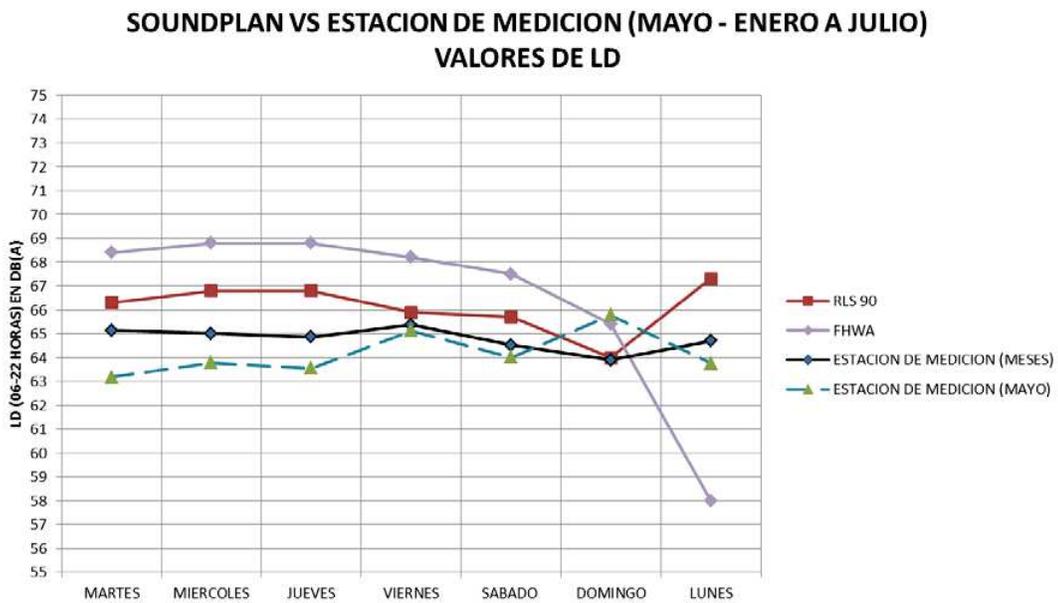
Se tomó en cuenta las tendencias entre la curva del mes de mayo del 2011 y la curva de los meses de enero hasta julio del 2011, dando como resultado los siguientes gráficos:

**Figura4.9.** Normativa que mejor se adapta a la ciudad de Quito (Leq24H)



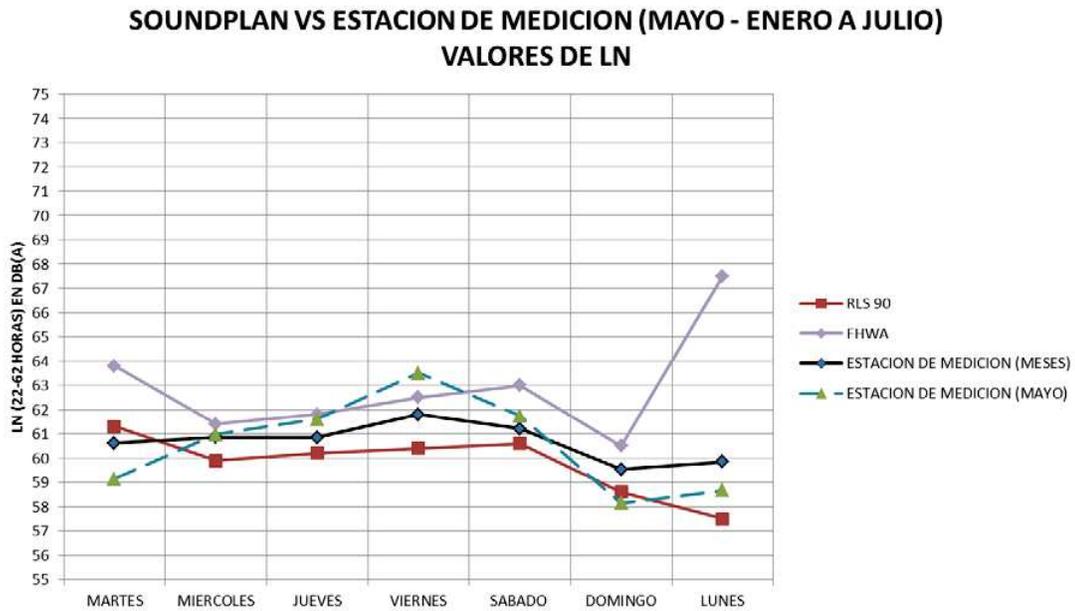
Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

**Figura4.10.** Normativa que mejor se adapta a la ciudad de Quito (LD)



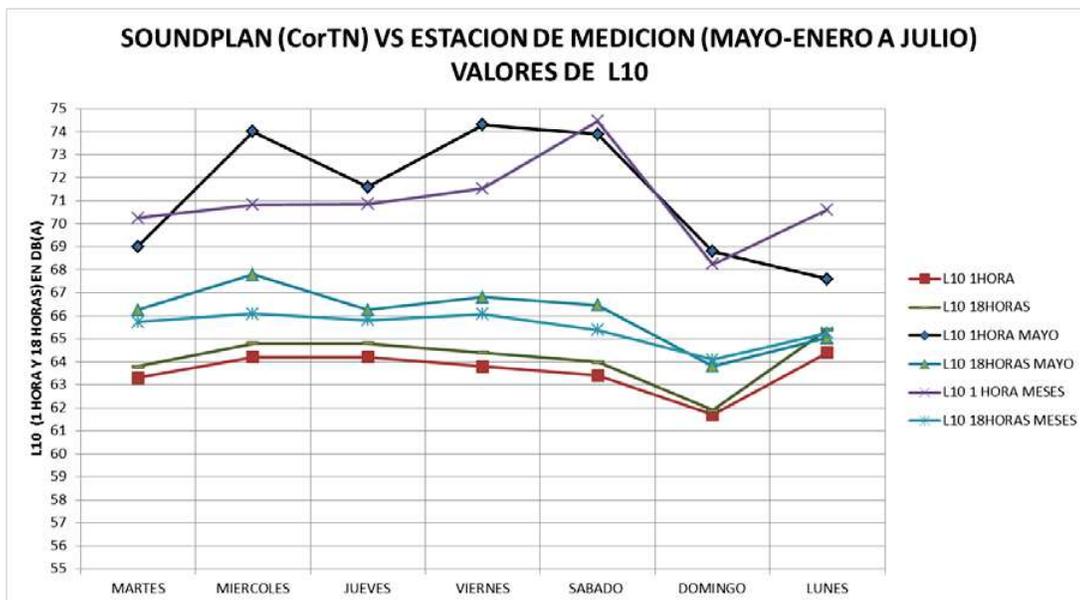
Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura4.11. Normativa que mejor se adapta a la ciudad de Quito (LN)



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

Figura4.12. Normativa que mejor se adapta a la ciudad de Quito (L10)



Fuente: Elaboración propia a través del software EXCEL 2010

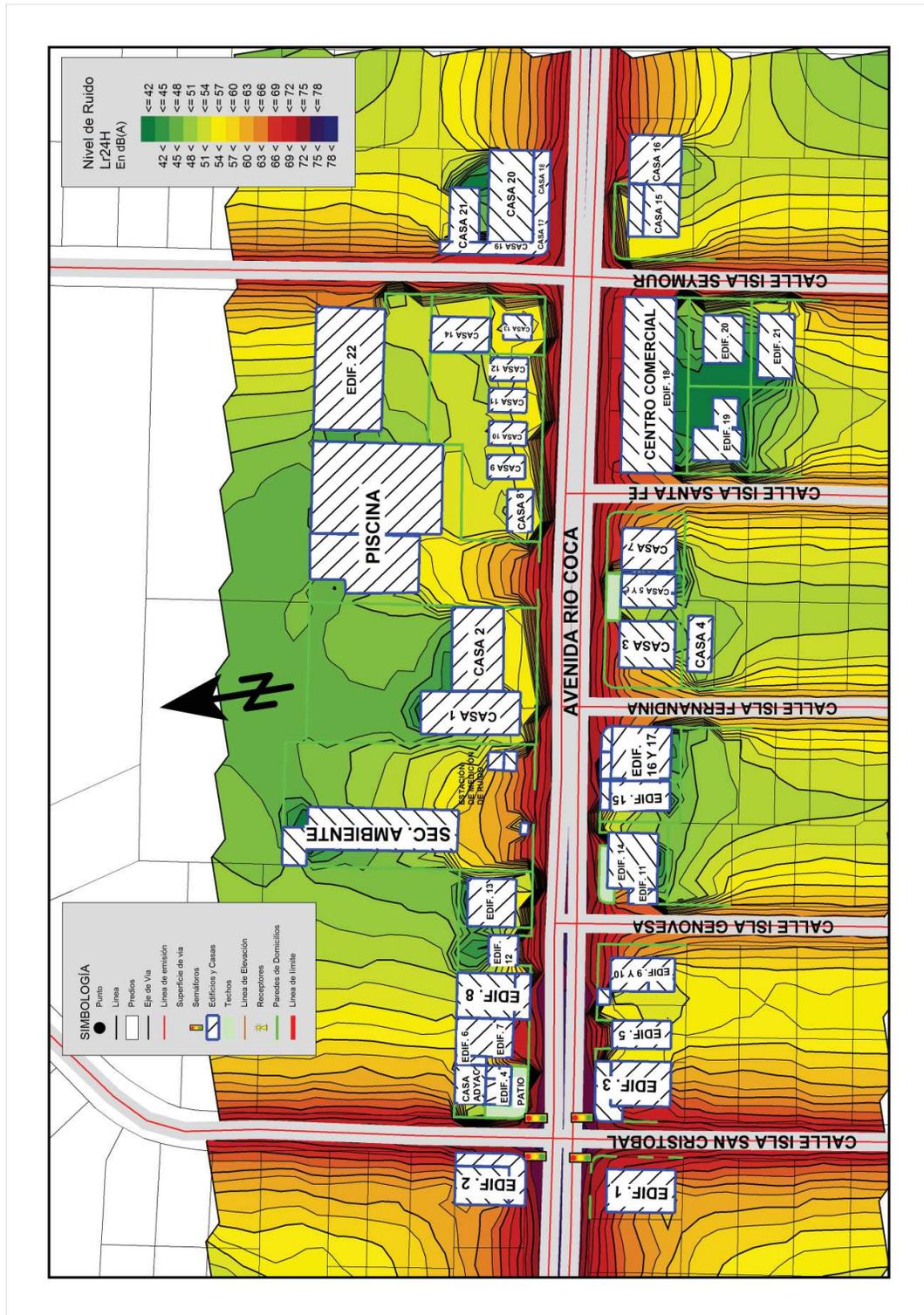
Observando las tendencias de las curvas, se pudo aseverar que para realizar las comparaciones y decidir por una normativa, es mejor tomar los niveles de ruido generados entre los meses de enero hasta julio, no solo por tener más muestras sino también porque se comienza a tener una similitud en la trayectoria de las normativas, específicamente en NORDIC1996 y RLS90, donde el modelamiento y lo medido tienen una ligera semejanza, variando en sus valores de nivel de ruido equivalente entre 0,5 y 1,3 [dB(A)] como máximo, respectivamente.

Para este proyecto se escogieron como las normativas de mayor aproximación a la realidad de la ciudad de Quito a las normativas NORDIC1996 para el caso del parámetro  $Leq_{24H}$  y RLS90 para los parámetros LD y LN, no solo por sus características de evaluación (mencionadas anteriormente en este estudio) sino también por la manera en que realiza el cálculo de emisión y propagación del ruido de tráfico, dando resultados muy cercanos a los medidos por una estación de medición fija.

#### **4.7. Mapas de ruido obtenidos con la normativa mejor adaptada a la situación de contaminación por ruido de tráfico en la ciudad de Quito**

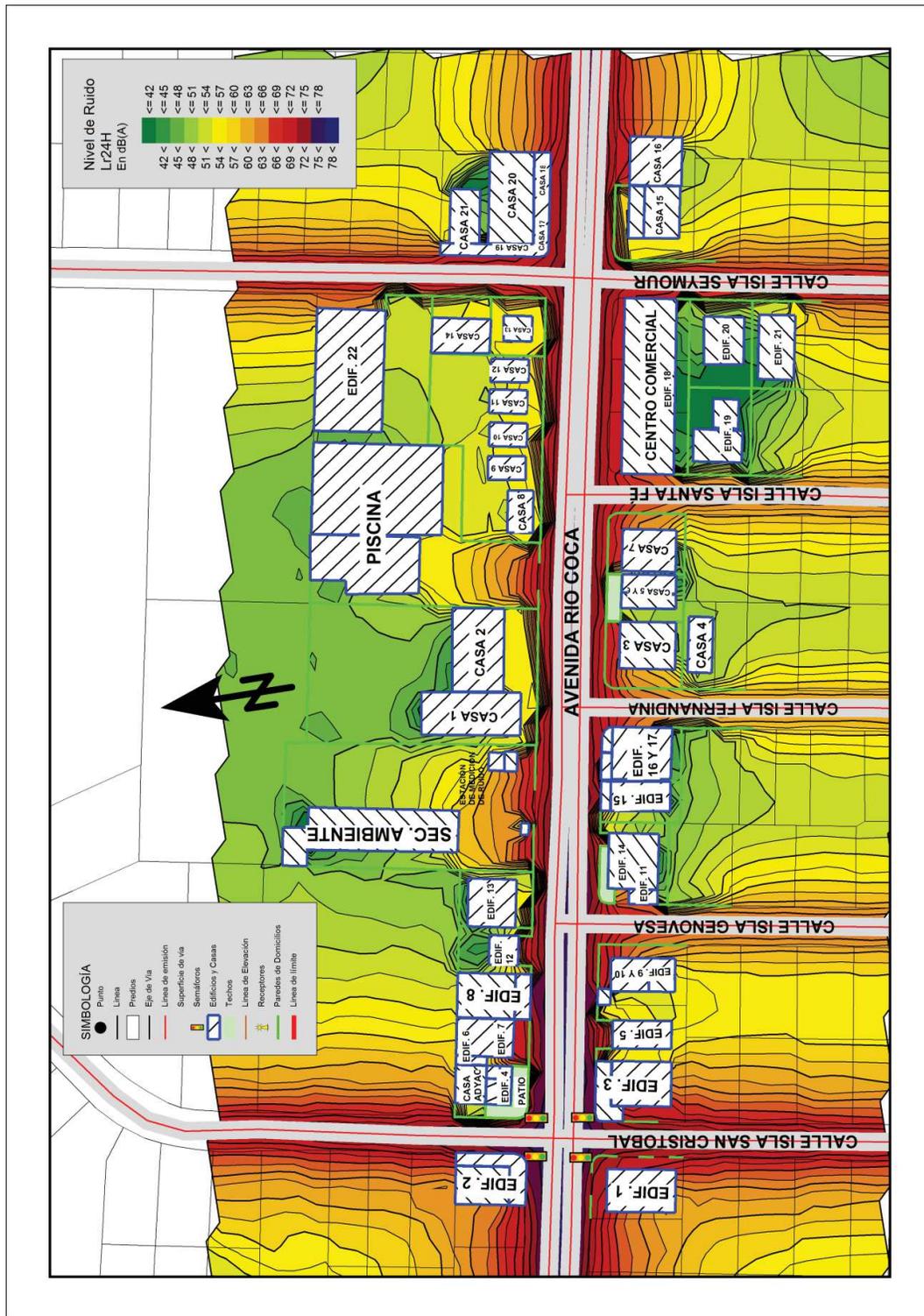
A continuación se ubica los mapas de ruido nivel equivalente de 24 Horas  $LEQ_{24H}$  obtenidos con el modelo del software SoundPLAN 6.3, de acuerdo al orden de evaluación desde el día Martes 10 de mayo hasta el Lunes 16 de mayo del 2011, según la normativa escogida como la mejor adaptada a la realidad del ruido de la ciudad de Quito NORDIC1996.

Figura 4.7. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA MARTES)



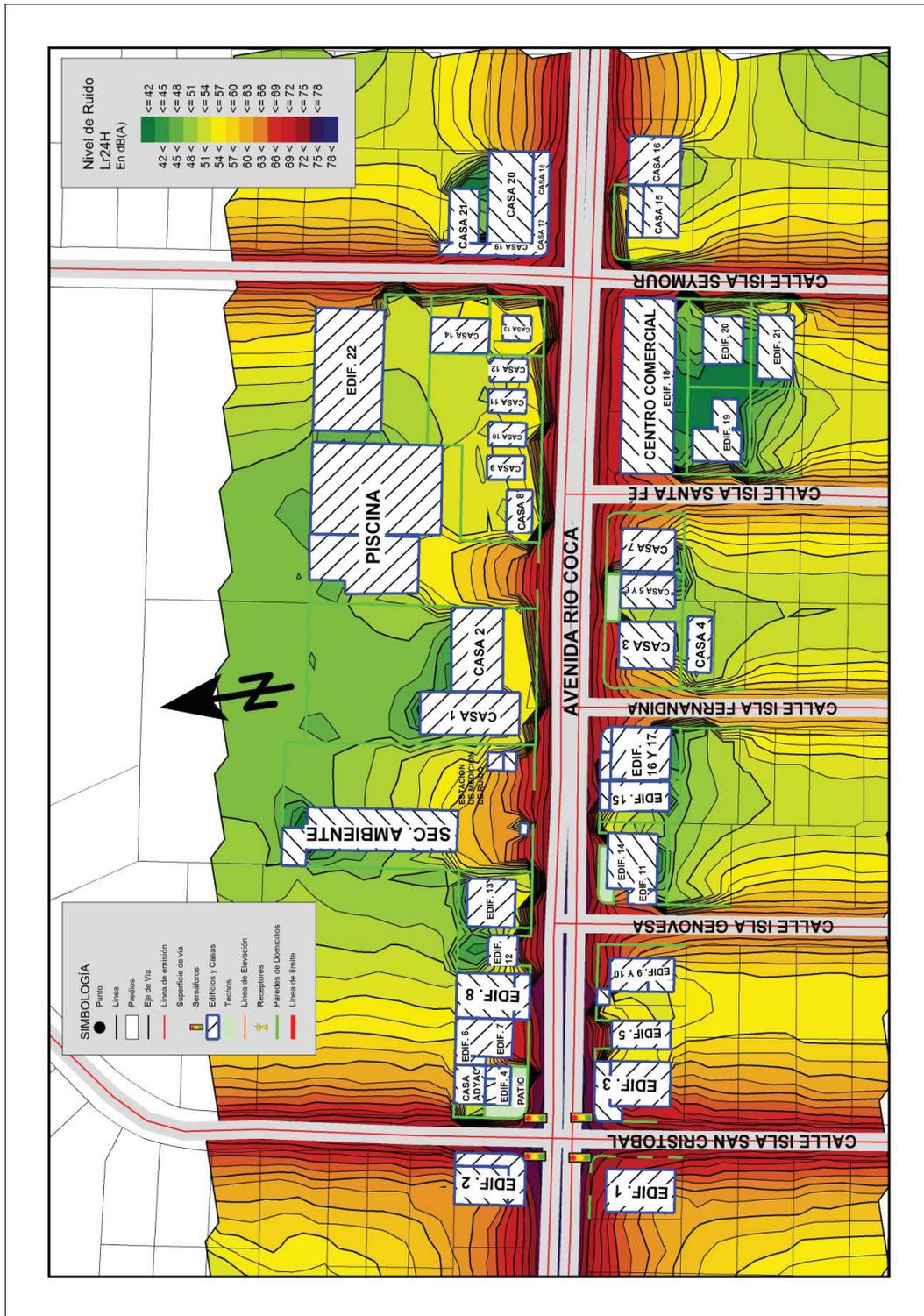
Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.8. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA MIERCOLES)



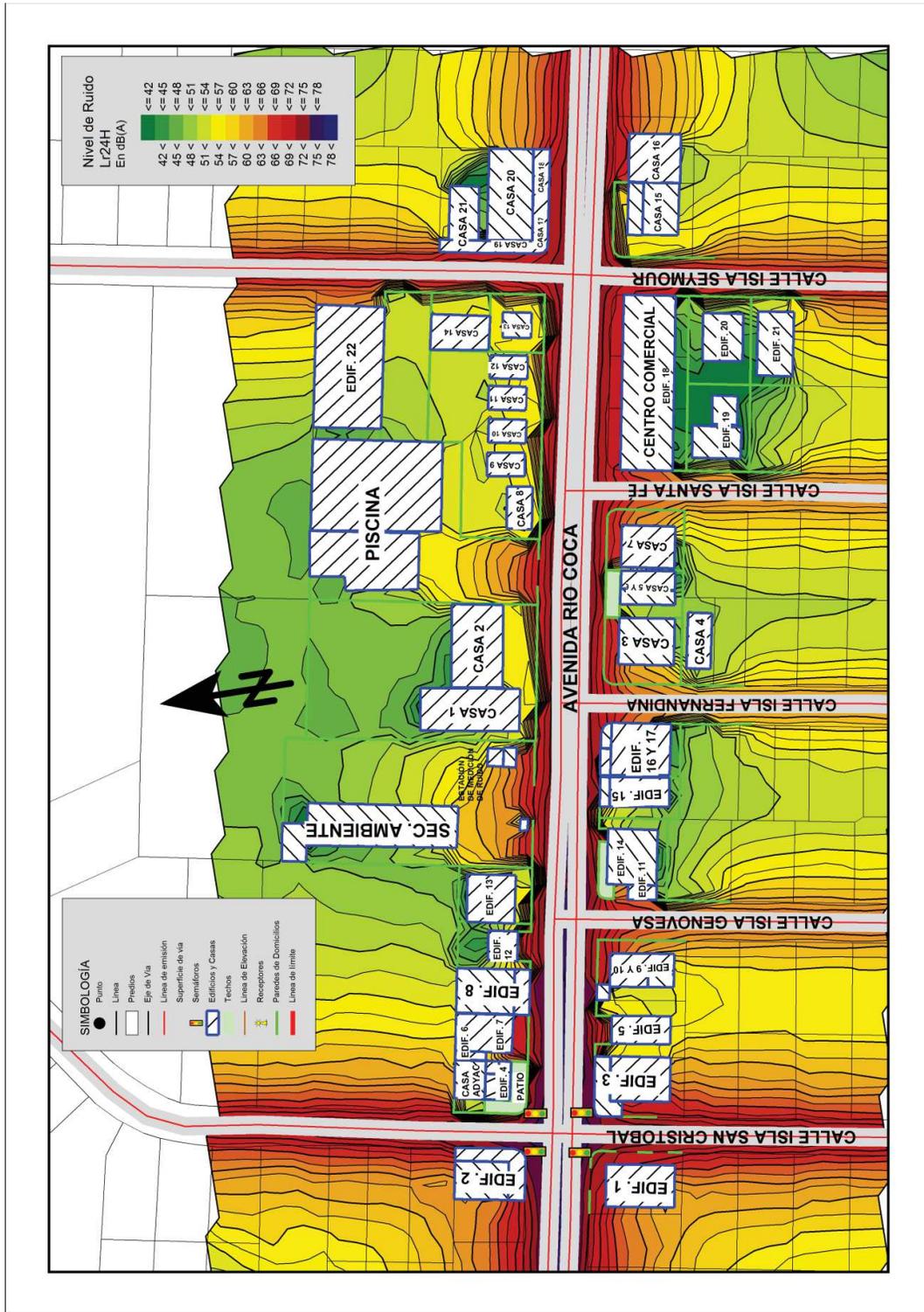
Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.9. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA JUEVES)



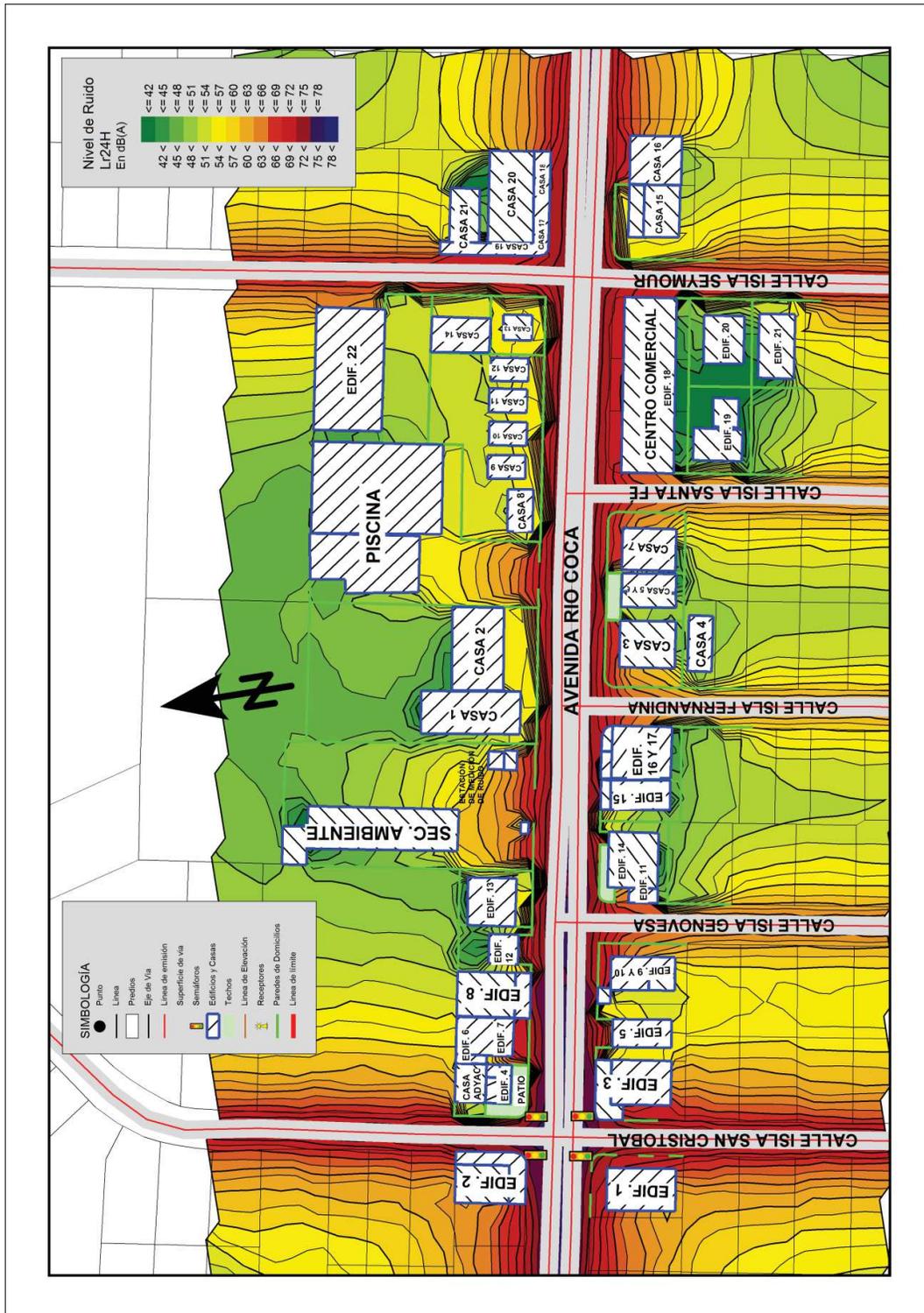
Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.10. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA VIERNES)



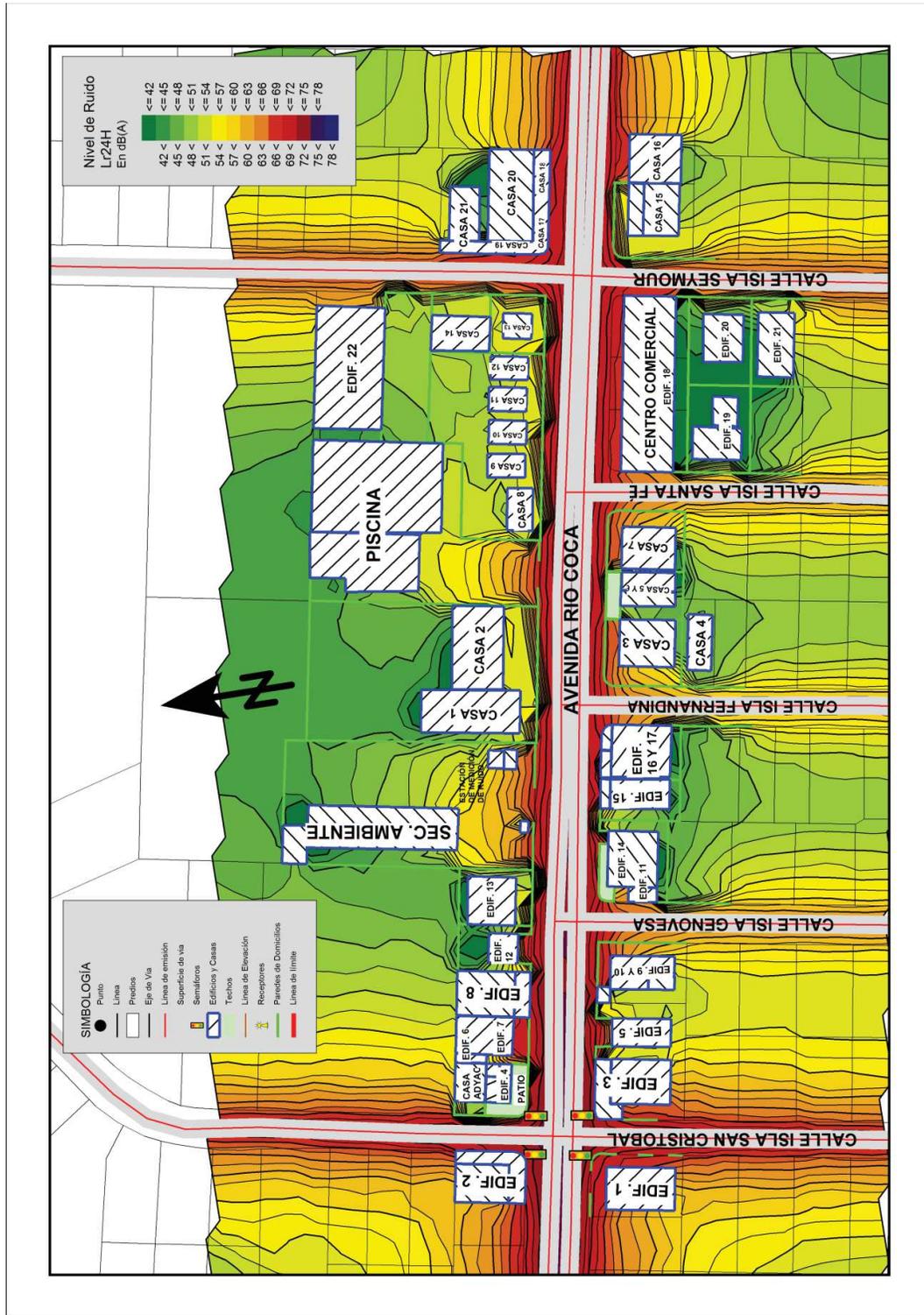
Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.11. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA SABADO)



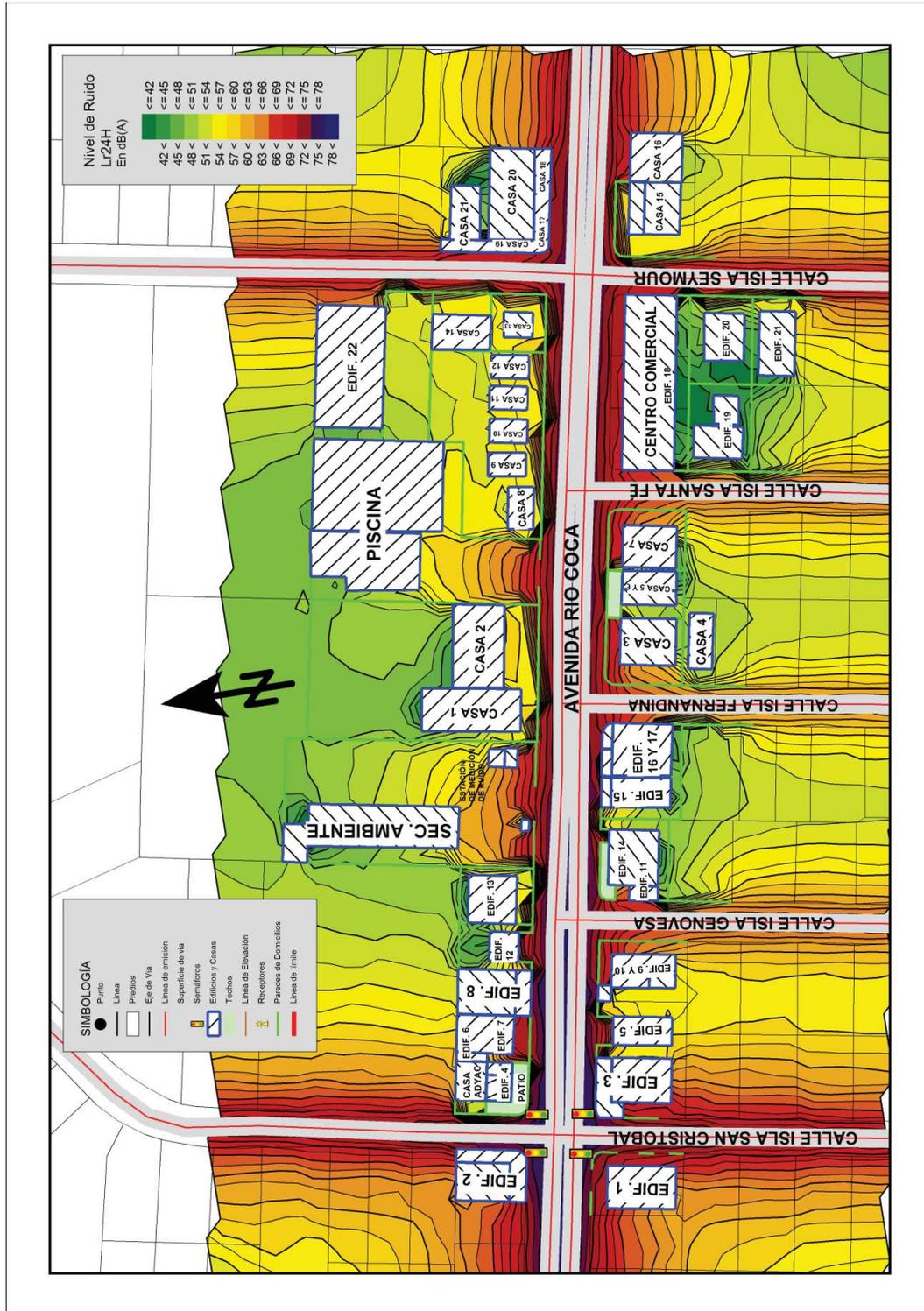
Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.12. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA DOMINGO)



Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

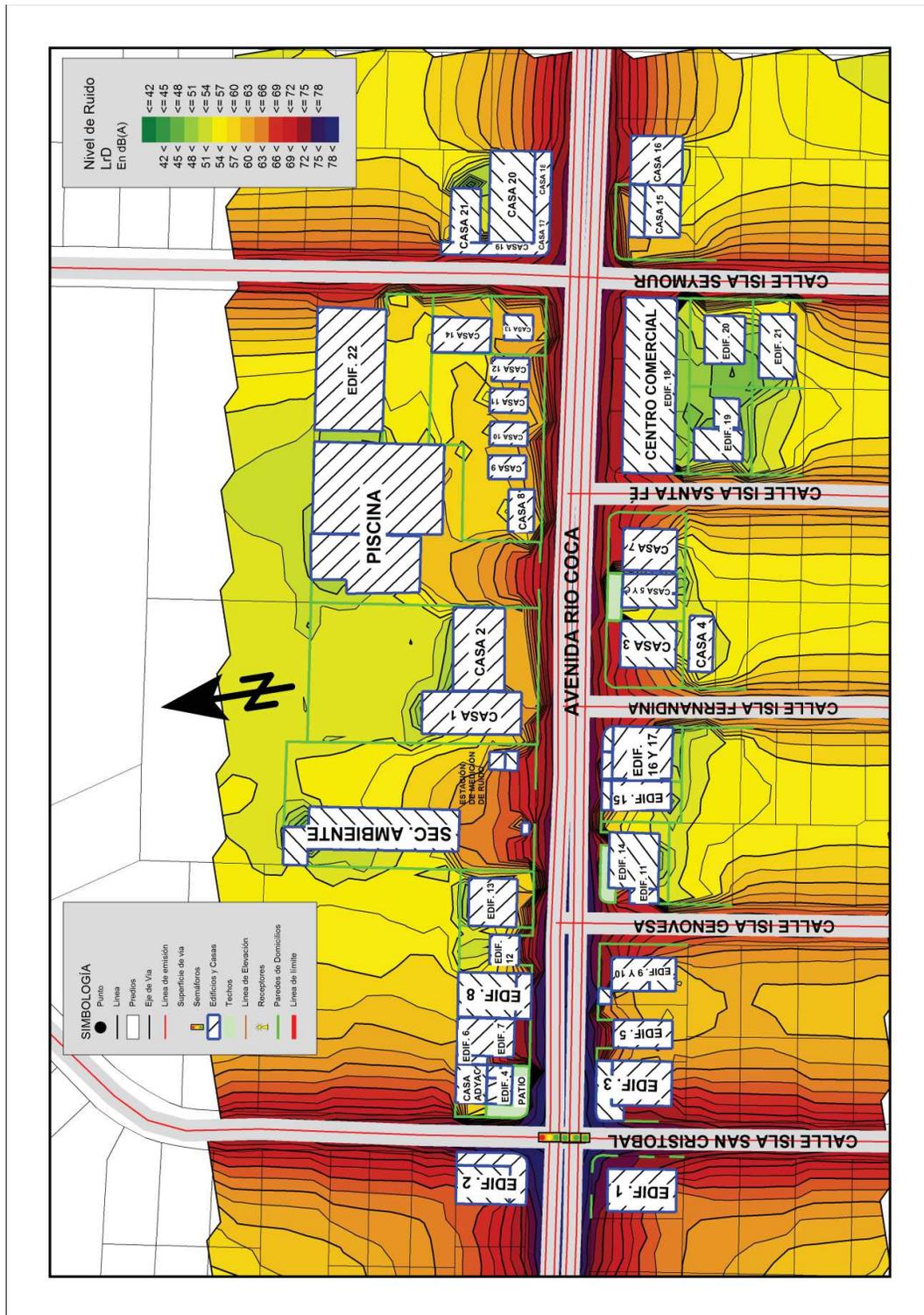
Figura 4.13. Mapa de ruido LEQ24H de la normativa NORDIC1996 (DIA LUNES)



Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

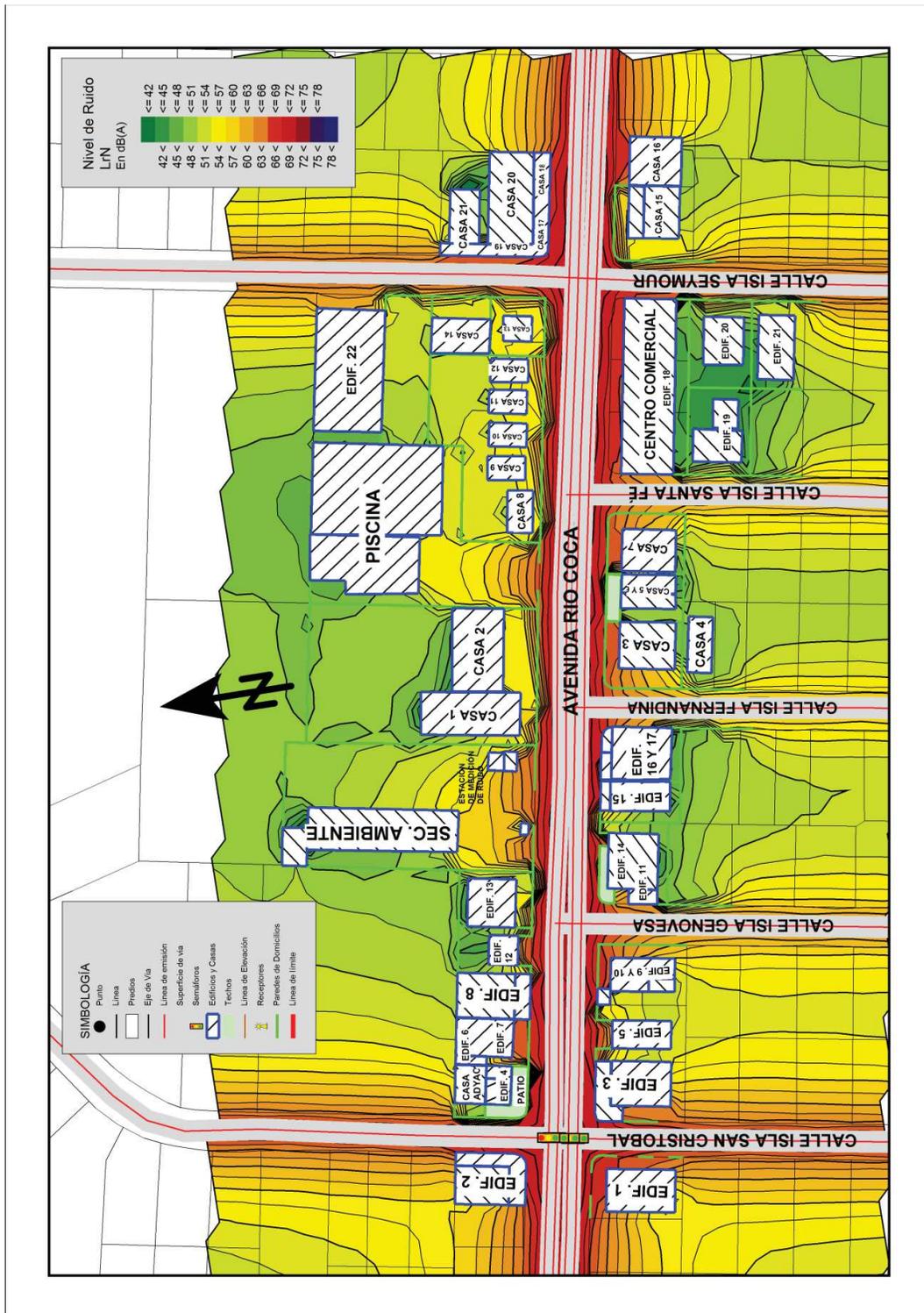
A continuación se muestra dos mapas de ruido de la normativa mejor adaptada RLS90 del día martes 10 de mayo del 2001, del nivel de ruido emitido para los dos periodos de evaluación Diurno y Nocturno, LD y LN respectivamente.

Figura 4.14. Mapa de ruido LD de la normativa RLS90 (DIA MARTES)



Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

Figura 4.15. Mapa de ruido LN de la normativa RLS90 (DIA MARTES)



Fuente: Elaboración propia a través del software SoundPLAN 6.3

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- El software SoundPLAN 6.3 es una herramienta muy precisa, la cual depende principalmente de la calidad de los datos de entrada como son: tráfico, vías, edificaciones del sector, entre otros.
- Las normativas NORDIC1996 y RLS90 son las que mejor representan la situación real de ruido de tráfico en la ciudad de Quito, según la evaluación y análisis de todas las muestras obtenidas para las comparaciones en parámetros  $Leq_{24H}$ ; LD y LN respectivamente.
- Se determinó que no es posible realizar una comparación completa entre todas las normativas porque entre ellas manejan diferentes parámetros acústicos para evaluar el ruido.
- Los semáforos generan niveles de ruido más críticos en sus alrededores, debido a la aglomeración de vehículos, principalmente durante el día y en horas de mayor congestión (horas pico).
- Para verificar la aproximación del software respecto a las mediciones reales, fue necesario ampliar el tiempo de estudio para así poder emitir un criterio sobre qué normativa represente mejor el escenario real.
- Mientras más precisa sea la información que se ingresa en el modelo digital del área de estudio: como tráfico, edificios, superficies, etc., la aproximación a resultados exactos va a ser mayor.
- La correcta elección de *geofiles* y situaciones, así como la verificación de asignaciones de los objetos modelados es importante para evitar errores de cálculo en el software, los cuales pueden ser caóticos en algunos casos.
- La diferencia de resultados entregados por los modelos de predicción del software y los medidos por la estación Jipijapa puede deberse a otras fuentes externas que contribuyen a generar ruido en el sector, tales como bocinas, alarmas, aviones, etc., las cuales no son modeladas por el software.

## 5.2. Recomendaciones

- Es importante tomar los datos de tráfico con la mayor precisión posible, y en el caso de realizar una interpolación, tener un criterio claro y sensato para obtener datos generales como velocidad de vehículos, número de vehículos por hora, por periodo, por día, por semana, por mes, por año, o por situación similar en la que convenga hacer una interpolación de datos.
- Para la recopilación de datos como tráfico, es necesario aclarar que se lo debe hacer en días comunes y corrientes para evitar tener una variación grande respecto a días festivos o feriados, en dónde la ciudad por lo general se encuentra con menos flujo vehicular, disminuyendo no solo el tráfico sino también el ruido ambiental de la ciudad.
- Para estudios posteriores, en donde se necesite evaluar solamente el nivel continuo equivalente de 24 horas (Leq24H), se puede utilizar las normativas NORDIC1996, ASJ1998 y STATENS PLANVERK, especialmente se recomienda utilizar NORDIC1996, ya que tuvo la mayor aproximación a las mediciones reales en este parámetro.
- Se recomienda utilizar una mayor cantidad de estaciones de medición o “loggers”, con la finalidad de tener más receptores que permitan corregir el resultado del modelo.
- El software SoundPLAN en versiones actualizadas (7.1) facilitaría el ingreso de datos, ya que posee mejores opciones de importación de terrenos, tráfico, vías, etc., dispone de un mejor entorno gráfico para la presentación de resultados y sobretodo la evaluación total del ruido ambiental del sector a modelar, que puede incluir contaminación del aire, ruido industrial y ruido aeroportuario.
- Se recomienda utilizar el módulo “Librerías del software” en proyectos de mayor superficie, ya que permite para la importación de hojas de Excel lo que facilita y acelera significativamente el ingreso de las variables.

## Bibliografía

### Libros:

- [1]. **CARRIÓN**, ANTONI, Diseño Acústico de espacios arquitectónicos, Barcelona, Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, 1998, 433 págs.
- [2]. **HARRIS**, CYRIL M, Manual de medidas acústicas y control del ruido, McGraw Hill, 1995.
- [3]. **KINSLER**, LAWRENCE, Fundamentals of Acoustics, Editorial Wiley, Cuarta edición.
- [4]. **MIYARA**, FEDERICO, Control de ruido, Rosario, 1999.

### Revistas:

- [1]. **CoRTN**, Normativa de ruido del reino Unido. Calculation of Road Traffic Noise, Londres, 1988.
- [2]. **Ensayo**, Esfuerzos contra el ruido de tráfico, Asociación de constructores europeos de motocicletas, ACEM, Bruselas.
- [3]. **FHWA**, Partes de la Normativa FHWA, Federal Highway Administration, 1978.
- [4]. **SoundPLAN**, Manual de Usuario, Versión en inglés y español, 2004, 2005.

### Documentos de Internet:

- [1]. **AVILES**, Antonio, Contadores de Vehículos. Página web: <http://antonioaviles.files.wordpress.com/2011/>
- [2]. **SOLER & PALAU**. Curvas de ponderación, <http://www.solerpalau.es>. 2006, Consulta: 2011/06/24
- [3]. **TECNI-ACÚSTICA**, Análisis predictivo de contaminación acústica aplicados al tráfico vehicular, relación entre un modelo teórico y

uno computacional,<http://www.sea-acustica.es/tecniacustica.html>,  
Consulta: 2011/05/13.

- [4]. **TECNI-ACÚSTICA**, Influencia del orden y profundidad de reflexión en la fiabilidad del mapeado acústico,<http://www.sea-acustica.es/tecniacustica.html>, Consulta: 2011/05/16
- [5]. **TECNI-ACÚSTICA**, Comprobación de la bondad del software de simulación acústica CadnaA, <http://www.sea-acustica.es/tecniacustica.html>, Consulta: 2011/05/17
- [6]. **TECNI-ACÚSTICA**, Resultados de mapas acústicos con dos diferentes software, Análisis de diferencias, Pamplona, España, <http://www.sea-acustica.es/tecniacustica.html>, Consulta: 2011/08/10

## **Anexos**



## MIERCOLES (ESTE – OESTE Y OESTE - ESTE)

		LIVIANOS		PESADOS							LIVIANOS		PESADOS						
DIA	HORA	CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS	Other	Total	DIA	HORA	CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS	Other	Total		
11/05/2011	0:00	5	73	0	0	1	0	79	11/05/2011	0:00	2	81	1	0	1	0	85		
Wed	1:00	5	36	0	0	1	1	43	Wed	1:00	0	33	1	0	1	0	35		
	2:00	1	24	2	0	3	2	32		2:00	0	24	2	0	1	1	28		
	3:00	0	32	2	0	6	0	40		3:00	3	19	1	0	7	0	30		
	4:00	4	65	2	0	5	0	76		4:00	3	59	7	0	9	6	84		
	5:00	5	133	6	0	7	9	160		5:00	6	103	5	0	9	4	127		
	6:00	12	361	16	0	4	36	429		6:00	9	335	19	0	14	40	417		
	7:00	17	523	14	0	9	88	651		7:00	10	485	11	0	10	98	614		
	8:00	16	502	14	0	11	118	661		8:00	22	427	18	0	10	122	599		
	9:00	47	619	16	0	16	59	757		9:00	17	498	13	0	8	103	639		
	10:00	40	576	9	0	21	90	736		10:00	22	469	10	0	11	97	609		
	11:00	39	520	12	0	8	105	684		11:00	17	517	12	0	17	86	649		
	12:00	40	584	14	0	13	118	769		12:00	19	479	21	0	16	92	627		
	13:00	33	569	13	0	15	99	729		13:00	15	514	12	0	21	84	646		
	14:00	21	605	12	1	12	94	745		14:00	30	520	22	0	18	65	655		
	15:00	23	559	11	0	8	112	713		15:00	21	493	21	0	15	102	652		
	16:00	23	511	17	0	14	107	672		16:00	18	456	11	0	14	100	599		
	17:00	17	464	8	0	25	129	643		17:00	20	455	16	0	11	102	604		
	18:00	7	137	8	0	6	169	327		18:00	17	329	17	0	7	83	453		
	19:00	16	501	14	0	5	81	617		19:00	8	487	12	0	12	50	569		
	20:00	7	483	8	0	7	48	553		20:00	9	401	12	0	12	46	480		
	21:00	8	404	6	0	7	33	458		21:00	3	409	8	0	4	36	460		
	22:00	4	267	3	0	5	16	295		22:00	7	300	2	0	7	9	325		
	23:00	5	175	1	0	2	4	187		23:00	4	134	3	0	5	5	151		
<b>Daily</b>	:	395	8723	208	1	211	1518	11056	<b>Daily</b>	:	282	8027	257	0	240	1331	10137		
<b>Percent</b>	:	4%	79%	2%	0%	2%	14%		<b>Percent</b>	:	3%	79%	3%	0%	2%	13%			
<b>Average</b>	:	16	363	9	0	9	63	460	<b>Average</b>	:	12	334	11	0	10	55	422		

## JUEVES (ESTE – OESTE Y OESTE - ESTE)

		LIVIANOS		PESADOS							LIVIANOS		PESADOS						
DIA	HORA	CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS	Other	Total	DIA	HORA	CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS	Other	Total		
12/05/2011	0:00	4	86	1	0	2	2	95	12/05/2011	0:00	6	85	1	0	3	1	96		
Thu	1:00	1	49	0	0	2	0	52	Thu	1:00	1	41	1	0	1	0	44		
	2:00	1	29	0	0	2	0	32		2:00	2	36	2	0	1	0	41		
	3:00	2	31	1	0	1	1	36		3:00	0	24	0	0	7	1	32		
	4:00	1	86	2	0	7	2	98		4:00	0	60	5	0	19	4	88		
	5:00	4	152	13	0	3	3	175		5:00	4	126	3	0	15	3	151		
	6:00	10	349	18	0	7	45	429		6:00	6	298	15	0	8	58	385		
	7:00	10	577	10	0	9	80	686		7:00	16	484	14	0	10	112	636		
	8:00	22	561	8	0	10	95	696		8:00	14	510	16	0	11	129	680		
	9:00	19	432	10	0	12	111	584		9:00	17	473	16	0	15	91	612		
	10:00	27	587	13	0	25	100	752		10:00	17	480	17	0	17	102	633		
	11:00	28	527	9	0	14	114	692		11:00	25	508	17	0	16	89	655		
	12:00	33	603	12	0	16	81	745		12:00	15	479	11	0	24	93	622		
	13:00	19	531	14	0	16	82	662		13:00	19	445	13	0	20	84	581		
	14:00	17	353	16	0	18	119	523		14:00	23	413	18	0	19	83	556		
	15:00	22	508	8	0	14	116	668		15:00	29	447	11	0	22	95	604		
	16:00	23	523	13	0	19	129	707		16:00	22	483	20	0	18	75	618		
	17:00	10	346	8	0	8	142	514		17:00	18	430	12	0	12	104	576		
	18:00	9	450	10	0	5	114	588		18:00	18	442	17	0	9	76	562		
	19:00	20	544	9	0	8	68	649		19:00	13	515	12	0	18	45	603		
	20:00	10	520	8	0	13	60	611		20:00	9	463	15	0	10	53	550		
	21:00	9	412	11	0	7	26	465		21:00	6	372	12	0	11	31	432		
	22:00	10	306	4	0	3	15	338		22:00	3	284	4	0	4	10	305		
	23:00	2	172	2	0	2	8	186		23:00	4	164	4	0	5	1	178		
<b>Daily</b>	:	313	8734	200	0	223	1513	10983	<b>Daily</b>	:	287	8062	256	0	295	1340	10240		
<b>Percent</b>	:	3%	80%	2%	0%	2%	14%		<b>Percent</b>	:	3%	79%	3%	0%	3%	13%			
<b>Average</b>	:	13	364	8	0	9	63	457	<b>Average</b>	:	12	336	11	0	12	56	427		

## VIERNES (ESTE – OESTE Y OESTE - ESTE)

DIA	HORA	LIVIANOS		PESADOS			Other	Total
		CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS		
13/05/2011	0:00	4	115	0	0	3	3	125
Fri	1:00	0	76	0	0	2	0	78
	2:00	1	56	2	0	3	0	62
	3:00	2	39	2	0	6	0	49
	4:00	0	64	2	0	6	1	73
	5:00	2	106	4	0	3	5	120
	6:00	9	283	16	0	8	38	354
	7:00	4	493	10	0	13	69	589
	8:00	16	541	16	0	15	92	680
	9:00	25	545	11	0	12	104	697
	10:00	33	571	14	0	11	110	739
	11:00	17	400	8	0	13	125	563
	12:00	7	280	5	0	11	148	451
	13:00	5	246	6	0	6	153	416
	14:00	23	591	14	0	22	104	754
	15:00	20	294	5	0	11	184	514
	16:00	8	244	4	0	8	146	410
	17:00	14	466	7	0	16	146	649
	18:00	3	293	5	0	9	126	436
	19:00	17	509	9	0	17	86	638
	20:00	8	525	8	0	7	72	620
	21:00	6	514	6	0	6	68	600
	22:00	9	384	6	0	4	13	416
	23:00	6	311	2	0	3	12	334
Daily	:	239	7946	162	0	215	1805	10367
Percent	:	2%	77%	2%	0%	2%	17%	
Average	:	10	331	7	0	9	75	432

DIA	HORA	LIVIANOS		PESADOS			Other	Total
		CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS		
13/05/2011	0:00	1	80	0	0	3	5	89
Fri	1:00	1	72	1	0	2	1	77
	2:00	0	35	1	0	5	0	41
	3:00	2	38	2	0	1	0	43
	4:00	0	69	9	0	13	2	93
	5:00	3	105	8	0	19	6	141
	6:00	7	289	13	0	3	39	351
	7:00	11	477	13	0	12	82	595
	8:00	10	471	19	0	12	102	614
	9:00	14	479	21	0	14	113	641
	10:00	13	490	18	0	17	89	627
	11:00	21	463	21	0	15	81	601
	12:00	18	380	15	0	15	93	521
	13:00	14	393	10	0	17	93	527
	14:00	15	483	14	0	15	103	630
	15:00	20	364	18	0	14	120	536
	16:00	18	357	17	0	12	116	520
	17:00	19	444	15	0	14	87	579
	18:00	13	400	10	0	11	66	500
	19:00	14	463	13	0	8	73	571
	20:00	8	492	7	0	12	62	581
	21:00	9	522	11	0	6	45	593
	22:00	4	367	3	0	4	34	412
	23:00	4	249	6	0	6	10	275
Daily	:	239	7982	265	0	250	1422	10158
Percent	:	2%	79%	3%	0%	2%	14%	
Average	:	10	333	11	0	10	59	423

## SABADO (ESTE – OESTE Y OESTE - ESTE)

DIA	HORA	LIVIANOS		PESADOS			Other	Total
		CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS		
14/05/2011	0:00	2	255	2	0	3	16	278
Sat	1:00	3	271	0	0	1	9	284
	2:00	0	189	0	0	6	13	208
	3:00	2	166	0	0	3	6	177
	4:00	1	102	0	0	4	0	107
	5:00	3	92	1	0	5	4	105
	6:00	5	198	8	0	3	17	231
	7:00	8	353	9	0	10	22	402
	8:00	13	449	11	0	9	68	550
	9:00	16	483	9	0	12	84	604
	10:00	12	565	11	0	14	77	679
	11:00	14	555	12	0	12	85	678
	12:00	15	597	8	0	15	98	733
	13:00	10	561	12	0	14	117	714
	14:00	8	572	11	0	7	88	686
	15:00	18	500	9	0	5	61	593
	16:00	12	570	7	0	13	55	657
	17:00	10	520	9	0	9	60	608
	18:00	13	498	9	0	5	61	586
	19:00	12	482	6	0	10	50	560
	20:00	14	433	3	0	7	42	499
	21:00	7	353	6	0	2	24	392
	22:00	5	270	4	0	4	22	305
	23:00	6	206	2	0	2	11	227
Daily	:	209	9240	149	0	175	1090	10863
Percent	:	2%	85%	1%	0%	2%	10%	
Average	:	9	385	6	0	7	45	452

DIA	HORA	LIVIANOS		PESADOS			Other	Total
		CYCLE	CARS	BUSES	ERS	OS		
14/05/2011	0:00	2	219	6	0	0	4	231
Sat	1:00	0	174	0	0	4	8	186
	2:00	1	145	1	0	2	1	150
	3:00	2	113	2	0	7	1	125
	4:00	2	90	4	0	10	2	108
	5:00	0	74	3	0	7	1	85
	6:00	5	187	6	0	6	17	221
	7:00	5	373	7	0	8	76	469
	8:00	11	484	16	0	10	83	604
	9:00	14	493	13	0	14	70	604
	10:00	5	481	11	0	18	85	600
	11:00	8	511	20	0	8	70	617
	12:00	12	510	15	0	16	97	650
	13:00	16	516	14	0	17	111	674
	14:00	12	507	14	0	16	60	609
	15:00	11	494	11	0	13	69	598
	16:00	16	425	16	0	6	63	526
	17:00	14	470	15	0	10	45	554
	18:00	10	412	12	0	13	43	490
	19:00	18	447	14	0	10	16	505
	20:00	5	417	5	0	3	22	452
	21:00	5	312	3	0	2	41	363
	22:00	5	274	4	0	3	17	303
	23:00	3	228	2	0	5	4	242
Daily	:	182	8356	214	0	208	1006	9966
Percent	:	2%	84%	2%	0%	2%	10%	
Average	:	8	348	9	0	9	42	416



**ANEXO 2. DATOS VELOCIDAD DE FLUJO VEHICULAR DE LA AVENIDA RIO COCA DURANTE  
UNA SEMANA (MARTES 10 DE MAYO A LUNES 16 DE MAYO DEL 2011)**

**MARTES ESTE-OESTE**

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES															Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8				
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7				
10/05/2011	15:00	550	105	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	675	550	32
Tue	16:00	508	94	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	624	508	32
	17:00	548	134	31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	715	548	32
	18:00	458	31	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	497	458	32
	19:00	333	189	83	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	624	333	32
	20:00	189	218	88	24	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	523	218	40
	21:00	153	154	98	34	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	447	154	40
	22:00	57	81	71	32	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	81	40
	23:00	15	41	37	43	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	43	56
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
Daily	:	2811	1047	448	162	40	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4513		
Percent	:	62%	23%	10%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	312	116	50	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	392		

## MARTES OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES															Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8				
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7				
10/05/2011	15:00	256	253	92	12	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	624	256	32
Tue	16:00	236	280	98	18	6	3	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	646	280	40
	17:00	234	286	102	10	4	1	2	1	1	2	0	0	1	0	0	1	645	286	40
	18:00	227	231	52	15	4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	531	231	40
	19:00	152	244	107	25	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	543	244	40
	20:00	117	194	103	30	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	451	194	40
	21:00	64	176	88	25	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	366	176	40
	22:00	24	87	74	29	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	226	87	40
	23:00	10	28	48	37	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	48	48
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
																			0	
Daily	:	1320	1779	764	201	66	20	6	4	4	3	1	2	2	0	0	2	4174		
Percent	:	32%	43%	18%	5%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	147	198	85	22	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	417		

### MIERCOLES ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES															Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8				
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7				
11/05/2011	0:00	17	23	21	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	23	40
Wed	1:00	8	6	14	8	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	14	48
	2:00	6	10	6	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	10	40
	3:00	3	4	14	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	14	48
	4:00	8	16	30	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	30	48
	5:00	15	23	46	49	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	49	56
	6:00	112	114	133	54	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429	133	48
	7:00	254	217	126	47	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	651	254	32
	8:00	468	134	50	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	661	468	32
	9:00	366	270	104	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	757	366	32
	10:00	405	232	86	11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	736	405	32
	11:00	353	209	99	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	684	353	32
	12:00	519	188	51	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	769	519	32
	13:00	476	178	63	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	729	476	32
	14:00	409	227	88	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	745	409	32
	15:00	497	152	55	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	713	497	32
	16:00	468	157	41	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	672	468	32
	17:00	492	121	29	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	643	492	32
	18:00	318	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	327	318	32
	19:00	375	199	33	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	617	375	32
	20:00	240	185	103	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	553	240	32
	21:00	155	189	81	26	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458	189	40
	22:00	64	104	89	32	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	295	104	40
	23:00	43	43	58	36	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187	58	48
Daily	:	6071	3008	1420	435	105	11	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	11056		
Percent	:	55%	27%	13%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	253	125	59	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500		

### MIERCOLES OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
11/05/2011	0:00	17	12	23	20	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	23	48	
Wed	1:00	3	3	8	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	16	56	
	2:00	4	8	5	2	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8	40	
	3:00	4	6	6	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6	40	
	4:00	12	22	26	18	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	26	48	
	5:00	20	27	38	26	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	38	48	
	6:00	62	130	115	71	26	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	417	130	40	
	7:00	124	223	189	61	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	614	223	40	
	8:00	166	237	148	32	7	1	3	1	0	2	0	1	0	0	0	1	599	237	40	
	9:00	142	282	174	32	2	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	639	282	40	
	10:00	154	274	143	23	9	1	0	2	0	0	0	1	0	0	2	609	274	40		
	11:00	200	269	148	25	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	649	269	40		
	12:00	241	256	96	19	11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	627	256	40		
	13:00	243	261	116	12	8	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	646	261	40		
	14:00	200	270	145	28	6	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	655	270	40		
	15:00	246	262	105	24	5	4	3	0	1	0	1	0	0	0	1	652	262	40		
	16:00	206	259	102	24	3	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	599	259	40		
	17:00	261	240	85	7	5	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	604	261	32		
	18:00	215	174	42	10	5	2	1	0	1	0	1	0	0	0	2	453	215	32		
	19:00	180	235	127	20	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	569	235	40		
	20:00	105	233	109	25	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	480	233	40		
	21:00	61	204	152	36	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	460	204	40		
	22:00	45	115	110	35	12	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	325	115	40		
	23:00	22	45	45	22	12	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	151	45	48		
Total	:	2933	4047	2257	593	180	66	18	11	7	7	4	1	1	2	1	9	10137			
Percent	:	29%	40%	22%	6%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	122	169	94	25	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	462				

## JUEVES ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
12/05/2011	0:00	16	18	22	27	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	27	56	
Thu	1:00	4	8	16	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	16	48	
	2:00	2	3	14	4	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	14	48	
	3:00	2	2	11	14	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14	56	
	4:00	8	19	28	32	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	32	56	
	5:00	17	25	65	48	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	65	48	
	6:00	109	107	120	77	12	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	429	120	48	
	7:00	238	227	164	53	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	686	238	32	
	8:00	345	214	108	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	696	345	32	
	9:00	431	103	42	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584	431	32	
	10:00	437	238	61	14	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	752	437	32	
	11:00	552	103	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	692	552	32	
	12:00	470	197	65	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	745	470	32	
	13:00	521	104	29	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	662	521	32	
	14:00	433	66	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	523	433	32	
	15:00	422	173	63	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	668	422	32	
	16:00	576	113	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	707	576	32	
	17:00	415	81	14	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	514	415	32	
	18:00	463	100	21	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	588	463	32	
	19:00	345	211	77	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	649	345	32	
	20:00	277	237	75	20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	611	277	32	
	21:00	183	177	75	23	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465	183	32	
	22:00	94	129	71	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338	129	40	
	23:00	43	43	52	36	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	52	48	
Daily	:	6403	2698	1259	482	114	21	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	10983			
Percent	:	58%	25%	11%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	267	112	52	20	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	459			

## JUEVES OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
12/05/2011	0:00	14	11	25	31	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	31	56
Thu	1:00	5	7	11	10	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	11	48
	2:00	2	3	10	12	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	12	56
	3:00	11	4	9	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	11	32
	4:00	13	19	26	16	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	26	48
	5:00	14	33	50	28	21	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	50	48
	6:00	53	107	135	60	18	6	2	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	385	135	48
	7:00	117	237	205	60	11	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	636	237	40
	8:00	154	244	210	47	15	6	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	680	244	40
	9:00	169	264	132	30	7	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	612	264	40
	10:00	228	264	102	24	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	633	264	40
	11:00	275	248	94	21	5	5	1	0	1	0	3	0	1	0	0	1	1	655	275	32
	12:00	247	240	105	18	5	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	622	247	32
	13:00	154	262	122	24	7	8	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	581	262	40
	14:00	174	253	93	21	5	2	3	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	556	253	40
	15:00	182	256	140	18	1	2	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	604	256	40
	16:00	178	289	116	12	9	7	4	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	618	289	40
	17:00	248	234	70	7	7	5	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	576	248	32
	18:00	261	230	53	6	4	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	562	261	32
	19:00	182	291	106	12	6	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	603	291	40
	20:00	155	240	122	17	9	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550	240	40
	21:00	86	186	129	20	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	186	40
	22:00	46	127	82	40	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305	127	40
	23:00	22	42	68	33	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	68	48
Daily	:	2990	4091	2215	570	208	96	26	5	7	5	11	0	5	4	1	6	10240			
Percent	:	29%	40%	22%	6%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	125	170	92	24	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422			

## VIERNES ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
13/05/2011	0:00	23	41	29	22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	41	40
Fri	1:00	10	25	21	7	12	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	25	40
	2:00	3	12	24	18	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	24	48
	3:00	5	14	15	7	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	15	48
	4:00	10	21	23	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	23	48
	5:00	17	25	44	25	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	44	48
	6:00	135	134	54	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354	135	32
	7:00	319	200	61	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	589	319	32
	8:00	503	138	27	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	680	503	32
	9:00	538	134	17	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	697	538	32
	10:00	552	151	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	739	552	32
	11:00	455	85	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	563	455	32	
	12:00	421	24	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451	421	32
	13:00	371	35	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416	371	32
	14:00	549	159	40	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	754	549	32
	15:00	464	46	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514	464	32
	16:00	318	64	20	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	410	318	32
	17:00	552	72	19	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	649	552	32	
	18:00	385	40	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	436	385	32
	19:00	398	192	40	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638	398	32
	20:00	350	193	58	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	620	350	32
	21:00	316	200	64	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	316	32
	22:00	115	151	97	42	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416	151	40
	23:00	61	125	100	36	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	125	40
Daily	:	6870	2281	825	291	78	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10367			
Percent	:	66%	22%	8%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	286	95	34	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457			

## VIERNES OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
13/05/2011	0:00	7	15	29	25	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	29	48	
Fri	1:00	13	13	28	18	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	28	48	
	2:00	8	7	9	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9	48	
	3:00	8	9	9	10	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	10	56	
	4:00	17	30	24	14	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	30	40	
	5:00	36	42	38	16	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	42	40	
	6:00	83	127	105	26	8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	351	127	40	
	7:00	159	272	128	25	6	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	595	272	40	
	8:00	241	249	102	8	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	614	249	40	
	9:00	277	266	71	12	8	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	641	277	32	
	10:00	330	238	39	8	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	627	330	32	
	11:00	314	214	52	11	5	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	601	314	32	
	12:00	294	168	37	8	4	6	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	521	294	32	
	13:00	331	149	33	6	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	527	331	32	
	14:00	320	225	65	9	7	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	630	320	32	
	15:00	290	160	55	12	6	5	2	1	1	2	0	0	1	0	0	1	536	290	32	
	16:00	266	186	44	9	5	4	2	0	0	1	0	1	0	0	1	1	520	266	32	
	17:00	298	216	47	9	2	3	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	579	298	32	
	18:00	242	201	46	7	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	500	242	32	
	19:00	204	282	61	14	2	5	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	571	282	32	
	20:00	156	297	101	17	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	581	297	40	
	21:00	120	315	128	16	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	593	315	40	
	22:00	90	150	113	47	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	150	40	
	23:00	35	87	90	45	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275	90	48	
Daily	:	4139	3918	1454	379	144	61	16	9	10	9	2	3	5	0	2	7	10158			
Percent	:	41%	39%	14%	4%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	172	163	61	16	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	425			

## SABADO ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
14/05/2011	0:00	54	97	82	36	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278	97	40	
Sat	1:00	39	70	98	61	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	284	98	48	
	2:00	34	67	64	36	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208	67	40	
	3:00	33	49	54	35	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	54	48	
	4:00	8	33	27	31	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	33	32	
	5:00	11	22	44	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	44	48	
	6:00	53	84	56	30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	84	40	
	7:00	147	135	84	33	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	402	147	32	
	8:00	195	198	130	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550	198	40	
	9:00	281	206	91	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	604	281	32	
	10:00	339	244	77	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	679	339	32	
	11:00	443	167	58	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	678	443	32	
	12:00	528	165	37	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	733	528	32	
	13:00	453	201	51	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	714	453	32	
	14:00	469	187	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	686	469	32	
	15:00	329	185	66	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	593	329	32	
	16:00	330	230	86	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	657	330	32	
	17:00	333	200	62	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	608	333	32	
	18:00	297	184	81	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586	297	32	
	19:00	262	212	76	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560	262	32	
	20:00	252	172	58	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	499	252	32	
	21:00	118	144	105	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	392	144	40	
	22:00	90	102	74	32	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305	102	40	
	23:00	34	65	63	52	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	65	40	
Daily	:	5132	3419	1649	554	95	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10863			
Percent	:	47%	31%	15%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	214	142	69	23	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	431			

## SABADO OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
14/05/2011	0:00	38	55	78	43	13	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	78	48	
Sat	1:00	13	37	68	47	15	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	186	68	48	
	2:00	16	37	55	31	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	55	48	
	3:00	12	34	41	25	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	41	48	
	4:00	12	33	35	10	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	35	48	
	5:00	12	32	18	18	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	32	40	
	6:00	23	56	88	45	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	88	48	
	7:00	80	142	177	51	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	177	48	
	8:00	115	229	189	48	14	6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	604	229	40	
	9:00	177	232	147	35	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	604	232	40	
	10:00	171	247	134	34	8	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	600	247	40	
	11:00	262	239	84	20	5	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	617	262	32	
	12:00	278	256	88	15	6	1	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	650	278	32	
	13:00	391	225	43	6	1	2	1	2	0	0	0	0	0	1	0	2	674	391	32	
	14:00	298	214	76	10	8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	609	298	32	
	15:00	212	265	98	13	4	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	598	265	40	
	16:00	154	229	106	20	7	3	0	1	1	1	0	1	1	0	0	2	526	229	40	
	17:00	155	269	97	19	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	554	269	40	
	18:00	162	216	81	19	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	490	216	40	
	19:00	168	234	79	13	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	505	234	40	
	20:00	129	194	99	21	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	452	194	40	
	21:00	52	149	117	35	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	363	149	40	
	22:00	43	124	86	33	13	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	303	124	40	
	23:00	19	55	97	47	21	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	242	97	48	
Daily	:	2992	3803	2181	658	221	54	19	9	8	2	3	1	3	1	2	9	9966			
Percent	:	30%	38%	22%	7%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	125	158	91	27	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422			

## DOMINGO ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
15/05/2011	0:00	17	27	46	29	19	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	46	48	
Sun	1:00	11	32	56	32	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	56	48	
	2:00	8	25	46	33	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	46	48	
	3:00	8	31	54	34	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	54	48	
	4:00	7	16	31	27	17	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	31	48	
	5:00	8	11	25	25	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	25	48	
	6:00	26	53	52	40	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	53	40	
	7:00	33	66	69	39	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	69	48	
	8:00	30	81	78	49	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	81	40	
	9:00	56	125	95	47	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	125	40	
	10:00	80	144	121	36	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	387	144	40	
	11:00	128	189	118	32	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	477	189	40	
	12:00	185	174	110	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495	185	32	
	13:00	254	196	74	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	538	254	32	
	14:00	238	188	76	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	521	238	32	
	15:00	230	175	84	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512	230	32	
	16:00	330	156	55	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	553	330	32	
	17:00	307	131	55	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	509	307	32	
	18:00	181	207	77	21	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	207	40	
	19:00	134	161	103	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	423	161	40	
	20:00	101	126	84	32	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	349	126	40	
	21:00	78	91	61	25	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	91	40	
	22:00	22	46	64	26	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	64	48	
	23:00	9	12	20	28	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	28	56	
Daily	:	2481	2463	1654	678	191	37	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7512			
Percent	:	33%	33%	22%	9%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Average	:	103	103	69	28	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	453			

## DOMINGO OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES																Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8					
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7					
15/05/2011	0:00	17	31	57	40	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	57	48
Sun	1:00	12	23	54	28	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	54	48
	2:00	8	20	34	28	11	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	34	48
	3:00	15	17	26	27	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	27	56
	4:00	5	15	24	18	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	24	48
	5:00	5	17	28	19	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	28	48
	6:00	10	42	35	12	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	42	40
	7:00	19	64	76	27	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	76	48
	8:00	20	51	98	37	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	226	98	48
	9:00	19	79	102	54	17	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	278	102	48
	10:00	50	160	119	38	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	160	40
	11:00	46	140	141	37	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	378	141	48
	12:00	70	170	126	36	11	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	416	170	40
	13:00	134	190	84	18	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	190	40
	14:00	105	177	89	24	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	406	177	40
	15:00	133	159	91	25	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	159	40
	16:00	129	189	73	18	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	417	189	40
	17:00	115	163	94	15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393	163	40
	18:00	110	204	95	15	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	430	204	40
	19:00	71	178	112	20	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	393	178	40
	20:00	46	124	93	28	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	304	124	40
	21:00	22	80	78	35	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	80	40
	22:00	10	50	48	27	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	50	48
	23:00	3	9	21	24	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	24	56
Daily	:	1174	2352	1798	650	223	62	14	4	3	1	0	0	0	0	0	1	2	6284		
Percent	:	19%	37%	29%	10%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	49	98	75	27	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413		

## LUNES ESTE-OESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES															Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8				
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7				
16/05/2011	0:00	3	4	12	9	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	12	48
Mon	1:00	2	0	5	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	6	56
	2:00	1	2	5	1	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	48
	3:00	0	6	10	12	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	12	56
	4:00	2	15	23	27	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	27	56
	5:00	18	18	44	40	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	44	48
	6:00	95	140	108	56	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	140	40
	7:00	201	251	129	40	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	626	251	40
	8:00	358	218	93	22	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	694	358	32
	9:00	325	270	114	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	736	325	32
	10:00	471	238	65	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	784	471	32
	11:00	445	209	80	11	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	749	445	32
	12:00	454	207	75	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	752	454	32
	13:00	516	184	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	754	516	32
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
Daily	:	2891	1762	813	277	63	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5827		
Percent	:	50%	30%	14%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	207	126	58	20	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	313		

## LUNES OESTE-ESTE

DIA	HORA	RANGOS DE VELOCIDADES															Other	Total	VALOR MAS ALTO	VELOCIDAD
		0.0	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3	72.4	80.4	88.5	96.5	104.6	112.6	120.7	128.7	136.8				
		32.1	40.1	48.1	56.2	64.2	72.3	80.3	88.4	96.4	104.5	112.5	120.6	128.6	136.7	144.7				
16/05/2011	0:00	0	9	18	10	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	18	48
Mon	1:00	2	1	7	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	7	48
	2:00	0	6	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	6	40
	3:00	2	2	6	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	7	56
	4:00	8	15	13	13	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	15	40
	5:00	13	38	39	18	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	39	48
	6:00	49	127	138	54	24	5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	399	138	48
	7:00	111	225	215	62	16	9	3	0	1	0	1	0	1	0	0	0	644	225	40
	8:00	145	245	177	34	5	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	612	245	40
	9:00	169	289	131	29	13	4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	638	289	40
	10:00	218	276	115	20	5	7	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2	648	276	40
	11:00	155	287	140	32	9	6	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	634	287	40
	12:00	183	285	111	18	7	5	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	614	285	40
	13:00	198	252	114	28	2	6	2	2	0	0	0	0	0	1	1	2	608	252	40
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
																		0	0	
Daily	:	1253	2057	1225	330	132	55	18	5	3	1	3	1	1	3	3	6	5096		
Percent	:	25%	40%	24%	6%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Average	:	90	147	88	24	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262		

### ANEXO 3. DATOS INGRESADOS PARA CALLES ADYACENTES A LA AV.RIO COCA

#### MARTES

	RIO COCA		ISLA SAN CRISTOBAL		ISLA GENOVESA		ISLA FERNANDINA		ISLA SANTA FE		ISLA SEYMOUR	
	#N/A	#N/A	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
MODA 06H00 - 22H00	#N/A	#N/A										
MEDIANA 06H00 - 22H00	504,00	49,00										
PROMEDIO 06H00 - 22H00	498,00	45,71	343,62	22,86	79,68	7,77	46,91	3,81	86,65	3,81	231,07	15,22
PORCENTAJES	91,59	8,41	93,76	6,24	91,11	8,89	92,49	7,51	95,79	4,21	93,82	6,18
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>543,71</b>		<b>366,48</b>		<b>87,45</b>		<b>50,72</b>		<b>90,46</b>		<b>246,29</b>	
MODA 22H00 - 06H00	#N/A	#N/A										
MEDIANA 22H00 - 06H00	170,50	13,50										
PROMEDIO 22H00 - 06H00	170,50	13,50	117,65	6,75	27,28	2,30	16,06	1,12	29,67	1,12	79,11	4,50
PORCENTAJES	92,66	7,34	94,57	5,43	92,24	7,76	93,46	6,54	96,35	3,65	94,62	5,38
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>184,00</b>		<b>124,40</b>		<b>29,58</b>		<b>17,19</b>		<b>30,79</b>		<b>83,61</b>	
TOTAL PESADOS DIA (40%)	18,29		9,14		3,11		1,52		1,52		6,09	
TOTAL PESADOS DIA (60%)	27,43		13,71		4,66		2,28		2,28		9,13	
TOTAL PESADOS NOCHE (40%)	5,40		2,70		0,92		0,45		0,45		1,80	
TOTAL PESADOS NOCHE (60%)	8,10		4,05		1,38		0,67		0,67		2,70	
			<b>TOTALES</b>									
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
		<b>TOTALES / HORA</b>	461,27	29,61	106,96	10,07	62,97	4,93	116,32	4,93	310,18	19,72
		<b>TOTAL HORA</b>	490,87		117,03		67,91		121,25		329,90	
		<b>PORCENTAJES / HORA</b>	93,97	6,03	91,40	8,60	92,74	7,26	95,93	4,07	94,02	5,98
<b>TOTALES 24H</b>	<b>8681,14</b>		<b>5852,86</b>		<b>1396,20</b>		<b>809,90</b>		<b>1445,06</b>		<b>3933,51</b>	
<b>TOTAL PESADOS 24H</b>	<b>721,70</b>		<b>353,02</b>		<b>120,10</b>		<b>58,83</b>		<b>58,79</b>		<b>235,11</b>	

## MIERCOLES

	RIO COCA		ISLA SAN CRISTOBAL		ISLA GENOVESA		ISLA FERNANDINA		ISLA SANTA FE		ISLA SEYMOUR	
MODA 06H00 - 22H00	#N/A	43,00										
MEDIANA 06H00 - 22H00	561,50	43,00	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
PROMEDIO 06H00 - 22H00	536,25	43,25	370,01	21,63	85,80	7,35	50,51	3,60	93,31	3,60	248,82	14,40
PORCENTAJES	92,54	7,46	94,48	5,52	92,11	7,89	93,34	6,66	96,28	3,72	94,53	5,47
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>579,50</b>		<b>391,64</b>		<b>93,15</b>		<b>54,12</b>		<b>96,91</b>		<b>263,22</b>	
MODA 22H00 - 06H00	#N/A	#N/A										
MEDIANA 22H00 - 06H00	73,00	11,50										
PROMEDIO 22H00 - 06H00	97,25	10,88	67,10	5,44	15,56	1,85	9,16	0,91	16,92	0,91	45,12	3,62
PORCENTAJES	89,94	10,06	92,50	7,50	89,38	10,62	91,00	9,00	94,92	5,08	92,57	7,43
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>108,13</b>		<b>72,54</b>		<b>17,41</b>		<b>10,07</b>		<b>17,83</b>		<b>48,75</b>	
TOTAL PESADOS DIA (40%)	17,30		8,65		2,94		1,44		1,44		5,76	
TOTAL PESADOS DIA (60%)	25,95		12,98		4,41		2,16		2,16		8,64	
TOTAL PESADOS NOCHE (40%)	4,35		2,18		0,74		0,36		0,36		1,45	
TOTAL PESADOS NOCHE (60%)	6,53		3,26		1,11		0,54		0,54		2,17	
			<b>TOTALES</b>									
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
		<b>TOTALES / HORA</b>	437,12	27,06	101,36	9,20	59,68	4,51	110,23	4,51	293,94	18,02
		<b>TOTAL HORA</b>	464,18		110,56		64,18		114,74		311,97	
		<b>PORCENTAJES / HORA</b>	94,17	5,83	91,68	8,32	92,98	7,02	96,07	3,93	94,22	5,78
<b>TOTALES 24H</b>	<b>10137,01</b>		<b>6852,28</b>		<b>1629,41</b>		<b>946,74</b>		<b>1695,93</b>		<b>4605,49</b>	
<b>TOTAL PESADOS 24H</b>	<b>779,00</b>		<b>399,50</b>		<b>135,60</b>		<b>66,50</b>		<b>66,64</b>		<b>266,08</b>	

## JUEVES

	RIO COCA		ISLA SAN CRISTOBAL		ISLA GENOVESA		ISLA FERNANDINA		ISLA SANTA FE		ISLA SEYMOUR	
MODA 06H00 - 22H00	#N/A	29,00										
MEDIANA 06H00 - 22H00	550,00	46,00	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
PROMEDIO 06H00 - 22H00	535,13	46,44	369,24	23,22	85,62	7,89	50,41	3,87	93,11	3,87	248,30	15,46
PORCENTAJES	92,02	7,98	94,08	5,92	91,56	8,44	92,87	7,13	96,01	3,99	94,14	5,86
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>581,56</b>		<b>392,46</b>		<b>93,51</b>		<b>54,28</b>		<b>96,98</b>		<b>263,76</b>	
MODA 22H00 - 06H00	#N/A	#N/A										
MEDIANA 22H00 - 06H00	75,00	10,50										
PROMEDIO 22H00 - 06H00	105,00	11,88	72,45	5,94	16,80	2,02	9,89	0,99	18,27	0,99	48,72	3,95
PORCENTAJES	89,84	10,16	92,43	7,57	89,27	10,73	90,91	9,09	94,86	5,14	92,49	7,51
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>116,88</b>		<b>78,39</b>		<b>18,82</b>		<b>10,88</b>		<b>19,26</b>		<b>52,67</b>	
TOTAL PESADOS DIA (40%)	18,58		9,29		3,16		1,55		1,55		6,19	
TOTAL PESADOS DIA (60%)	27,86		13,93		4,74		2,32		2,32		9,28	
TOTAL PESADOS NOCHE (40%)	4,75		2,38		0,81		0,40		0,40		1,58	
TOTAL PESADOS NOCHE (60%)	7,13		3,56		1,21		0,59		0,59		2,37	
			<b>TOTALES</b>									
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
			441,69	29,16	102,42	9,91	60,30	4,86	111,38	4,86	297,02	19,42
			TOTAL HORA		470,84		112,33		65,16		316,44	
			PORCENTAJES / HORA		93,81		6,19		91,18		8,82	
			92,55		7,45		95,82		4,18		93,86	
			6,14									
<b>TOTALES 24H</b>	<b>10178,60</b>		<b>6871,69</b>		<b>1636,55</b>		<b>950,13</b>		<b>1698,73</b>		<b>4618,39</b>	
TOTAL PESADOS 24H	832,98		425,52		144,42		70,83		70,99		283,41	

## VIERNES

	RIO COCA		ISLA SAN CRISTOBAL		ISLA GENOVESA		ISLA FERNANDINA		ISLA SANTA FE		ISLA SEYMOUR	
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
MODA 06H00 - 22H00	473,00	48,00										
MEDIANA 06H00 - 22H00	540,00	42,50										
PROMEDIO 06H00 - 22H00	520,69	41,00	359,27	20,50	83,31	6,97	49,05	3,42	90,60	3,42	241,60	13,65
PORCENTAJES	92,70	7,30	94,60	5,40	92,28	7,72	93,49	6,51	96,37	3,63	94,65	5,35
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>561,69</b>		<b>379,77</b>		<b>90,28</b>		<b>52,46</b>		<b>94,01</b>		<b>255,25</b>	
MODA 22H00 - 06H00	#N/A	4,00										
MEDIANA 22H00 - 06H00	79,00	8,50										
PROMEDIO 22H00 - 06H00	134,13	12,25	92,55	6,13	21,46	2,08	12,63	1,02	23,34	1,02	62,23	4,08
PORCENTAJES	91,63	8,37	93,79	6,21	91,15	8,85	92,53	7,47	95,81	4,19	93,85	6,15
<b>TOTALES POR HORA</b>	<b>146,38</b>		<b>98,67</b>		<b>23,54</b>		<b>13,66</b>		<b>24,36</b>		<b>66,31</b>	
TOTAL PESADOS DIA (40%)	16,40		8,20		2,79		1,37		1,37		5,46	
TOTAL PESADOS DIA (60%)	24,60		12,30		4,18		2,05		2,05		8,19	
TOTAL PESADOS NOCHE (40%)	4,90		2,45		0,83		0,41		0,41		1,63	
TOTAL PESADOS NOCHE (60%)	7,35		3,68		1,25		0,61		0,61		2,45	
			<b>TOTALES</b>									
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
		<b>TOTALES / HORA</b>	451,82	26,63	104,77	9,05	61,68	4,44	113,94	4,44	303,83	17,73
		<b>TOTAL HORA</b>	478,45		113,82		66,12		118,37		321,57	
		<b>PORCENTAJES / HORA</b>	94,44	5,56	92,05	7,95	93,29	6,71	96,25	3,75	94,49	5,51
<b>TOTALES 24H</b>	<b>10060,05</b>		<b>6806,49</b>		<b>1616,71</b>		<b>939,92</b>		<b>1686,03</b>		<b>4574,82</b>	
<b>TOTAL PESADOS 24H</b>	<b>746,73</b>		<b>378,77</b>		<b>128,58</b>		<b>63,06</b>		<b>63,18</b>		<b>252,27</b>	







## ANEXO 4. DATOS DE VELOCIDAD INGRESADOS EN EL MODELO DE LA AV. RIO COCA (KM/H)

### MARTES (ESTE OESTE Y OESTE ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	34,29
MODA 22H00 - 06H00	
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO TOTAL	37,33
PRMEDIO 18H	37,33

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	38,86
MODA 22H00 - 06H00	
MEDIANA 22H00 - 06H00	44
PROMEDIO 22H00 - 06H00	44
PROMEDIO TOTAL	40,00
PRMEDIO 18H	40,00

### MIÉRCOLES (ESTE OESTE Y OESTE ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	33,5
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	46
PROMEDIO TOTAL	37,67
PRMEDIO 18H	34,67

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	39
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	46
PROMEDIO TOTAL	41,33
PRMEDIO 18H	39,56

### JUEVES (ESTE-OESTE Y OESTE-ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	33
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	50
PROMEDIO TOTAL	38,67
PRMEDIO 18H	34,22

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	38,5
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	47
PROMEDIO TOTAL	41,33
PRMEDIO 18H	39,11

### VIERNES (ESTE-OESTE Y OESTE-ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	32
MODA 22H00 - 06H00	40
MEDIANA 22H00 - 06H00	44
PROMEDIO 22H00 - 06H00	44
PROMEDIO TOTAL	36,00
PRMEDIO 18H	32,89

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	34,5
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	46
PROMEDIO TOTAL	38,33
PRMEDIO 18H	35,56

### SABADO (ESTE-OESTE Y OESTE-ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	32
MEDIANA 06H00 - 22H00	32
PROMEDIO 06H00 - 22H00	33,5
MODA 22H00 - 06H00	40
MEDIANA 22H00 - 06H00	40
PROMEDIO 22H00 - 06H00	42
PROMEDIO TOTAL	36,33
PRMEDIO 18H	34,22

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	39
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	46
PROMEDIO TOTAL	41,33
PRMEDIO 18H	39,56

### DOMINGO (ESTE-OESTE Y OESTE-ESTE)

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	37,5
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	49
PROMEDIO TOTAL	41,33
PRMEDIO 18H	39,11

MODA 06H00 - 22H00	40
MEDIANA 06H00 - 22H00	40
PROMEDIO 06H00 - 22H00	42
MODA 22H00 - 06H00	48
MEDIANA 22H00 - 06H00	48
PROMEDIO 22H00 - 06H00	50
PROMEDIO TOTAL	44,67
PRMEDIO 18H	43,11

### LUNES (ESTE-OESTE Y OESTE-ESTE)

<b>MODA 06H00 - 22H00</b>	32
<b>MEDIANA 06H00 - 22H00</b>	32
<b>PROMEDIO 06H00 - 22H00</b>	34
<b>MODA 22H00 - 06H00</b>	48
<b>MEDIANA 22H00 - 06H00</b>	52
<b>PROMEDIO 22H00 - 06H00</b>	52
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	41,71
<b>PRMEDIO 18H</b>	34,00

<b>MODA 06H00 - 22H00</b>	40
<b>MEDIANA 06H00 - 22H00</b>	40
<b>PROMEDIO 06H00 - 22H00</b>	41
<b>MODA 22H00 - 06H00</b>	48
<b>MEDIANA 22H00 - 06H00</b>	48
<b>PROMEDIO 22H00 - 06H00</b>	46,66666667
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	43,43
<b>PRMEDIO 18H</b>	41,00