



**Universidad de Guayaquil**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Carrera:

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

Título:

**“Determinación de los niveles de ruido en el tránsito de la Avenida Carlos Luis Plaza Dañin, entre la intercepción de la avenida De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil.**

**Planteamiento de un programa de control”**

Tesis para la obtención del título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor:**

**Víctor Alfonso Clavijo Salazar**

**Director de tesis:**

**Blga Miriam Salvador Brito MSc.**

Guayaquil, 2017

## © Derechos de autor:

Según la ley de propiedad intelectual, Art. 5:

“El derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador)

.....

Victor Alfonso Clavijo Salazar

Autor



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de Tutora de esta Tesis certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por el señor victor Alfonso clavijo Salazar, por lo que autorizo su presentación.

.....

Blga Miriam Salvador Brito MSc.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

CALIFICACIÓN QUE OTORGA EL TRIBUNAL QUE RECIBE LA SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN: TESIS DENOMINADO: **DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO EN EL TRÁNSITO DE LA AVENIDA CARLOS LUIS PLAZA DAÑIN, ENTRE LA INTERCEPCIÓN DE LA AVENIDA DE LAS AMERICAS Y LA CALLE NICASIO SAFADI REVÉS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**  
**PLANTEAMIENTO DE UN PROGRAMA DE CONTROL**  
AUTOR: **VICTOR ALFONSO CLAVIJO SALAZAR**  
PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE **INGENIERO AMBIENTAL**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**CALIFICACIÓN (Números y Letras)**

Ing. Glgo. Víctor Narváez B., M.Sc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

M.Sc. Vinicio Macas Espinosa  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

M.Sc. Williams Sánchez Arízaga  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN REALIZADA EN EL AUDITORIUM DE LA FACULTAD, EL DÍA.....LO CERTIFICO.

M.Sc. Guillermo Baños Cruz  
**SECRETARIO FACULTAD**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Determinación de los niveles de ruido en el tránsito de la Avenida Carlos Luis Plaza Dañin, entre la intercepción de la avenida De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil. Planteamiento de un programa de control”

**AUTOR:** victor Alfonso Clavijo Salazar

Previo a obtener el Título de: **INGENIERO AMBIENTAL**

.....

**Ing. Gigo. Víctor Narváz Baquerizo, M.Sc.**  
**Director de Escuela De Ciencias Geológicas y Ambientales**

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante.

A mis padres por ser parte fundamental en todo lo que soy, y su apoyo incondicional durante mi etapa académica, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## **Agradecimiento**

A mi directora de tesis, Blga Miriam Salvador Brito MSc. por todo su aporte, conocimientos impartidos e infinita paciencia durante cada etapa en la culminación de este proyecto.

Ing. Glgo. Erwin Larreta. Por sus consejos en la elaboración de mapas de ruido

A la Srta. Katherine Campoverde por su valiosa ayuda durante la etapa de estudio de campo del proyecto.

# Resumen

El presente trabajo evaluó los niveles de ruido en el tránsito de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin entre las ciudadelas Atarazana y Fae en el norte de la ciudad de Guayaquil, el desarrollo del proyecto se realizó durante el mes de octubre del año 2016, abarcando dos semanas de monitoreos la primera durante los días del 3 al 7 que comprendió días de actividades escolares normales y la siguiente semana los días del 10 al 14 durante vacaciones escolares, los monitoreos se establecieron en tres horarios considerados de mayor afluencia vehicular en la zona y comprende de 07h00 a 10h00 – 12h00 a 15h00 y 16h00 a 17h00, en total se eligieron 10 puntos a monitorear que fueron establecidos mediante visitas al lugar de estudio, se realizaron 300 monitoreos durante las dos semanas de actividades de campo, los equipos empleados como son el sonómetro y el calibrador acústico cumplen con los requisitos impuestos en la Legislación Ambiental vigente. De los datos obtenidos se puede concluir que los niveles de ruido para el área de estudio excede el límite máximo permisible debido a la gran cantidad de flujo vehicular que circula por la avenida principal, por este motivo es necesario aplicar las medidas correctivas que se encuentran en el plan de control sugerido en este proyecto, este documento representa uno de los primeros estudios de ruido y movimiento vehicular de la zona y cuenta con la elaboración de mapas de ruido que permite una fácil interpretación de los datos obtenidos, también propone la implantación de medidas correctivas para disminuir los niveles de ruido que se encuentran expuestos los habitante del sector afectado.

**Palabras claves:** Movimiento vehicular, Transito, Monitoreos, Plan de control

# Abstract

The present work evaluated the noise levels in the transit of the Carlos Luis Plaza Dañin Avenue between the Atarazana and Fae citadels in the north of the city of Guayaquil, the development of the project was carried out during the month of October of the year 2016, covering two Weeks of monitors the first during the days of 3 to 7 that comprised normal school days and the following week the days of 10 to 14 during school vacations, the monitoring was established in three schedules considered of greater vehicular influx in the zone and comprises From 07h00 to 10h00 - 12h00 to 15h00 and 16h00 to 17h00, in total 10 points were chosen to be monitored that were established through visits to the place of study, 300 were monitored during the two weeks of field activities, the equipment used as the Sound level meter and acoustic calibrator comply with the requirements imposed by the current Environmental Legislation. From the data obtained it can be concluded that the noise levels for the study area exceeds the maximum allowable limit due to the large amount of vehicular flow that circulates along the main avenue, for this reason it is necessary to apply the corrective measures found in The control plan suggested in this project, this document represents one of the first studies of noise and vehicular movement of the area and has the development of noise maps that allows an easy interpretation of the data obtained, also proposes the implementation of measures Corrective measures to reduce the levels of noise that are exposed the inhabitants of the affected section.

**Key words:** Vehicle movement, Transit, Monitoring, Control plan

## Índice de abreviaturas

<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>A</b>	filtro de ponderación A
<b>B</b>	Filtro de ponderación B
<b>C</b>	Velocidad del sonido
<b>cm</b>	Centímetros
<b>db</b>	Decibelios
<b>F</b>	Frecuencia
<b>GPS</b>	Sistema de posicionamiento global
<b>Hz</b>	Hercios
<b>KHz</b>	Kilohercios
<b>Leq</b>	Nivel de presión sonora equivalente
<b>Log</b>	Logaritmo
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>M</b>	Metro
<b>Min</b>	Minutos
<b>Ms</b>	Milisegundos
<b>Ps</b>	Presión sonora
<b>λ</b>	Letra griega de longitud de onda

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....	3
2.1 Antecedentes .....	3
2.2 Justificación.....	6
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBEJTIVOS .....	8
3.1 Hipótesis del proyecto .....	8
3.2 Objetivo general .....	8
3.3 Objetivos específicos .....	8
CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO .....	9
4.1 El ruido .....	9
4.1.1 Propagación del ruido .....	9
4.1.2 Factores que afectan a la propagación del ruido .....	10
4.1.3 Tipos de fuente de ruido .....	11
4.1.4 Principales fuentes de ruido.....	11
4.1.5 Magnitudes físicas del ruido.....	13
4.1.6 Tipos de ruido .....	14
4.1.7 Características del ruido .....	15
4.1.8 El ruido y la ciudad.....	16
4.1.9 Factores que influyen en la exposición al ruido .....	17
4.1.10 Causas principales del ruido .....	17
4.1.11 Variables que afectan al ruido del tráfico vehicular .....	18
4.1.12 Efectos del ruido a la salud humana .....	20
4.1.13 Instrumentos de medición de ruido .....	22
4.2 El sonido.....	23
4.2.1 Medición de niveles de presión sonora .....	24
4.2.2 Nivel de potencia sonora.....	24
4.2.3 Naturaleza y clasificación de los sonidos .....	25
4.2.4 Características del sonido .....	26
4.2.5 El movimiento ondulatorio del sonido.....	27
4.2.6 Velocidad de propagación del sonido en el aire.....	28

4.2.7 Características físicas del sonido.....	29
4.2.8 Onda sonora .....	30
4.3 Marco jurídico.....	32
4.3.1 Normas Internacionales .....	35
CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
5.1 Descripción del área del proyecto .....	39
5.1.2 Geología del área de estudio .....	39
5.1.3 Descripción de formaciones.....	39
5.1.4 Topografía.....	41
5.1.5 Características Climáticas.....	41
5.1.6 Temperatura.....	42
5.1.7 Humedad .....	42
5.1.8 Nubosidad y Luz .....	43
5.1.9 Características del viento.....	43
5.1.10 Aspectos hidrográficos.....	44
5.1.11 Aspectos demográficos.....	44
5.1.12 Servicios Básicos .....	45
5.1.13 Educación .....	45
5.1.14 Medio biótico: Flora.....	45
5.1.15 Fauna.....	47
5.2 Características del área de estudio .....	47
5.2.1 Área de influencia directa.....	48
5.2.2 Área de influencia indirecta .....	48
5.3 Metodología del estudio .....	50
5.4 Requisitos de los equipos de medición .....	51
5.5 Elección de los sitios de medición.....	51
5.6 Condiciones ambientales durante la medición .....	51
5.7 Ubicación de sonómetro y método de monitoreo .....	52
5.8 Estudio de movimiento vehicular.....	52
CAPÍTULO 6. RESULTADOS .....	53
6.1 Resultados y manejo de los datos obtenidos en los monitoreos.....	53

6.1.1 Punto número uno.....	53
6.1.2 Punto número dos.....	55
6.1.3 Punto número tres.....	57
6.1.4 Punto número cuatro.....	59
6.1.5 Punto número cinco .....	61
6.1.6 Punto número seis .....	63
6.1.7 Punto número siete .....	65
6.1.8 Punto número ocho.....	67
6.1.9 Punto número nueve .....	69
6.1.10 Punto número diez .....	71
6.1.11 Correlación de Pearson .....	73
6.2 Mapas de ruido.....	74
6.2.1 Mapa # 1 .....	74
6.2.2 Mapa # 2 .....	75
6.2.3 Mapa # 3 .....	76
6.2.4 Mapa # 4 .....	77
6.2.5 Mapa # 5 .....	78
6.2.6 Mapa # 6 .....	79
CAPÍTULO 7. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE RUIDO EN EL TRÁNSITO URBANO .....	80
7.1 Propuesta.....	80
7.2 Medidas prácticas .....	81
7.3 Análisis final .....	82
CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN.....	83
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
9.1 Conclusiones.....	85
9.2 Recomendaciones.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	94

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transmisión de sonido .....	10
Figura 2. Propagación del ruido en una fuente lineal .....	11
Figura 3. Ruido continuo.....	14
Figura 4 Ruido fluctuante.....	15
Figura 5 Ruido de impacto.....	15
Figura 6. Formula de presión sonora.....	24
Figura 7. Formula de nivel de potencia sonora.....	24
Figura 8. Onda sonora.....	26
Figura 9. Onda sinusoidal.....	27
Figura 10. Área de influencia indirecta .....	49
Figura 11. Puntos de monitoreo .....	50
Figura 12. Conteo de flujo vehicular .....	52
Figura 13. Datos de monitoreo del 3 octubre 2016.....	99
Figura 14. Datos de monitoreo del 4 octubre 2016.....	99
Figura 15. Datos de monitoreo del 5 octubre 2016.....	100
Figura 16: Datos de monitoreo del 6 octubre 2016.....	100
Figura 17: Datos de monitoreo del 7 octubre 2016.....	101
Figura 18: Datos de monitoreo del 10 octubre 2016.....	101
Figura 19: Datos de monitoreo del 11 octubre 2016.....	102
Figura 20: Datos de monitoreo del 12 octubre 2016.....	102
Figura 21: Datos de monitoreo del 13 octubre 2016.....	103
Figura 22: Datos de monitoreo del 14 octubre 2016.....	103

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variación de velocidad de propagación del sonido en diferentes medios	29
Tabla 2. Niveles máximos permisibles.....	33
Tabla 3. Corrección por nivel de ruido de fondo .....	34
Tabla 4. Niveles de presión sonora máximo para vehículos motorizados .....	35
Tabla 5 Guías para el ruido urbano .....	38
Tabla 6. Temperatura durante los días de medición de ruido.....	42
Tabla 7. Humedad promedio durante los días de medición.....	43
Tabla 8. Nubosidad mensual de la ciudad de Guayaquil.....	43
Tabla 9. Coordenadas UTM .....	49
Tabla 10 .....	54
Tabla 11.....	55
Tabla 12.....	56
Tabla 13.....	57

Tabla 14.....	58
Tabla 15.....	59
Tabla 16.....	60
Tabla 17.....	61
Tabla 18.....	62
Tabla 19.....	63
Tabla 20.....	64
Tabla 21.....	65
Tabla 22.....	66
Tabla 23.....	67
Tabla 24.....	68
Tabla 25.....	69
Tabla 26.....	70
Tabla 27.....	71
Tabla 28.....	72
Tabla 29.....	73

## INDICE DE FOTOS

Foto 1: Trípode.....	94
Foto 2: sonómetro .....	94
Foto 3: Calibrador acústico... ..	94
Foto 4: GPS.....	94
Foto 5: Primer día.....	95
Foto 6: Segundo día .....	95
Foto 7: Tercer día .....	95
Foto 8 : Cuarto día... ..	95
Foto 9: Quinto día.....	96
Foto 10 : Quinto día.....	96
Foto 11 : Av. Carlos Luis Plaza Dañin.....	96
Foto 12 : Av. Carlos Luis Plaza Dañin .....	96
Foto 13: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin .....	97
Foto 14: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin .....	97
Foto 15 : Área de estudio. Cdla Fae .....	97
Foto 16 : av. Carlos Luis Plaza Dañin.....	98
Foto 17: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin .....	98

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

La degradación del medio ambiente es uno de los mayores problemas que se le plantean al hombre en la actualidad. El crecimiento económico, la expansión demográfica y las grandes concentraciones urbanas crean una serie de condiciones que afectan, en mayor o menor cuantía, la calidad del medio ambiente. Entre otros efectos, el desarrollo incontrolado de las actividades del hombre en el seno de las sociedades industrializadas, origina la contaminación del aire y del agua, la desaparición de zonas verdes y el incremento incesante del ruido (García, 1988).

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos a nivel mundial es la continua degradación del medio ambiente. El desarrollo, a veces descontrolado de nuestra sociedad ha traído un aumento de niveles sonoros a los que estamos expuestos diariamente sin ningún control (Arana Burgui & Bueno Pacheco, 2013)

El ruido proveniente del transporte vehicular constituye la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas a los centros de estudio o al trabajo, además de los requerimientos de transporte para soporte del sistema industrial, comercial, de servicios y administrativo. Mientras una conversación normal transcurre aproximadamente a 55 decibeles el tráfico vehicular sobrepasa los 85 (dB) (Ramírez & Efraín, 2011).

Sin embargo el ruido es un contaminante que se le ha dedicado hasta ahora poca atención, esta situación está dada principalmente por el hecho de que en general sus efectos a la salud humana no son inmediatos, si no que se observan a largo plazo y con una exposición prolongada.

Se ha descubierto que la exposición prolongada aunque sea a niveles relativamente bajos de ruido puede llegar a afectar la salud de las personas

provocando hipertensión, perturbación del sueño y dificultades en el aprendizaje en los niños.

El siguiente tema de investigación “Determinación de los niveles de ruido en el tránsito de la Avenida Carlos Luis Plaza Dañin, de la ciudad de Guayaquil, el área que se eligió para el estudio de niveles de presión sonora vehicular está influenciado por el tráfico de una gran cantidad de vehículos de transporte urbano como son los buses de varias líneas así como motocicletas camiones pequeños que circulan por la zona considerada sector residencial, volviendo esta avenida una de las principales arterias de tráfico en el sector norte de la ciudad.

## **CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1 Antecedentes**

El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes. Su indudable dimensión social contribuye en gran medida a ello, ya que las fuentes que lo producen forman parte de la vida cotidiana: actividades y locales de ocio, grandes vías de comunicación, los medios de transporte las actividades industriales y todas las acciones realizadas por el hombre (Osman, Ruido y Salud , 2016)

Vale la pena destacar que el ruido se encuentra catalogado como un contaminante atmosférico cuando se presenta en niveles altos, manifestándose sobre todo en sociedades industrializadas o en vías de desarrollo, pero se genera principalmente en centros urbanos densamente poblados.

La contaminación acústica se define como la presencia en el medio ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestias, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente (Martinez & Peters, 2015).

Si bien es cierto, la contaminación acústica es un problema actual, no podemos considerarlo como nuevo. Desde hace casi 2000 años se conoce que la exposición a ruidos intensos produce pérdida auditiva. Plinio el Viejo, naturalista y escritor romano, en su libro Historia Natural describió la sordera de los pobladores próximos a las cascadas del río Nilo (Salazar, 2012)

Los datos y relatos históricos acerca de la relación del ruido y las actividades humanas son tan abundantes como variados. En Sibaris, en la Magna Grecia se prohibía tener gallos que perturbaran el reposo nocturno de los ciudadanos, y los artesanos que trabajaban con el martillo o que ejercían oficios particularmente ruidoso estaban obligados a residir fuera de la ciudad (García, 1988).

Para los habitantes que viven en una sociedad industrializada, el ruido se ha convertido en un elemento cotidiano, algo con lo que se convive diariamente y está asociado a ciertas funciones que consideramos indispensables en nuestra vida diaria, por ejemplo los medios de transportes producen la mayor fuente de ruido dentro de las ciudades (Vinuesa Angulo, 2010).

Se estima que 80 millones de personas en Europa viven expuestas a ruidos mayores a 65 dBA y 170 millones viven entre 55 y 65 dBA (EC, 1996). La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999) señala que cerca del 40% de la población de la Comunidad Europea está expuesta a ruidos diurnos provenientes del tráfico vehicular que exceden una presión sonora de 55 dBA; 20% a niveles que exceden 65 dBA; y 30% debe soportar niveles nocturnos superiores a 55 dBA. En adición, uno de cada cinco niños vive en zonas acústicas negras, condición que además de generar estrés, conduce a diversos problemas fisiológicos (Belojevic, Jakovljevic, & Paunovic, 2008)

Por otra parte, el Libro Verde de la Comisión Europea (Europeas, 1996) indica que el ruido ambiental, causado por el tráfico y las actividades industriales y recreativas, constituye uno de los principales problemas medioambientales en Europa, y es el origen de un número cada vez mayor de quejas por parte del público

Los países de América Latina están cada vez más expuestos al ruido excesivo en el ambiente doméstico y callejero, lo que causa estrés, enfermedades cardiacas y miles de muertes cada año, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Existen muchas ciudades ruidosas, como México, Caracas, Buenos Aires y Guayaquil que sufren graves problemas de contaminación acústica que no solo perjudican a la población causando molestias a la tranquilidad de las personas sino también porque el ruido una de las mayores causas de sordera progresiva a los habitantes que se exponen a ellos (Lauterbach, 1998).

El nivel de ruido se considera moderado hasta aproximadamente 60 dBA, pero incrementos de este valor generan molestias que se tornan progresivamente más desagradables hasta convertirse en dolorosas a 130 dBA y generan lesiones en el

oído a 140 dBA. Algunos autores refieren, que incluso exposiciones cortas por debajo de 100 dBA, pueden causar daños permanentes al oído (Gonzales, 2012)

La ciudad de Guayaquil no está libre del ruido producto del tráfico vehicular con un parque automotriz en crecimiento continuo, según estadísticas de la Asociación de tránsito Municipal (ATM) la cantidad de vehículos que circula en Guayaquil es de 620.393 sin embargo de este monto, solo 360 mil cumplen cada año con la matriculación.

El panorama se empeora con el excedente de 2.000 buses urbanos (aparte de los 4.000 con permisos de circulación) y la sobreoferta de taxis amarillos, ejecutivos y los 'piratas'. La ciudad de Guayaquil presenta niveles de ruido que se consideran preocupantes ciertas zonas superaron los 55 decibeles (unidad del sonido) en el día, que es el valor máximo permitido para la circulación de vehículos en vías públicas (OMS).

La ciudad tiene 25 puntos críticos de contaminación sonora, debido al tráfico, al excesivo uso del claxon de automotores, que superan los límites ambientales permisibles diario el universo (EL Universo,2005). Lo permisible es 55 decibeles, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), que indica que los niveles superiores son considerados como contaminantes, porque pueden producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos en las personas o grupos de personas.

Las avenidas Pedro Menéndez Gilbert, Carlos Julio Arosemena, Benjamín Rosales, 9 de Octubre y Domingo Comín, que hacia el norte toma el nombre Eloy Alfaro, son las cinco avenidas donde se registra mayor tráfico vehicular, según datos de la Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE, 2016)

## 2.2 Justificación

La sociedad ecuatoriana y sobre todo los grupos sociales más jóvenes se han acostumbrado a niveles sonoros muy elevados. Muchas veces no se le da la debida importancia al ruido ya que por falta de información la mayoría de la población no lo considera un contaminante, sin embargo afecta al ser humano y sus relaciones sociales. Por esta razón es uno de los parámetros que se deben considera para determinar la calidad de vida de los habitantes del área de estudio del proyecto.

El ruido tiene muchos efectos negativos sobre la salud humana y de esto debemos estar conscientes los habitantes de la ciudad de Guayaquil una de las más ruidosas del país, aparte de los problemas físicos producidos por el ruido vehicular como la sordera, producto de la exposición de ruido a largos periodos de tiempo como los que se encuentran expuestos diariamente los habitantes del área de estudio que es una zona de uso residencial en el cual se localizan dos ciudadelas la FAE y Atarazana.

Dentro de la ciudad de Guayaquil en el área de estudio del proyecto las fuentes generadoras de ruido son muy diversas desde obras de construcción, actividades industriales, locales comerciales, tráfico aéreo y el tráfico vehicular. Este último se ha convertido en el principal foco de ruido, junto al creciente aumento del parque automotor de los últimos años ha llevado a la contaminación acústica a ser uno de los principales factores de degradación de la calidad de vida urbana en la ciudad.

La presente investigación tiene como objetivo determinar los niveles de ruido que se encuentran expuestos los habitantes del área de estudio debido a que en la ciudad de Guayaquil este es un problema que va en aumento, lo que puede causar a mediano y largo plazo serios inconvenientes en la salud de sus habitantes.

El proyecto investigativo se basará en realizar monitoreos de ruido con la finalidad de determinar los niveles de ruido vehicular que se encuentra presente en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin entre la intercepción de la avenida de Las

Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil y comparar los resultados obtenidos según la Legislación Ambiental Vigente en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS) del Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) reforma al Libro VI del Acuerdo Ministerial No 061, Registro Oficial del 4 de Mayo del 2015 en la Ciudad de Quito (Ambiente, 2015) para sugerir medidas de control y cumplir con los derechos de la constitución dentro del Plan del buen vivir .

## **CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBEJTIVOS**

### **3.1 Hipótesis del proyecto**

Mediante monitoreos, se determinará los niveles de ruido vehicular al que están expuestos los habitantes y personas que transitan por la avenida Carlos Luis Plaza Dañin entre la intercepción de la avenida de Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil.

### **3.2 Objetivo general**

Establecer los niveles ruido vehicular producidos por el tránsito en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, entre la intercepción de la avenida De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil mediante mediciones de ruido, para sugerir una propuesta de mitigación.

### **3.3 Objetivos específicos**

- Elaborar una línea base del área de estudio.
- Determinar el número y ubicación de los puntos de medición.
- Correlacionar los niveles de ruido vehicular del área de estudio con la normativa ambiental vigente.
- Sugerir una propuesta de mitigación de ruido para el área de estudio.

## **CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 El ruido**

El ruido es el contaminante más común, y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. Así, lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor, y se define al sonido como todo agente físico que estimula el sentido del oído (Newtenberg, 2016).

El ruido es la sensación auditiva no deseada correspondiente generalmente a una variación aleatoria de la presión a lo largo de una línea de tiempo. Es un sonido complejo, y puede ser catalogado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen y por la magnitud de la presión acústica correspondiente a cada una de esas frecuencias. Existen multitud de variables que permiten catalogar unos ruidos de otros: su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal su cadencia y ritmo (Morales Pérez, 2009).

Un ruido es todo sonido que puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado. En un principio, los ruidos no son ni positivos ni negativos, solo una sensación subjetiva cuyo nivel de molestia está influido por la calidad, duración y por supuesto, la tolerancia de cada individuo (España, 2016)

#### **4.1.1 Propagación del ruido**

Para que se propague un ruido es imprescindible que la fuente libere una determinada cantidad de energía en el entorno que lo rodea, esta energía liberada genera que las moléculas del ambiente de transmisión experimenten vibraciones bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se difunden, finalmente

emitiendo el sonido. El ruido puede llegar al receptor por varias formas: aire, agua, y paredes a través de un medio físico (Harris Cyril, 1977). La transmisión del sonido desde una fuente hacia un receptor está representada en la siguiente figura.

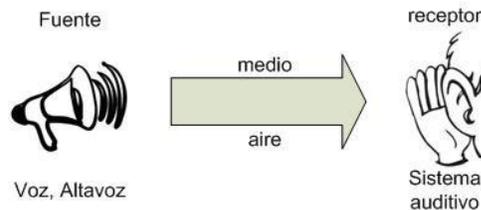


Figura 1. Transmisión de sonido  
Fuente: Harris, 1977

### **Dónde**

**Fuente:** Generación de onda sonora

**Medios:** Medio en el que se transmite el sonido puede ser agua, aire o un medio físico

**Receptor:** El oído humano

La velocidad con la que se transmite el ruido depende de las propiedades físicas del material por el que se propaga. Cuando el ruido llega a una separación entre materiales en los que la velocidad de propagación varía, parte de la energía se transmite al siguiente cuerpo y otra parte de la energía se refleja, esto se denomina propagación sonora (Kane & Sternheim, 2007)

#### **4.1.2 Factores que afectan a la propagación del ruido**

- Tipo de fuente (puntual o lineal)
- Distancia desde la fuente
- Absorción atmosférica
- Viento
- Temperatura y gradiente de temperatura
- Obstáculos, tales como barreras biológicas (cercas vivas)
- Reflexiones
- Humedad
- Precipitación

### 4.1.3 Tipos de fuente de ruido

- **Fuentes puntuales**

La fuente fija se considera como un elemento o conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de colindancias del predio, por aire o por el suelo ( Magrama, 2016).

- **Fuentes lineales**

Si una fuente de ruido es estrecha en una dirección y larga en la otra comparada con la distancia al oyente, ésta es llamada fuente lineal. Y puede estar compuesta de muchas fuentes puntuales no direccionales (incoherentes) operando simultáneamente, tal como una sucesión de vehículos en una carretera concurrida o una línea de ferrocarriles (Kjaer, 2016).

#### PROPAGACIÓN CILÍNDRICA DE UNA FUENTE LINEAL

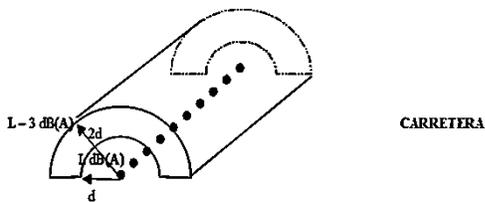


Figura 2. Propagación del ruido en una fuente lineal  
Fuente: ( Magrama, 2016)

### 4.1.4 Principales fuentes de ruido

Las principales fuentes generadoras de ruido dentro de las ciudades son: la industria, el tránsito vehicular, la circulación de aviones, la construcción de edificios, obras de mejoramiento urbanístico, actividades comerciales, lugares de recreación, entre otros.

- **Originados por industrias**

Con el creciente desarrollo de la industria y el uso de maquinarias pesadas se han creado serios problemas de generación de ruido tanto en el exterior como en el interior de las fábricas o instalaciones dando como resultado el ruido interno que tiene importancia en el ámbito laboral y el ruido externo que incide en la comunidad vecina afectando a la población (Romo & Gómez, 2003).

- **Tráfico rodado o vehicular**

Procede principalmente del motor y las transmisiones así como la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Los niveles sonoros producidos por las transmisiones y motores aumentan con la velocidad del vehículo, tipo de calzada, estado de conservación de la misma y la distancia de la fuente. En el caso de los transportes y servicios públicos urbanos, el envejecimiento de la flota, su mal estado de mantenimiento y en ocasiones su conducción son las causas más importantes del problema (Andalucía, 2016).

Como regla general, los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros, el ruido de contacto con el suelo, excede al del motor a velocidades superiores a los 60 km/h. Los factores que implican un cambio en la velocidad y la potencia (semáforos, cambios de rasante, intersecciones, condiciones meteorológicas) así como los niveles de fondo, influyen también en la generación de ruido (Osman, Ruido y Salud, 2016).

- **Tráfico aéreo**

El ruido generado por los aviones está considerado entre los más molestos; su impacto no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta

también a un gran número de zonas urbanas y rurales en todos los países del mundo. La popularización del avión como medio de transporte y su uso en el movimiento de mercancías ha producido un aumento exponencial del tráfico aéreo en las últimas décadas (Romo & Gómez, 2003).

- **Ruido generado por actividades comerciales y locales públicos**

Son muy diversas las fuentes sonoras que conviven en estas actividades, pero la más perturbadora está constituida por la instalación de equipos musicales, cada vez disponen de mayor potencia y son capaces de emitir sonidos de muy baja frecuencia, para los que el aislamiento acústico del local carece de eficacia. Otra fuente sonora de ruido está caracterizada por la voz humana en sus diversas manifestaciones culturales y comerciales (García del Pozo, 2016).

- **Construcción de edificaciones y obras públicas**

Principalmente por el uso de maquinarias: concreteiras, taladros, niveladores, martillos hidráulicos, maquinaria pesada

#### **4.1.5 Magnitudes físicas del ruido**

El ruido está definido por dos magnitudes físicas que son intensidad y frecuencia del ruido.

- **Intensidad del ruido:** La intensidad sonora hace referencia a la energía acústica que recibe el oído. Esta magnitud depende del nivel y la superficie afectada y se mide en  $\text{wattios/m}^2$ , debido a que el oído humano percibe un rango dinámico de ruido muy grande se utiliza el decibel (db) como unidad de medida (Bartí, 2010)

- **Frecuencia del ruido:** Es el número de ciclos producidos por segundo. Se mide en ciclos/segundo o Hertz (Hz). Coincide con el número de variaciones de presión que experimenta una onda sonora en un segundo (Ikaro, 2016) .

#### 4.1.6 Tipos de ruido

- **Ruido continuo**

Se entiende por ruido continuo o estacionario, aquel en que el nivel de presión sonora se mantiene constante y no presenta cambios repentinos durante su emisión y si posee máximos estos se producen por intervalos menores de un segundo ejemplo el ruido de un ventilador o de una sala de máquinas (Cortéz Díaz, 2007).



Figura 3. Ruido continuo  
Fuente: (Cortés, 2007)

- **Ruido intermitente o fluctuante**

Es el ruido cuyo nivel de presión sonora varía en función del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias (no periódicas). Se puede escoger un límite fluctuación para intentar separar lo que es un ruido estacionario, de uno fluctuante, que suele estar en torno a 6 dB (A) (Sisma, 2009).

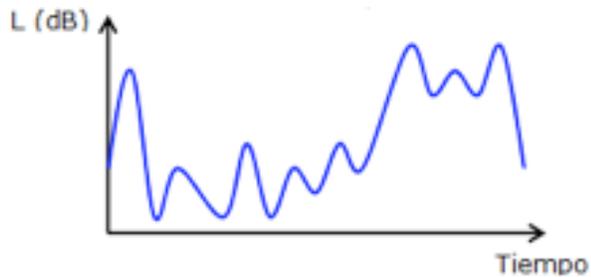


Figura 4 Ruido fluctuante  
Fuente: (Sisma, 2009)

- **Ruido de impacto**

Son ruidos que tienen su origen en golpes simples, son de una duración corta y las variaciones en los niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo. Por ejemplo el impacto constante de un martillo hidráulico o una prensa industrial (Chinchilla , 2012).

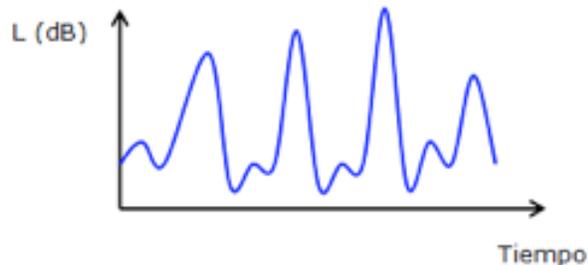


Figura 5 Ruido de impacto  
Fuente: (Sisma, 2009)

#### 4.1.7 Características del ruido

El ruido posee una serie de características que lo vuelven un contaminante ambiental y uno de los principales problemas en la calidad de vida de las personas que se encuentran expuesto constantemente a sus efectos y se diferencia de otros contaminantes por las siguientes características:

- Es un contaminante que se produce con facilidad Necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene efecto acumulativos a corto plazo en las personas que se encuentran expuestos a niveles altos de ruido por un tiempo prolongado
- Su radio de acción es mucho menor que otros contaminantes: se encuentra localizado en ciertas áreas concretas dentro de los núcleos urbanos.
- Solo se percibe por un solo sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto en las poblaciones afectadas (Álvarez Bayona, 2006).

#### **4.1.8 El ruido y la ciudad**

El medio ambiente por siempre ha constituido una fuente inagotable de sonidos, los cuales varían desde el punto de vista de la intensidad del sonido, desde el canto de un pájaro o el flujo de agua de un río , hasta el estruendo de un trueno o una erupción volcánica, quedando de manifiesto su variedad timbrística y de intensidad. Pero sin lugar a dudas, los entornos urbanos como las grandes ciudades superan ampliamente los ejemplos mencionados, ya sea en la cantidad de fuentes generadoras, como en la periodicidad en que se manifiestan (Bernal & Dittmann, 2006).

Según la Unesco (1993), señalan a los vehículos motorizados, como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en las grandes ciudades del mundo. Los niveles y espectros del ruido están en función de diversos parámetros tales como: tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, estado de la infraestructura urbana (naturaleza del pavimento, regulación del tráfico, estructura urbanística), esta últimos jugando un rol trascendental. De los parámetros anteriormente mencionados sin duda, la intensidad del tráfico es el parámetro de mayor relevancia (SINIA, 2016).

#### 4.1.9 Factores que influyen en la exposición al ruido

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es la disminución del umbral de la audición. Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva:

- Intensidad.
- Tipo de ruido.
- Tiempo de exposición al ruido.
- Edad de la población afectada.
- Susceptibilidad Individual (varía en cada persona).

#### 4.1.10 Causas principales del ruido

Los principales problemas que aparecen al momento de tratar la contaminación ambiental por ruido son las siguientes:

- **Mala planificación territorial o planeamiento urbanístico obsoleto:** La ordenación y planificación del uso de suelo se debe establecer de una manera adecuada, estableciendo y zonificando las áreas urbanas de acuerdo a sus actividades en zonas industriales o comerciales y que no interfieran geográficamente con las áreas residenciales y sanitarias. (De Esteban Alonso, 2003)
- **Un mal trazado de las vías y las prácticas de conducta contribuyen a la congestión:** El trazado de las principales vías que soportan un tráfico vehicular de gran afluencia, no deberán atravesar zonas residenciales y el tráfico de vehículos pesados deberá canalizarse por vías perimetrales a la ciudad (Thomson & Bull, 2002)
- **Aislamiento acústico deficiente:** Se define como la protección de un recinto contra la penetración de sonidos. Se trata de reducir el ruido, tanto aéreo (conductos de ventilación, aberturas y grietas en paredes) como

estructural (Vibraciones de maquinaria, Transmisión de impactos sonoros), que llega al receptor a través del obstáculo (Gassab, 2012)

➤ **Ubicación de los aeropuertos dentro de áreas urbanas**

#### **4.1.11 Variables que afectan al ruido del tráfico vehicular**

El ruido producido por el tráfico depende de un gran número de variables, unas propias de las características de la calzada y del entorno por el que discurre y otras propias de los vehículos. Estas variables en las que nos vamos a centrar son las siguientes:

- **La intensidad de tráfico**

La Intensidad de Tráfico es el número de vehículos que circulan en la unidad de tiempo por un punto fijo de la calzada (vehículos/tiempo), modifica los niveles sonoros de la zona en dos aspectos principales: A mayor intensidad de tráfico mayor nivel sonoro de fondo y también menor diferencia entre el nivel sonoro de fondo y niveles punta (Transporte, 2006).

- **Composición del tráfico**

Lo normal es pensar que a mayor número de vehículos, se producirá mayores niveles sonoros, pero esta idea varía en función del valor de dicho porcentaje. Para niveles bajos de vehículos ruidosos, el nivel sonoro sólo se modifica por la existencia de valores de punta, que destacan sobre el nivel sonoro medio pero sin que éste se vea sensiblemente modificado (Ramos Castellanos, 2002).

Sin embargo, a medida que la cantidad de vehículos ruidosos aumenta, el nivel sonoro medio producido por la circulación se va incrementando paulatinamente, además de aparecer las correspondientes crestas. Es decir, cuando circulan pocos

vehículos ruidosos se aprecia mucho más su paso porque se produce una elevación de los valores punta ( $L_{max}$ ), que no se destaca tanto si circulan en un número elevado debido a que el Nivel Sonoro Continuo Equivalente ( $L_{eq}$ ) es más alto (Ramos Castellanos, 2002).

- **Características de la calzada**

La composición geométrica de la calzada impacta significativamente en el desarrollo acústico de la circulación vehicular. La existencia de pendientes origina elevaciones de los niveles sonoros, especialmente en los vehículos pesados, al tener una peor relación peso/potencia, que les obliga a aumentar esta para tratar de mantener la velocidad, además de esto se debe añadir el ruido producido por las frenadas en las pendientes negativas (Valtueña, 2002).

- **Tipos de viviendas y estructuras**

El tipo de estructuras y viviendas que rodean el entorno de la vía o calzada, influye en los distintos comportamientos en el proceso de propagación de ondas acústicas. Cuando un vehículo circula por una carretera ubicada en entornos abiertos, las ondas sonoras emitidas por este no encuentran obstáculos para su propagación, lo que origina una disminución rápida de los niveles de ruido una vez que desaparezca la fuente que los originó. Pero cuando el vehículo circula por una vía urbana las estructuras de las viviendas impiden la rápida propagación de las ondas sonoras (Cobo, 1997).

- **Velocidad de aceleración**

La velocidad de aceleración de vehículo es una variable importante a la hora de calcular el ruido producido por su circulación, la velocidad ideal de circulación es de 50 km/h dentro de un perímetro urbano, aparte se considera otras variables como son los semáforos, zonas de aceleración, de frenado, rotondas, congestión todos estos factores influyen en la velocidad de circulación y el nivel de ruido emitidos por los vehículos (Planzer, 2005) .

- **Otros factores que influyen en el ruido**

En el Ecuador el problema del ruido ambiental por el tráfico urbano no solo es producto del exceso de vehículos y la congestión dentro de los perímetros urbanos, sino también la falta de cultura y conciencia ambiental a la hora de usar el claxon o pito de los carros por parte de los conductores ya que es muy común el uso de este instrumento sin consideración alguna a los transeúntes y los otros conductores que se encuentran a los alrededores.

#### **4.1.12 Efectos del ruido a la salud humana**

Son muchas las afecciones que se pueden sufrir a causa del ruido, y van de lo fisiológico a lo psicológico. Además interfiere de manera importante en la comunicación interpersonal, aumenta la siniestralidad laboral y los accidentes de tráfico. La lista de consecuencias producidas por el ruido es larga, a la mala comunicación interpersonal, perturbación del sueño y estrés, se une la disminución del rendimiento y la concentración, así como alteraciones cardiovasculares y metabólicas que se manifiestan con aumentos de presión arterial y problemas del ritmo cardiaco, junto con aumento de los niveles de colesterol y glucosa en sangre (Tolosa Cabaní, 2003).

#### **4.1.12.1 En el sueño**

- Dificultad para conciliar el sueño
- Interrupción del sueño
- Alteración en la profundidad del sueño.
- Alteraciones fisiológicas del sueño que llevan a cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales (México, 2016).

#### **4.1.12.2 Efectos fisiológicos y psicológicos del ruido**

El efecto fisiológico más conocido como consecuencia de los altos niveles sonoros es la sordera. Sin embargo, una exposición prolongada a niveles de ruido considerables puede ocasionar una serie de importantes afectaciones en el organismo humano, entre otras:

- Alteraciones a las funciones circulatorias
- Alteraciones a las funciones cardíacas (taquicardia)
- Alteraciones a las funciones respiratorias, por ejemplo aumento del consumo de oxígeno
- Alteraciones de las funciones hormonales
- Alteraciones de la presión sanguínea
- Alteraciones en las funciones digestivas: vómitos, diarreas, digestiones pesadas (Vivas & Mora, 2005)

#### **4.1.12.3 Efectos sobre la salud mental**

No se cree que el ruido medioambiental sea una causa directa de enfermedad mental, pero es supuesto que acelera e intensifica el desarrollo del desorden mental latente. Los efectos del ruido sobre la salud mental cubren una variedad de

síntomas, incluso la ansiedad, la tensión emocional, las quejas nerviosas, las náuseas, los dolores de cabeza, los cambios en el humor, aumento de conflictos sociales, así como los desórdenes psiquiátricos generales como la neurosis, psicosis e histeria (Sbarato & Sbarato, 2016).

#### **4.1.12.4 Daños al oído**

El oído es el órgano sensorial responsable de la audición y del mantenimiento del equilibrio mediante la detección de la posición corporal y del movimiento de la cabeza. Se compone de tres partes bien diferenciadas, oído externo, medio e interno. El externo se localiza fuera del cráneo y los otros dos dentro del hueso temporal. El oído interno es la parte esencial del órgano de la audición porque se produce la transformación de la onda sonora (energía mecánica) en impulsos nerviosos (energía eléctrica) y en él se realiza el análisis de los sonidos (Osman, Ruido y Salud, 2016).

El primer y más evidente efecto de la exposición continua al ruido es la pérdida de la facultad auditiva, que en la mayoría de los casos es irreversible, el daño que el ruido puede ocasionar al oído no depende solo de su nivel de presión, si no que el tiempo de exposición a dicho ruido y la sensibilidad de cada individuo juegan un papel muy importante (Bureau , 2008)

#### **4.1.13 Instrumentos de medición de ruido**

##### **4.1.13.1 Dosímetro**

Sirve para conocer el espectro de frecuencias. Se logra por el análisis del fenómeno sonoro, con ayuda de filtros eléctricos y electrónicos, que solo dejan pasar las frecuencias comprendidas en una zona estrechamente delimitada. Este instrumento integra de forma automática los dos parámetros considerados: nivel de

presión sonora y tiempo de exposición. Se obtienen directamente lecturas de riesgo en porcentajes de la dosis máxima permitida legalmente para 8 horas diarias de exposición al riesgo (Méndez Díez, 2006).

#### **4.1.13.2 Sonómetro**

El sonómetro es un instrumento diseñado y construido para medir el nivel de presión acústica de los ruidos ambientales, la mayoría de los sonómetros son portátiles y su manejo no es difícil lo que permite realizar cómodamente las medidas necesarias para valorar las distintas situaciones de exposición al ruido. Existe una clasificación internacional para los sonómetros en función de su grado de precisión (norma CEI 60651), donde se establecen 4 tipos en función de su grado de precisión. (Mateo Floría, 2006)

- Sonómetro de clase 0: Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: Permite el trabajo de campo con precisión.
- Sonómetro de clase 2: Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo
- Sonómetro de clase 3: Es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

#### **4.2 El sonido**

El sonido es una pequeña alteración de la presión atmosférica producida por la oscilación de partículas, a través de las cuales se transmite longitudinalmente la onda sonora. Este fenómeno puede producir una sensación auditiva.

El sonido es la respuesta de un medio elástico (en particular, aire) a una excitación mecánica de un elemento que está inmerso o en contacto con él: voz, motor, parlante, instrumento musical, golpe, etc. Los que reciben el nombre genérico de fuente sonora (Giménez , 2007)

#### 4.2.1 Medición de niveles de presión sonora

Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora medida y una presión sonora de referencia matemáticamente se define (Platea, 2016).

$$SPL(dB) = 20 \log \frac{P}{P_{ref}}$$

Figura 6. Formula de presión sonora  
Fuente: (Platea, 2016)

##### **Dónde**

**P:** Presión sonora en N/m<sup>2</sup> o Pascal.

**Pref:** Presión de referencia 2x10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> o Pascal

#### 4.2.2 Nivel de potencia sonora

El nivel de potencia sonora (NWS) no debe confundirse con el nivel de presión sonora, puesto que mientras en el SPL se relacionan presiones en Pascal, en el NWS se relacionan potencias en vatios. Debido a que el margen de potencias (no presiones), que se encuentran en la vida diaria, están en la proporción 10/1, la unidad de medida más cómoda es igualmente el decibelio. La referencia para estas medidas es de 10<sup>-12</sup> vatios (Platea, 2016). La fórmula de cálculo para el nivel de potencia sonora será pues:

$$\mathbf{NWS: 10 \log \frac{W}{10^{-12}}(\text{decibelios})}$$

Figura 7. Formula de nivel de potencia sonora  
Fuente: (Platea, 2016)

**Dónde**

**W:** Es la potencia acústica en vatios.

Dado que  $10^{-12}$  vatios corresponde a un nivel de  $-120$  dB, la fórmula anterior se puede expresar por:

$$\mathbf{NWS = 10 \log W + 120}$$

Así, por ejemplo, 0,05 vatios corresponden a un nivel de potencia de:

$$\mathbf{NWS = 10 \log \frac{0,05}{10^{-12}} = 107 \text{ dB}}$$

O, lo que es lo mismo:

$$\mathbf{NWS = 10 \log 0,05 + 120 = -13 + 120 = 107 \text{ dB}}$$

#### **4.2.3 Naturaleza y clasificación de los sonidos**

La acústica es la parte de la física que estudia la producción, transmisión y efectos de las ondas que se propagan en medios materiales, sólidos, líquidos o gaseosos, como ondas de presión longitudinales, es decir, el campo de presión se manifiesta en la misma dirección de propagación de la onda, a diferencia de las ondas electromagnéticas, cuyos campos eléctrico y magnético son transversales (perpendiculares) a la dirección de propagación. Las ondas acústicas son ondas mecánicas, no electromagnéticas, cuya frecuencia puede extenderse hasta el rango de giga Hertz (Barrio, Antón, & Cabreizo, 2015). Al hablar de ondas sonoras, nos referimos a las ondas acústicas en el rango audible o cercano a éste, para el que una clasificación generalmente admitida es la siguiente:

- **Infrasonidos:** Son sonidos de frecuencia inferior a unos 15 Hz y no suelen ser percibidos por el oído humano, aunque se pueden percibir las vibraciones en los tejidos blandos del cuerpo (Caamaño, 2011).

- **Sonido Audible:** Se consideran como tales los sonidos de frecuencia comprendida entre unos 15 Hz y 20000 Hz. La máxima frecuencia sonora que es capaz de percibir el oído humano depende de diversos factores, entre ellos la edad y, en tanto que un niño puede percibir frecuencias cercanas a los 20 KHz, una persona de más de 60 años sólo percibe frecuencias hasta unos 10 o 12 KHz (Bartí , 2010).
- **Ultrasonidos:** En Física ultrasonido es onda acústica que no puede ser percibida por el hombre por estar en una frecuencia más alta de lo que puede captar el oído. Este límite se encuentra aproximadamente en los 20 KHz. En cambio otros animales, como murciélagos, delfines y perros, logran oír estas frecuencias, e incluso utilizarlas como radar para orientarse y cazar (Vera, 2005).

#### 4.2.4 Características del sonido

Un sonido es un fenómeno físico que consiste en la alteración mecánica de las partículas de un medio elástico, producida por un elemento en vibración, que es capaz de provocar una sensación auditiva. Las vibraciones se transmiten en el medio, generalmente el aire, en forma de ondas sonoras, se introducen por el pabellón del oído haciendo vibrar la membrana del tímpano, de ahí pasa al oído medio, oído interno y excita las terminales del nervio acústico que transporta al cerebro los impulsos neuronales que finalmente generan la sensación sonora. La velocidad de propagación en este medio, en condiciones normales de temperatura y presión, es de aproximadamente 340 m/s (Jiménez Cisneros, 2001).

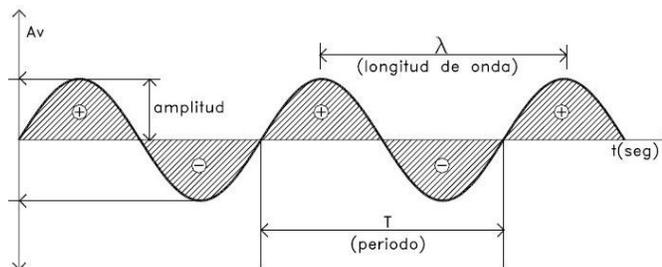


Figura 8. Onda sonora  
Fuente: (Jiménez Cisneros, 2001).

#### 4.2.5 El movimiento ondulatorio del sonido

Se identifica por la propagación de energía a través de un sistema. Si la oscilación de las partículas es paralela a la dirección de propagación el movimiento ondulatorio es longitudinal; si la dirección del movimiento es perpendicular, el movimiento es transversal. Cuando las perturbaciones se propagan en todas las direcciones a partir de un foco puntual diremos que la propagación se realiza por ondas esféricas. En los frentes de onda planos, todos los puntos están en las mismas condiciones de vibración en un instante y se propagan en la misma dirección (López, 2013). El movimiento queda definido por una serie de magnitudes

- Magnitudes de espacio (elongación, amplitud, ciclo o vibración)
- Magnitudes de tiempo (periodo, fase y tiempo)
- Magnitudes que relacionan espacio y tiempo (frecuencia)

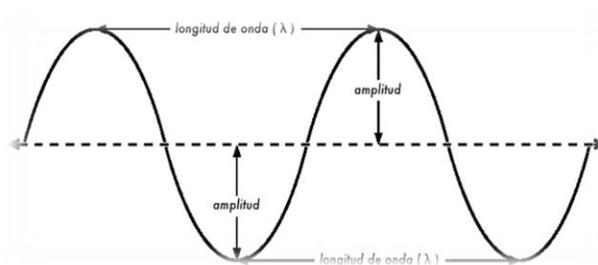


Figura 9. Onda sinusoidal  
Fuente: (López, 2013).

La ecuación fundamental de propagación de ondas en la atmósfera es:

$$C=fx$$

**Dónde:**

**C:** velocidad del sonido

**F:** frecuencia en Hz

**λ:** longitud de onda

#### 4.2.6 Velocidad de propagación del sonido en el aire

En un medio material cualquiera, ya sea sólido líquido o gaseoso, la velocidad del sonido depende principalmente de la densidad del medio y de su temperatura. En este caso las propiedades físicas del aire, su presión y humedad por ejemplo, son factores que afectan la velocidad, cuanto mayor es la temperatura del aire mayor es su velocidad de propagación, la velocidad del sonido en el aire se incrementa 0.6 m/s por cada 1°C de aumento de la temperatura (Oppenheim, 1998):

$$V_s = 331.4 + 0.607T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ m/s}$$

##### **Dónde**

**T:** En grados centígrados

**Vs:** Velocidad del sonido

La velocidad del sonido en el aire (a 22 °C) es de 344.75 m/s. En temperaturas en que van fuera del rango desde -30 ° a +30° centígrados y se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_s = 331.4 \sqrt{1 + \frac{T(0C)}{273}} \text{ m/s}$$

##### **Donde**

**Vs:** Velocidad del sonido

**T:** Temperaturas fuera del rango de -30 ° a +30° centígrados

Generalmente, el sonido viaja a mayor velocidad en líquidos y sólidos que en gases. Tanto en los líquidos como en los sólidos, la densidad tiene el mismo efecto que en los gases y la velocidad del sonido varía de forma inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad y también de forma proporcional a la raíz cuadrada de la elasticidad. Por ejemplo, la velocidad del sonido en agua es de unos 1.500 m/s a temperaturas ordinarias, pero aumenta sobremanera cuando se produce un incremento de temperatura. La velocidad del sonido en el cobre es de unos 3.500 m/s a temperaturas normales y decrece a medida que aumenta la temperatura debido a la disminución de la elasticidad de los sólidos, en el acero más elástico, el sonido se desplaza a unos 5.060 m/s (Oppenheim, 1998).

Medio	Velocidad (m/s)	Velocidad relativa al aire seco a 0°C
Vacío	No se propaga	.....
Caucho	54	0,16
Aire seco a 0°C	331	1,00
Aire seco a 200°C	340	1,03
Aire seco a 100°C	390	1,18
Corcho	500	1,51
Agua	1483	4,48
Cobre	3500	10,57
Madera	3850	11,63
Acero	5060	15,29

Tabla 1. Variación de velocidad de propagación del sonido en diferentes medios  
Fuente: Google 2016

#### 4.2.7 Características físicas del sonido

Cualquier sonido puede describirse mediante tres características perceptuales: intensidad, tono y timbre. Estas características corresponden a tres magnitudes físicas: amplitud, frecuencia y contenido armónico o forma de onda. El ruido, que puede definirse como un sonido indeseable o ajeno a los sonidos de interés, es un sonido complejo en que se mezclan diferentes frecuencias o notas sin ninguna relación armónica. Los sonidos de una sola frecuencia se designan como tonos puros (Perez, 2016).

- *Timbre*: Es la característica del sonido que permite al oyente identificar las características de la fuente, por ejemplo la voz de una cierta persona o de un determinado instrumento musical. Tiene que ver con la frecuencia fundamental de la fuente, pero también con los armónicos de ésta.
- *Tono*: Los términos tono o altura se refieren a una cualidad de la sensación sonora que nos permite distinguir entre un sonido grave o bajo, de otro agudo o alto. El tono se eleva al aumentar la frecuencia.
- *Intensidad*: se define como la cantidad de energía (potencia sonora) que atraviesa por segundo una superficie que contiene un sonido. Está relacionado con la amplitud de la onda sonora y con la cantidad de energía transportada. Desde un punto de vista subjetivo nos dice si el sonido es "fuerte o débil", esto se denomina Sonoridad (López , 2013).

#### 4.2.8 Onda sonora

- **Potencia sonora**

Es la cantidad de energía acústica por unidad de tiempo que emite una fuente determinada y se mide en vatio (w). La potencia sonora viene determinada por la propia longitud de onda, pues cuanto menor sea la longitud de onda, más mayor es la cantidad de volteos de energía (potencia acústica) que genera (Tipler, 2006).

$$PS = 10\log (Pw/Pwo)$$
$$PS = 10\log (Pw)+120$$

**Donde**

**Pw:** Potencia acústica (vatios)

**Pwo:**  $10^{12}$  vatios

- **Presión sonora**

Es cantidad de energía acústica por unidad de superficie (N/m<sup>2</sup>). El margen de presión acústica que es capaz de oír una persona joven y normal, oscila entre 20 N/m<sup>2</sup> y  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> (umbral auditivo). La fórmula de cálculo para determinar el *nivel de presión sonora* (NPS) es (Tipler, 2006):

$$NPS (dB) = 10\log \left(\frac{p}{p_0}\right)^2$$
$$NPS (dB) = 20\log \left(\frac{p}{p_0}\right)$$

**Donde**

**P:** Presión sonora (N/m<sup>2</sup> o Pascal)

**Po:**  $2 \times 10^{-5}$ (N/m<sup>3</sup>)

- **Intensidad sonora**

Cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación por unidad de tiempo. Se expresa en (W/ m<sup>2</sup>) Dado que en el rango de intensidades que el oído humano puede detectar sin dolor hay grandes diferencias en el número de cifras empleadas en una escala lineal, es habitual utilizar una escala logarítmica. Por convención, en dicha escala logarítmica se emplea como nivel de referencia el umbral de audición. La unidad más empleada en la escala logarítmica es el decibelio (Garabito, 2007).

$$NIS (dB) = 10 \log \left( \frac{L}{L_0} \right)$$

**Donde**

**L:** Intensidad acústica

**L<sub>0</sub>:** 10<sup>12</sup> (W/m<sup>2</sup>)

### **4.3 Marco jurídico**

En nuestro país las diferentes leyes relacionadas a lo problemática ruido y que están relacionadas con el presente trabajo están citadas a continuación:

Constitución de la República del Ecuador.- Registro Oficial No. 499, del 20 de Octubre de 2008, Artículos: 14 del Título II (Capítulo Segundo – Derechos del Buen Vivir – Sección Segunda – Ambiente Sano) y 66 del Título II (capítulo Sexto Derechos de Libertad – Numeral 27), en los cuales se señala que:

Artículo 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la preservación del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Ley Orgánica de la Salud Pública (Publicada en el Registro Oficial 423 del 22 de diciembre de 2006). La Ley Orgánica de la Salud centraliza sus objetivos en la gestión de la salud pública y tiene algunas disposiciones relativas a la contaminación ambiental como las siguientes:

Art. 111.

La Autoridad Sanitaria Nacional, en coordinación con la autoridad Ambiental Nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.

Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones incluido en el Anexo 5 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del

Ministerio del Ambiente, la norma técnica ambiental se dicta bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental.

Art. 4.1.1.1 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente (NPSeq) para fuentes fijas emisoras de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 2.

Tipo de zona según uso de suelo	Nivel de presión sonora equivalente NPSeq(dB(A))	
	De 06H00 A 20H00	De 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Tabla 2. Niveles máximos permisibles  
Fuente: Tulas 2016

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

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

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

Art. 4.1.2.8 De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de NPSeq, obtenidos de las mediciones de ruido de las fuentes objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. Para determinar el nivel de ruido de fondo, las mediciones se realizarán con el mismo procedimiento descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente evaluada, o bajo condiciones de ausencia del ruido generado por dicha fuente. Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado en la Tabla 3:

Diferencia aritmética entre NPSEQ de la fuente fija y NPSEQ de ruido de fondo (DBA)	Corrección
10 o mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
Menor a 3	Medición nula

Tabla 3. Corrección por nivel de ruido de fondo  
Fuente: Tulas 2016

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

Art. 4.1.4.2 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente producido por vehículos, se muestran en la Tabla 4.

Categoría de vehículo	Descripción	NPS máximo (dba)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos	80
	Entre 200 y 500 CC.	85
	Mayores a 500 CC.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos,	80

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

Tabla 4. Niveles de presión sonora máximo para vehículos motorizados  
Fuente: Tulas 2016

Ordenanza reformativa de la ordenanza contra ruidos aprobada por el M.I Consejo Cantonal de Guayaquil en sesión de 12 de abril de 1960 en artículo 1 menciona:

Art.1.-El Art.: Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta ordenanza establece toda producción de ruidos y vibraciones en lugares públicos, sea cual fuere la forma en que se los provoque, y que, de algún modo, sean capaces de ocasionar trastornos mentales o físicos a los vecinos del cantón.

#### 4.3.1 Normas Internacionales

Las Normas Internacionales son importantes en la evaluación del ruido ambiental, porque se utilizan directamente o porque proporcionan inspiración y referencia a las normas nacionales. Hay dos entidades internacionales relacionadas con la normalización. La Organización Internacional para la Normalización (ISO) trata principalmente con la metodología para asegurar la definición de los procedimientos que hagan posible la comparación de resultados. La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC) trata con la instrumentación para asegurar que los equipos sean compatibles y precisos y puedan ser intercambiados sin disminución en la precisión de los datos.

## ISO 1996 Evaluación del Ruido Ambiental

ISO 1996 “Acústica Descripción y Medición del Ruido Ambiental” es una norma básica en la evaluación del ruido ambiental, sirviendo de referencia en la materia.

Se divide en tres partes (Londoño & González, 2011):

1. ISO 1996 Parte 1 1982: Cantidades básicas y procedimientos
2. SO 1996 Parte 2 1987: Adquisición de datos pertinentes al uso del suelo (corregido 1998)
3. ISO 1996 Parte 3 1987: Aplicación a los límites de ruido

## ISO 3891 Control de ruido de aeronaves

ISO 3891: “1978 Acústica Procedimiento para la Descripción del Ruido Percibido en el Suelo procedente de Aeronaves” trata de cómo controlar el ruido de aeronaves (medición de ruido y su registro, procesamiento de datos e informe). Está actualmente sometida a revisión y de ella se espera que cubra la descripción del ruido de una aeronave percibido en el suelo, el monitoreado automático a largo y corto plazo del ruido de la aeronave y en la gestión del ruido en aeropuertos y usos del suelo (Acevedo & Pachon, 2006).

## ISO 9613 Cálculo de atenuación del sonido

ISO 9613 “Acústica Atenuación del Sonido durante su Propagación en el Exterior” se divide en dos partes:

- ISO 9613 Parte 1 1993: Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera
- ISO 9613 Parte 2 1996: Método General de Cálculo

Define un método de cálculo basado en octavas teniendo como referencia fuentes puntuales con un nivel de potencia sonora definido. Las fuentes lineales pueden obtenerse mediante adición de fuentes puntuales (Acevedo & Pachón, 2006).

**Guías para el ruido urbano establecidas por la organización mundial de la salud (OMS, 1995)**

Ambiente específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	LAeq [dB(A)]	Tiempo [Horas]	Lmax Fast [dB]
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer.	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer.	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16	
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de clases e interior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbo en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño	30	Durante descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia(fuente externa)	55	Durante juego	-
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno de sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno de sueño durante el día y el anochecer	30	16	-
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	#1		
Áreas comerciales, industriales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24	110

Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (patrones: <5 veces al año)	100	4	110
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1	110
Música y otros sonidos a través de parlantes o audífonos	Deficiencia auditiva ( valor de campo libre )	85 #4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas	Deficiencia auditiva (adultos)	-	-	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	-	-	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación	Interrupción de la tranquilidad	#3		

Tabla 5 Guías para el ruido urbano  
Fuente: OMS (Organización mundial de la salud)

#### Notas

#1: Tan débil como se pueda.

#2: Presión sonora pico (no LAmax, fast), medida a 100 mm del oído.

#3: Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón del ruido perturbador a sonido natural de fondo.

#4: Bajo los cascos, adaptada a campo libre.

## **CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Descripción del área del proyecto**

El área donde se desarrolla el proyecto presenta características de sector tipo urbano, por lo tanto los componentes del medio físico actualmente ya han sido alterados como producto del desarrollo de la ciudad de Guayaquil, para albergar infraestructura de servicios y edificaciones acordes con los usos de suelo, existentes y planificados en la zona.

#### **5.1.2 Geología del área de estudio**

Los suelos del sector han sido modificados totalmente por la acción de relleno y nivelación, propias del crecimiento de la ciudad de Guayaquil, de tal manera que el suelo y subsuelo están constituidos por materiales de distintas características como el cascajo y material pétreo.

#### **5.1.3 Descripción de formaciones**

La cordillera Chongón-Colonche, es una cadena montañosa comprendida entre Guayaquil y Olón-Pedro Pablo Gómez, con dirección norte-este; es una estructura homoclinal (N 110° / 17° S), constante sobre toda su longitud de 90 km. Esta estructura geológica además de su importancia ecológica, tiene un gran interés económico en lo que respecta a la explotación sustentable de yacimientos minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción de rendimiento económico. Estos yacimientos están ubicados sobre las distintas formaciones geológicas que los constituyen. Su basamento es el correspondiente a la corteza oceánica constituido por un complejo de rocas básicas, conocido como Formación Piñón, y su cobertura sedimentaria de evolución estratigráfica del Cretáceo Superior al Eoceno Inferior a Medio, formada por las rocas de la Formación Cayo

del Cretáceo Superior de origen volcano-clástico; la Formación Guayaquil, constituida por pelitas sillico-calcáreas de edad Maestrichense a Paleoceno; las rocas calizas de la Formación San Eduardo, las calizas Javita y la formación Las Masas constituida por limolitas y pelitas silíceas de edad Eoceno Inferior a Medio (Clirsen, 2011).

- La Cordillera Chongón-Colonche: Esta cordillera se compone de una serie de colinas, cuya elevación media es de unos 400 metros. Con orientación norte-este. La cresta de la cordillera forma la división de las aguas que fluyen a la cuenca del Guayas y las que desembocan directamente en el Océano Pacífico hacia el Suroeste (Ortiz, 2012).
- Formación Cayo: Pertenece al Cretácico Superior. Se trata de una serie potente de hasta 3000 m de sedimentos duros y resistentes a la erosión. Comprende pizarras arcillosas y tobáceas muy silicificadas de color verde oscuro a gris verdusco; areniscas bastas, arenosas, tobáceas hasta conglomeráticas de color pardo a negro, grauvacas y brechas finas de material volcánico. Las brechas predominan en la base de la secuencia (J.W.Baldock, 1982).
- Formación Guayaquil: Constituye el tope de las formaciones antes mencionadas. Son lutitas silicificadas conocidas como chert. Tiene afloramientos importantes en los cerros Santa Ana, el Carmen, Cerro Blanco. El espesor promedio de esta formación se estima en unos 500 m.
- Formación Piñón: Compuesta en su mayoría, de rocas extrusivas tipo basalto, de fondo oceánico o andesita basáltica de arco insular o diabasa. Se ubican también, piroclásticos no estratificados con lavas porfiríticas, brechas y conglomerados de tipo basáltico interestratificados. En la zona norte del cantón Guayaquil, existen intrusivos gabroicos y ultramáficos. En general son afloramientos volcánicos cretácicos. Se conoce con el nombre de Complejo Ígneo Piñón en razón de la mezcla de rocas ácidas y básicas de diferentes edades (J.W.Baldock, 1982).
- Formación San Eduardo: La caliza de San Eduardo descansa sobre el Miembro Guayaquil en contacto aparentemente concordante, pero

según las edades respectivas de ambos depósitos hay un hiato de sedimentación entre ellos. La Formación buza hacia el sur-este debajo de la formación. Las Masas del Eoceno medio, o en su ausencia, debajo de depósitos del Grupo Ancón o del Mioceno (J.W.Baldock, 1982).

Sobre los estratos rocosos se tienen superficialmente los siguientes tipos de depósitos de suelo:

1. Suelos Aluviales.- se trata de material constituido por lodos y limos, depositados por ríos, que cubren buena parte de la zona de estudio.
2. Suelos coluviales.- constituye el material, producto de la desintegración de las rocas, que gracias a la gravedad, se deposita al pie de las elevaciones rocosas.
3. Suelos estuarinos.- son el producto de la deposición de suelos muy finos que regresan desde el Golfo con las mareas (Clirsen, 2011).

#### **5.1.4 Topografía**

La ciudad de Guayaquil se encuentra a una altura de 4 metros sobre el nivel del mar, la misma está conformada por relieves muy diversos con pendientes generalmente suaves hasta fuertes, debemos anotar que la topografía del área urbana es en general plana, a diferencia de los cerros Santa Ana y del Carmen que se encuentran en el centro de la ciudad y hacia la vía a la costa una sección del sistema montañoso Chongón – Colonche (Armada, 2009).

#### **5.1.5 Características Climáticas**

En lo relativo a la variabilidad estacional o interanual del área de estudio, hay dos períodos claramente diferenciados, uno de época lluviosa que se extiende desde finales del mes de diciembre de cada año hasta el mes de mayo, con un máximo de lluvias que comúnmente se registra en el mes de marzo (aproximadamente 250 mm.), lo cual va asociado al desplazamiento estacional hacia Latitudes Ecuatoriales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

El otro período o época seca, transcurre desde el mes de junio de cada año hasta finales de diciembre y está asociado a la influencia del anticiclón del Pacífico Sur Oriental y se caracteriza por la escasez de precipitaciones, siendo el mes de agosto el más seco con valores promedios multianuales de aproximadamente 1 mm.

### 5.1.6 Temperatura

En la ciudad de Guayaquil, durante la temporada seca o los meses fríos (Junio diciembre) la temperatura del aire ambiente varía entre 17 °C (mínima absoluta) y 31°C (máxima absoluta), mientras que en la temporada lluviosa o de los meses cálidos (enero mayo) se observan temperaturas que alcanzan los 17.5 °C (mínima absoluta) y 36.6°C (máxima absoluta). Durante los días que se realizaron las mediciones de ruido la temperatura esta expresada en la siguiente tabla

Días (Octubre)	Temperatura
3	33
4	32
5	33
6	30
7	31
10	32
11	33
12	31
13	34
14	33

Tabla 6. Temperatura durante los días de medición de ruido  
Fuente: Inamhi

### 5.1.7 Humedad

Existe un alto índice de evaporación, la humedad relativa registra un valor medio del 75%, las medias de los mínimos y máximos son 74% y 84% respectivamente y se observa un incremento en la temporada lluviosa. Los valores máximos se registran durante los meses de febrero, marzo y abril, mientras que usualmente en

el último trimestre del año se presentan los valores mínimos. Durante los días de las mediciones de ruido los valores de humedad son los siguientes expresados en la siguiente tabla

Días(Octubre)	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14
Humedad %	74	75	75	75	74	76	75	77	75	75

Tabla 7.Humedad promedio durante los días de medición  
Fuente: Inamhi

### 5.1.8 Nubosidad y Luz

Los meses con mayor cantidad de luz son abril y mayo (156 horas), mientras que enero (107,6 horas) y febrero (110 horas) presentan los valores más bajos; anualmente se registra un promedio de 1.593 horas de luz. La zona mantiene a lo largo del año una nubosidad media mensual de 6 octavos.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Nubosidad	6	7	7	6	5	5	5	5	5

Tabla 8. Nubosidad mensual de la ciudad de Guayaquil  
Fuente. Inamhi 2016

### 5.1.9 Características del viento

De los datos estadísticos de la estación meteorológica del INOCAR (2016), se determinó que la dirección sur-oeste (tercer cuadrante), es la que predomina para los vientos a lo largo del año, y que las magnitudes son mayores durante la estación seca (5,70 m/s), especialmente en los meses de agosto y septiembre; en tanto que a lo largo del año la velocidad promedio es de 1,20 m/s con valores máximos promedios del orden de 4,80 M/s, y la dirección fluctúa en un rango amplio del sureste al oeste.

Los rasgos generales en los patrones del viento inferidos de los registros de largo y corto periodo indican que generalmente la dirección predominante de los vientos es sursuroeste, siendo los mínimos alrededor del mes de abril.

#### **5.1.10 Aspectos hidrográficos**

La ciudad de Guayaquil está limitada por dos cuerpos principales de agua: El Estero Salado por el oeste, y el Río Guayas (agua dulce), por el este la ciudad se encuentra rodeada de pantanos, siendo muy sensible al cambio de mareas.

La región de interés de la Provincia de Guayas, es drenada por el río Guayas y sus afluentes Babahoyo y Daule, conjunto fluvial que constituye la cuenca hidrográfica más importante del oeste de Sudamérica. El Guayas, en su tramo bajo presenta un delta fluvial que da lugar a una tierra muy fértil. El río Guayas, discurre entre las cordilleras de Colonche y de Balzar al oeste, y la cordillera Occidental andina al este, drenando los territorios de varias provincias ecuatorianas, como la de Guayas y la de Los Ríos. Constituye el sistema fluvial más importante del país, en la vertiente pacífica (Carrera de la Torre, 1996).

#### **5.1.11 Aspectos demográficos**

El área donde se desarrolla la investigación está dentro del área urbana de la ciudad de Guayaquil, en la parroquia Tarquí que cuenta con 105080260 habitantes siendo estos los involucrados directamente con el proyecto, la ciudad en total cuenta con una población aproximada a los 2.617.349 habitantes (INEC, 2016).

### **5.1.12 Servicios Básicos**

El sector en estudio cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado pluvial, cobertura de energía eléctrica, telefonía pública y telefonía celular el área cuenta con el servicio de wi-fi. La energía eléctrica es el servicio básico con mayor cobertura en la ciudad, en la última década más del 97% de los hogares guayaquileños lo poseen.

### **5.1.13 Educación**

En el lugar están ubicados los siguientes centros de estudio:

- Universidad Laica Vicente Rocafuerte
- Colegio Dr. Francisco Campos Coello
- Centro Educativo Inicial Primario y Secundario “La Colmena”
- Colegio Comandante Francisco Pita Pita
- Unidad Educativa FAE N<sup>0</sup>2
- Escuela fiscal Presidente Velasco Ibarra
- Escuela de Educación Básica “ Howard Gardner”

### **5.1.14 Medio biótico: Flora**

Originalmente el área correspondió a la formación vegetal conocida como Bosque Seco Tropical, según la clasificación de Holdridge ( Holdridge, 1971).Esta formación vegetal se caracteriza por su tolerancia a períodos prolongados de sequía mediante estrategias tales como pérdida temporal de hojas en estación seca (mayo-diciembre), período de floración a inicios y mediados de la estación seca (junio-septiembre), fructificación durante la estación lluviosa (enero-abril), entre otras.

Actualmente dicha formación vegetal ha sido totalmente reemplazada por infraestructura urbana, como producto del crecimiento desordenado de la ciudad hacia las décadas de 1970 y 1980. El entorno está conformado por industrias y comercio, contando con toda la infraestructura urbana pertinente: vías, agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, energía eléctrica y teléfono. Por lo tanto, la flora existente corresponde a especies ornamentales y frutales plantadas en las áreas verdes de las casas del sector y parques tales como las descritas a continuación:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>
<i>Ficus benamina</i>	Ficus
<i>Samanea saman</i>	Guayacán
<i>Guaiacum officinale</i>	Guayacán
<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón
<i>Averrhoa bilimbí</i>	Grosella china
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí
<i>Kigelia africana</i>	Árbol de las salchichas
<i>Delonix regia</i>	acacia roja
<i>Cassia fístula</i>	Lluvia de oro
<i>Araucaria excelsa</i>	Pino de Norfolk, pino excelsa
<i>Erythrina indica picta</i>	Arbol cebrá
<i>Washintonia robusta</i>	Palma abanico
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Codiaeum variegatum</i>	Crotón
<i>Codiaeum variegatum</i>	Cica
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Clavellina
<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Captus
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba

### 5.1.15 Fauna

Como producto del alto grado de intervención existente en el sector, no existe fauna nativa exclusiva de áreas naturales. En su lugar se registran especies silvestres de hábitos cosmopolitas que consideran al entorno urbano como una continuidad del medio, natural así como especies urbanas, domésticas y comensales las cuales se logró observar durante el reconocimiento preliminar del área son las siguientes :

Nombre científico	Nombre común
<b><i>Columbia buckelyi</i></b>	Paloma tierrero
<b><i>Dives warsewiczii</i></b>	Negro matorralero
<b><i>Columba livia</i></b>	Palomas
<b><i>Felis silvestris</i></b>	Gatos
<b><i>Canis familiaris</i></b>	Perro
<b><i>Phalacrocorax brasilianus</i></b>	Cormorán o patillo
<b><i>Psittacara erythrogenys</i></b>	Perico de Guayaquil o Caretirrojo
<b><i>Campylorhynchus fasciatus</i></b>	Sosterrey Ondeado- Sacaco- Chocota
<b><i>Forpus coelestis.</i></b>	Viviñas
<b><i>Crotophaga sulcirostris</i></b>	Garrapatero Piquestriado
<b><i>Iguana iguana</i></b>	Iguana verde

### 5.2 Características del área de estudio

El área donde se desarrolla el proyecto comprende la avenida Carlos Luis Plaza Dañin entre la intercepción de la avenida De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, entre las ciudadelas La Atarazana y la FAE las cuales se encuentran rodeadas de avenidas, locales comerciales y diferentes centros de estudio además se encuentran algunos parques con áreas verdes, que sirven de distracción de niños y adultos que residen y circulan a diario. En los últimos años el sector ha ido

transformándose en una zona de comercio debido al establecimiento de instituciones bancarias en los alrededores, cuenta con una agencia de almacenes de línea blanca y otros, varios locales de comida rápida y agencias de venta de productos automotrices.

Producto del terremoto ocurrido el día 16 de abril del 2016 con epicentro localizado entre las provincias de Manabí y Esmeraldas, también afectó a la ciudad de Guayaquil y ocasiono daños en la estructura de los dos puentes que se encuentra ubicados en la Avenida De las Américas al frente de los cuarteles de la Policía Nacional inhabilitando una de las principales vías de la ciudad, lo que originó problemas en el tráfico que circulaba del centro a los diferentes zonas del norte de la urbe por este sector , tuvo como resultado que todo el flujo vehicular que se movilizaba por esta avenida sea trasferido a la avenida Luis Carlos Plaza Dañin causando un aumento en los niveles de ruido vehicular que soporta la zona considerada de uso residencial .

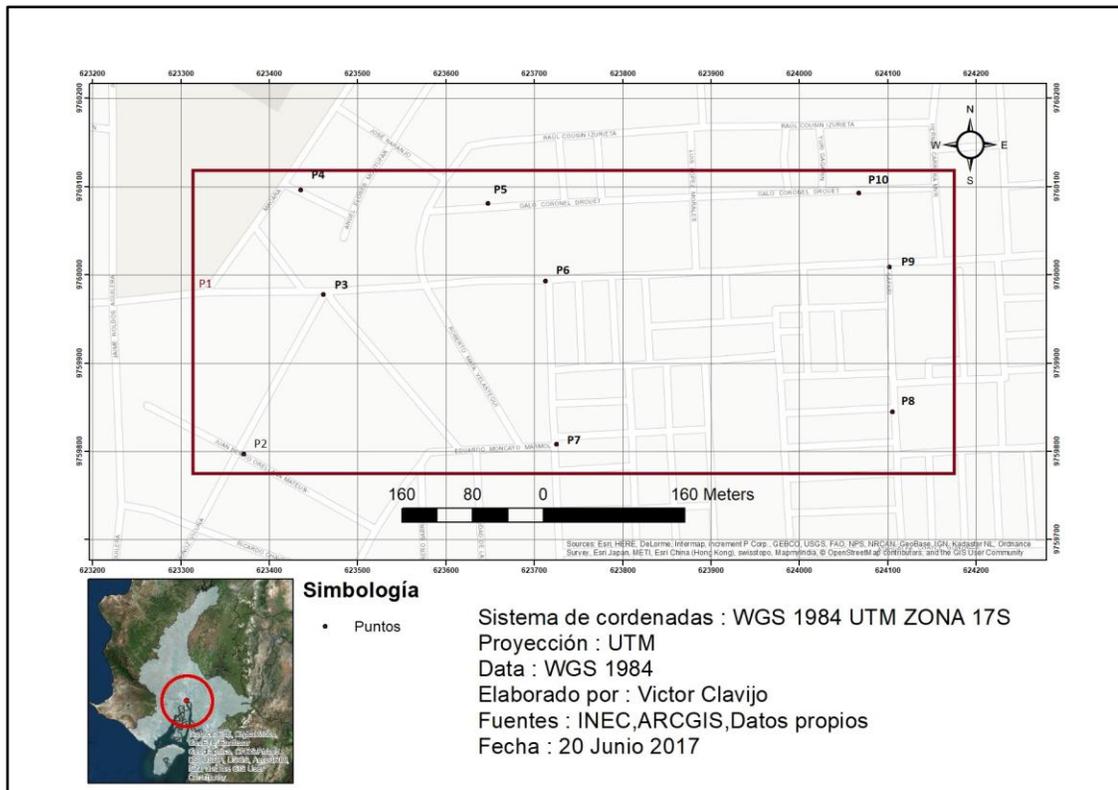
### **5.2.1 Área de influencia directa**

Es el área geográfica que se encuentra en el lugar de estudio donde se manifiestan los impactos del ruido generado por el tráfico vehicular de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, siendo afectadas las viviendas, locales comerciales, y la comunidad del sector así como transeúntes que circulan a diario y son propensos a sufrir las afectaciones negativas del ruido de la zona.

### **5.2.2 Área de influencia indirecta**

El área de influencia indirecta son las zonas que se encuentran alrededor del área de influencia directa, en donde todavía se puede percibir los impactos negativos producto del ruido. Esta zona está conformada por las viviendas, áreas verdes, establecimientos comerciales centros educativos, restaurantes y demás locales que no se encuentran ubicados sobre la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, sino en el

interior de las ciudadelas (La Atarazana y La FAE), y que logran percibir de forma indirecta el ruido generado por el tráfico vehicular de transporte pesados y livianos



**Figura 10. Área de influencia indirecta**  
**Fuente: Víctor Clavijo 2016**

En la tabla # 5 se muestra las coordenadas UTM del área de estudio señalando los sitios de evaluación donde se realizaron los monitoreos de ruido vehicular.

Puntos	X	Y
1	623273.00 m E	9760005.00 m S
2	623450.00 m E	9759988.00 m S
3	623724.00 m E	9760002.00 m S
4	624109.00 m E	9760022.00 m S
5	624110.00 m E	9759998.00 m S
6	623726.00 m E	9759978.00 m S
7	623450.00 m E	9759959.00 m S
8	623274.00 m E	9759929.00 m S
9	623277.00 m E	9758963.00 m S
10	623675.00 m E	9774961 m S

Tabla 9. Coordenadas UTM  
 Elaborado: Clavijo Víctor (2016)

### 5.3 Metodología del estudio

Para determinar los niveles de ruido vehicular en el área de estudio, se eligieron 10 puntos con mediciones de diez minutos en cada ubicación con un total de 300 monitoreos, durante dos semanas; La primera semana comprendió del 3 al 7 de octubre aprovechando la temporada de vacaciones escolares del ciclo costa, la siguiente semana del 10 al 14 de octubre, para comparar los niveles de ruido en vacaciones, en horarios: de 07h00 a 10:00, de 12:00 a 15:00 y 16:00 a 19:00 las cuales se consideran las horas de mayor flujo vehicular.

Al término de las mediciones se recopiló toda la información obtenida, para realizar los análisis estadísticos respectivos, para la elaboración de tablas con sus datos, resultados y observaciones en cada punto de medición

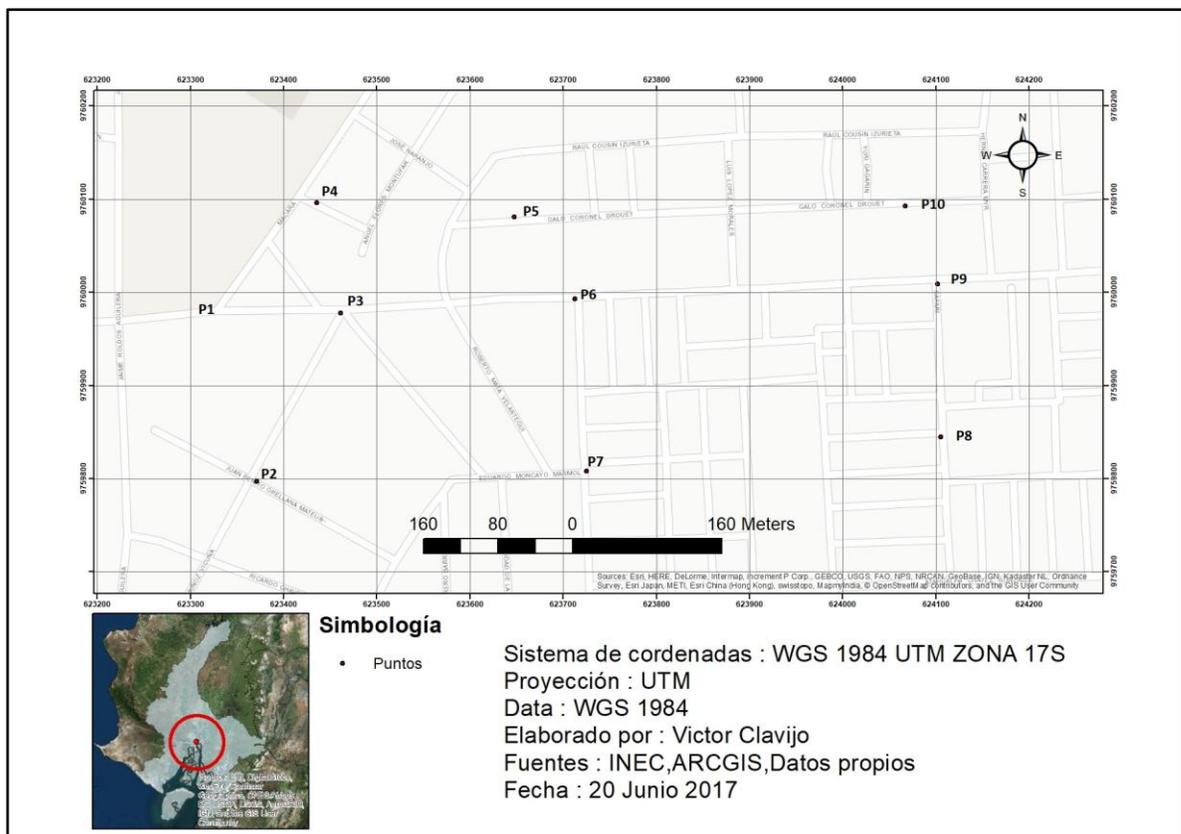


Figura 11. Puntos de monitoreo  
Fuente: Víctor Clavijo 2016

## **5.4 Requisitos de los equipos de medición**

La medición de los niveles de ruido se efectuó mediante un sonómetro integrador, previamente calibrado con sus selectores en filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow), como establece la norma para la medición de niveles ruido producido por una fuente fija de emisión. El sonómetro utilizado en las mediciones era de clase 2 cumpliendo con los requerimientos señalados y establecidos en las normas de la comisión electrónica internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Esta norma se puede acreditar con el certificado de fábrica del instrumento.

Antes de realizar las mediciones de ruido se verificó la calibración del sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante manejando el debido calibrador y usando una frecuencia de 120 db para corroborar la precisión y correcto funcionamiento del sonómetro

## **5.5 Elección de los sitios de medición**

Para la elección de los puntos donde se realizaron las mediciones se tomaron en cuenta algunos criterios entre ellos, la longitud de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, que atraviesa la zona de estudio y es de 936 m y el área total de las zonas de influencia directa e indirecta que tiene 0.302 km<sup>2</sup>.

## **5.6 Condiciones ambientales durante la medición**

Las mediciones se realizaron durante la época de verano, sin presencia de lluvia, lloviznas o truenos, los resultados hechos bajos condiciones meteorológicas diferentes a las mencionadas no tendrá validez, las mediciones deben llevarse solamente a cabo con presencia de vientos iguales o menores 5 m/s caso contrario se desistirá del procedimiento (SUIA, 2015) .

## 5.7 Ubicación de sonómetro y método de monitoreo

El equipo de medición se ubicó sobre un trípode a una altura de 1.5 metros sobre el suelo y direccionado el micrófono hacia la ubicación la fuente generadora de ruido con una inclinación de 45 a 90 grados sobre un plano horizontal y a una distancia de por lo menos 3 metros de la paredes de edificios o cualquier estructura que pueda reflejar el sonido y el operador del equipo debe estar alejado al menos 1 metro del sonómetro. El equipo de medición no podrá estar expuesto a vibraciones mecánicas durante los monitoreos y en caso de que en el área hubiera presencia de vientos fuertes se requiere la utilización de una pantalla protectora para el micrófono (SUIA, 2015) .

## 5.8 Estudio de movimiento vehicular

Como el área de estudio se considera una fuente generadora de ruido lineal (avenidas, calles) se realizó un conteo rápido del movimiento vehicular en los días comprendidos del 3 al 7 y del 10 al 14 de octubre, en cada punto de medición para lograr determinar y diferenciar el tipo de vehículos que circulan el área (buses, autos, motos, vehículos pesados).

De esta forma se pudo verificar que la mayoría de vehículos que circulan por la zona son automóviles livianos, taxis, buses de transporte público, motocicletas y vehículos de transporte pesado. Entre las líneas de transporte urbano tenemos las siguientes: Líneas 131-1, 21, 167-

2, 55, 89, 86

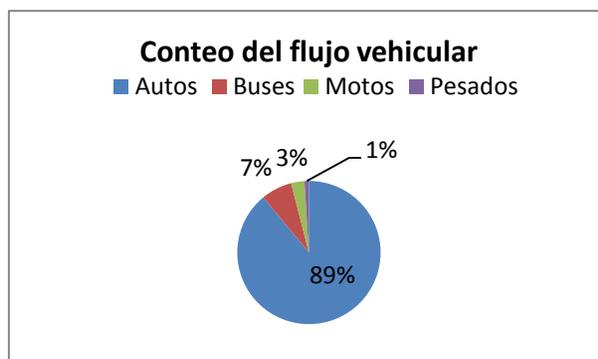


Figura 12. Conteo de flujo vehicular

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

### 6.1 Resultados y manejo de los datos obtenidos en los monitoreos

Los datos obtenidos durante las mediciones se los organizó por días, la primera semana comprendió del día 3 al 7 de octubre en vacaciones escolares y los datos del 10 al 14 de octubre comprendió los días de actividades escolares normales, también se muestra los números de vehículos que circularon en cada punto durante la toma de datos mediante un conteo rápido de vehículos.

#### 6.1.1 Punto número uno

Los datos del punto número 1, comprende los días del 3 al 7 de octubre en tres horarios de 07h00 a 09h00, 12h00 a 15h00 y de 16h00 a 19h00, a continuación el gráfico # 1.

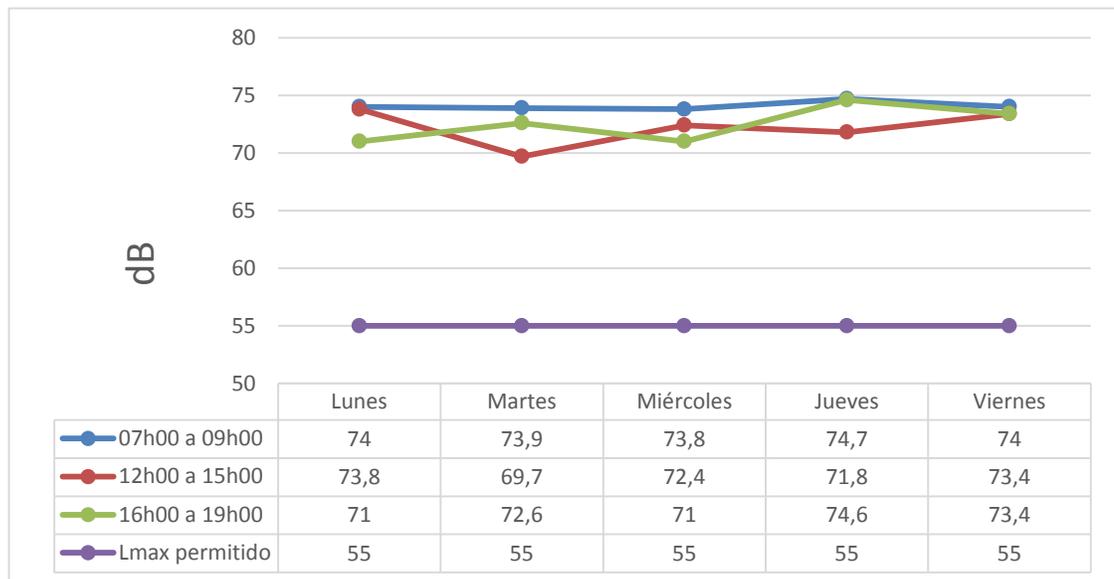


Gráfico #1

Fuente: Víctor Clavijo 2016

La tabla # 10 describe el conteo de flujo vehicular en el punto número 1 durante los días 3 al 7 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	Buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	Buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	554	18	532	14	538	0	580	16	614	15
<b>12h00 a 15h00</b>	1006	8	804	12	770	15	904	28	900	12
<b>16h00 a 19h00</b>	972	16	1042	14	996	11	856	10	824	16

Tabla 10 .  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 2 muestra los valores obtenidos entre los días 10 al 14 de octubre del 2016 en una semana con actividades escolares normales en el área de estudio.

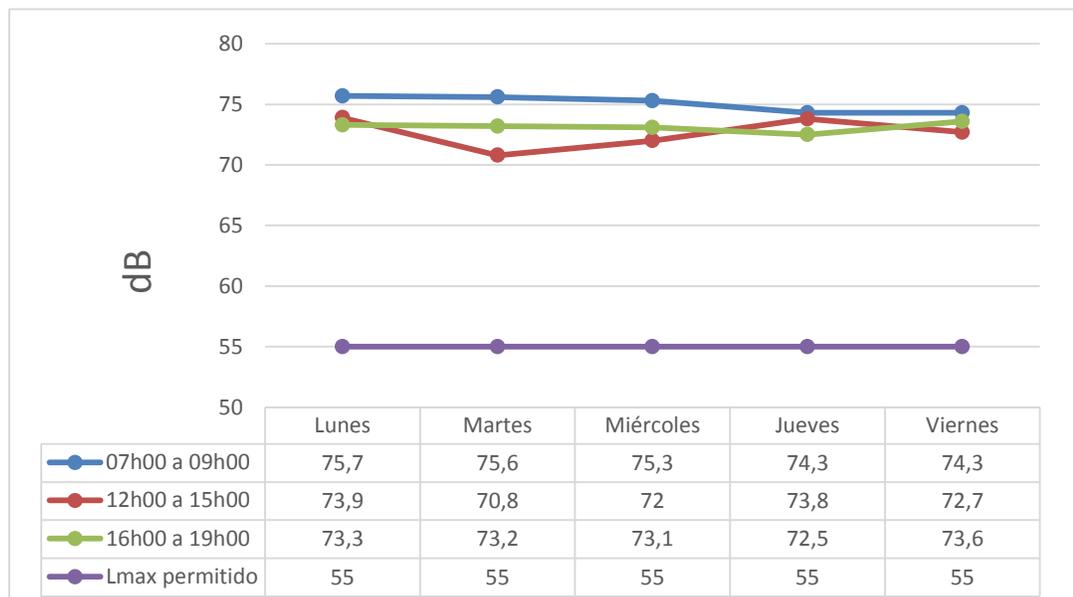


Gráfico #2

Fuente: Víctor Clavijo 2016

La tabla # 11 muestra el número de vehículos que circularon por el punto número 1 entre los días 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	990	14	1000	13	1286	18	1012	16	946	17
<b>12h00 a 15h00</b>	886	11	860	13	1136	13	840	13	1004	24
<b>16h00 a 19h00</b>	906	11	816	15	1024	13	1390	8	1082	11

Tabla 11.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.2 Punto número dos

El punto de monitoreo número #2 corresponde a los días del 3 al 7 de octubre del 2016 en vacaciones escolares, se describen en el siguiente gráfico # 3.

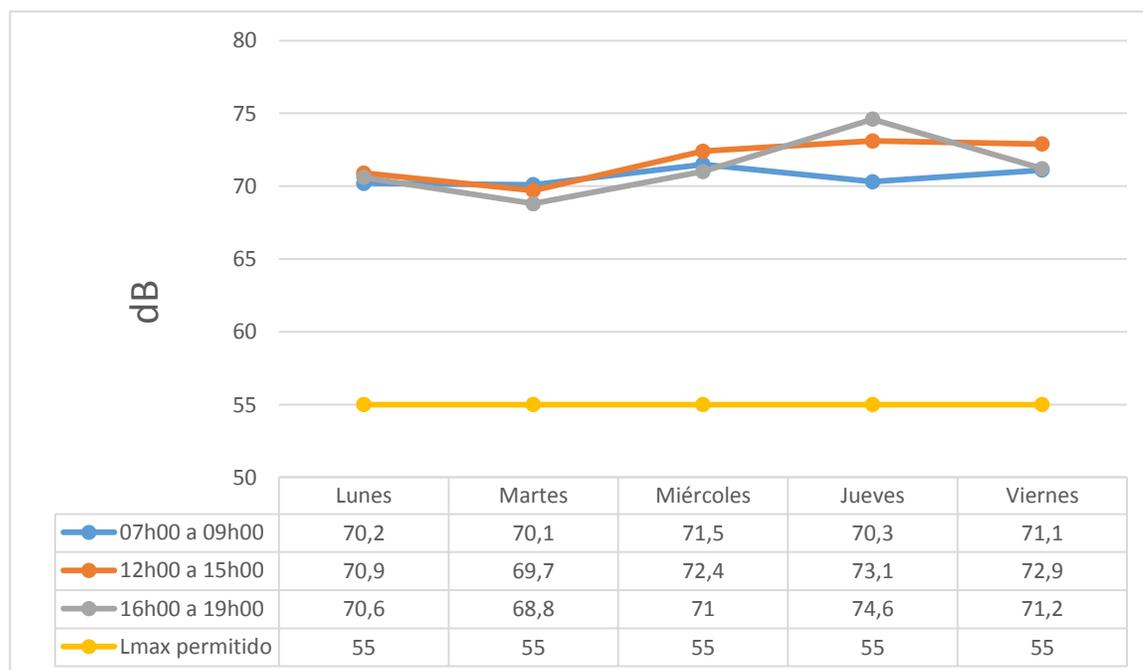


Gráfico #3  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla #12 contiene los valores obtenidos durante el conteo rápido de vehículos en el punto número 2, durante el monitoreo de ruido realizado los días 3 al 7 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	106	2	123	1	135	0	76	0	109	1
<b>12h00 a 15h00</b>	221	3	184	0	191	0	197	0	216	0
<b>16h00 a 19h00</b>	152	0	286	0	216	0	241	0	207	0

Tabla 12.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 4 muestra los valores obtenidos en los días 10 al 14 de octubre, y comprende una semana de actividades escolares normal.

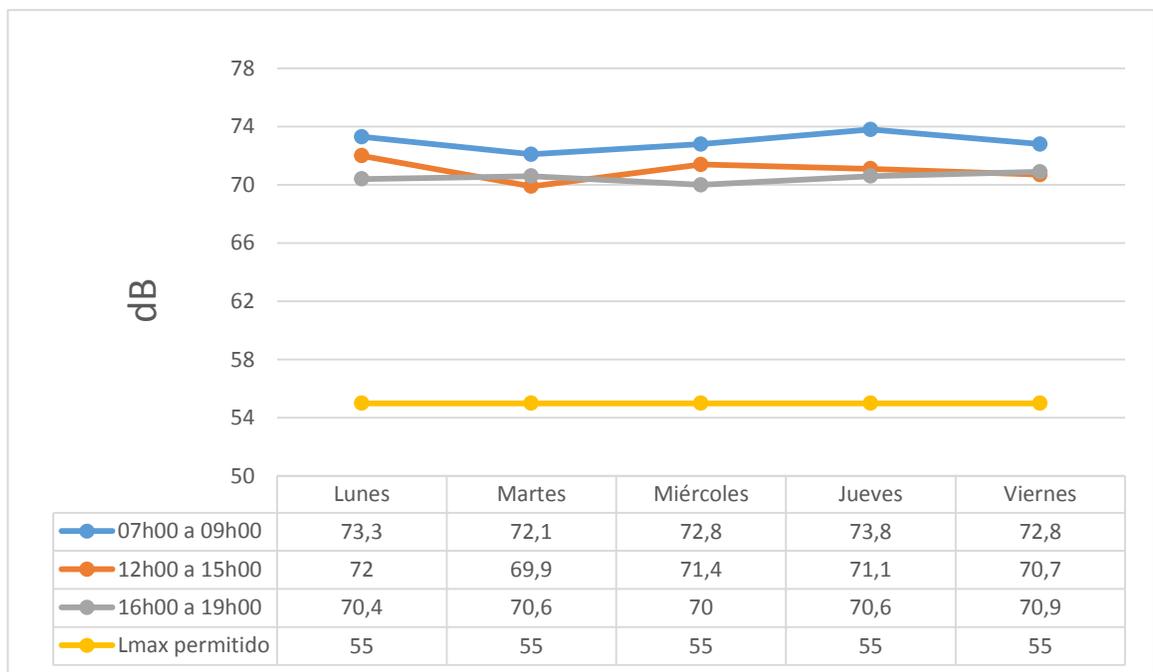


Gráfico #4  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 13 muestra los valores obtenidos del conteo rápido de vehículos en el punto número 2 durante la semana del 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
07h00 a 10h00	221	0	230	0	193	0	216	0	211	0
12h00 a 15h00	296	0	234	0	189	0	245	0	285	0
16h00 a 19h00	224	0	151	0	216	0	270	1	254	0

Tabla 13.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.3 Punto número tres

El gráfico # 5 muestra los valores en db de los monitoreos realizados en el punto número 3 durante los días 3 al 7 de octubre.

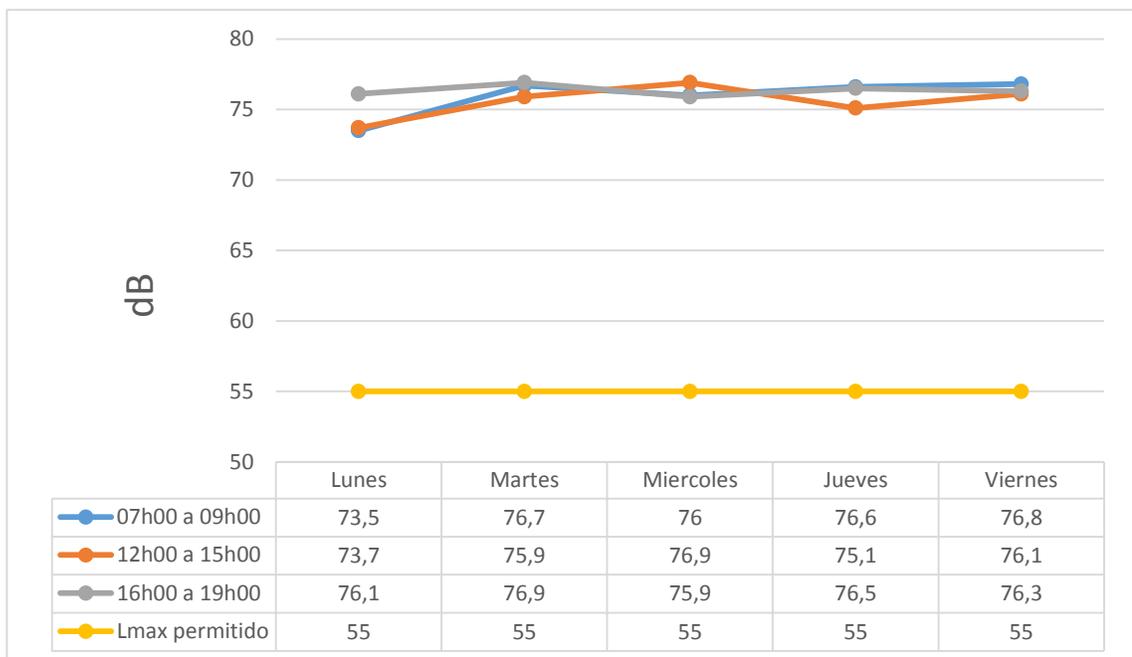


Gráfico #5  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 14 describe el conteo rápido de vehículos en el punto # 3

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	Buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	674	19	918	14	890	12	1256	18	956	9
<b>12h00 a 15h00</b>	982	10	920	16	1244	15	1270	14	1284	10
<b>16h00 a 19h00</b>	1182	7	936	23	1096	12	1032	15	1018	16

Tabla 14.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 6 corresponde a los días 10 al 14 de octubre.

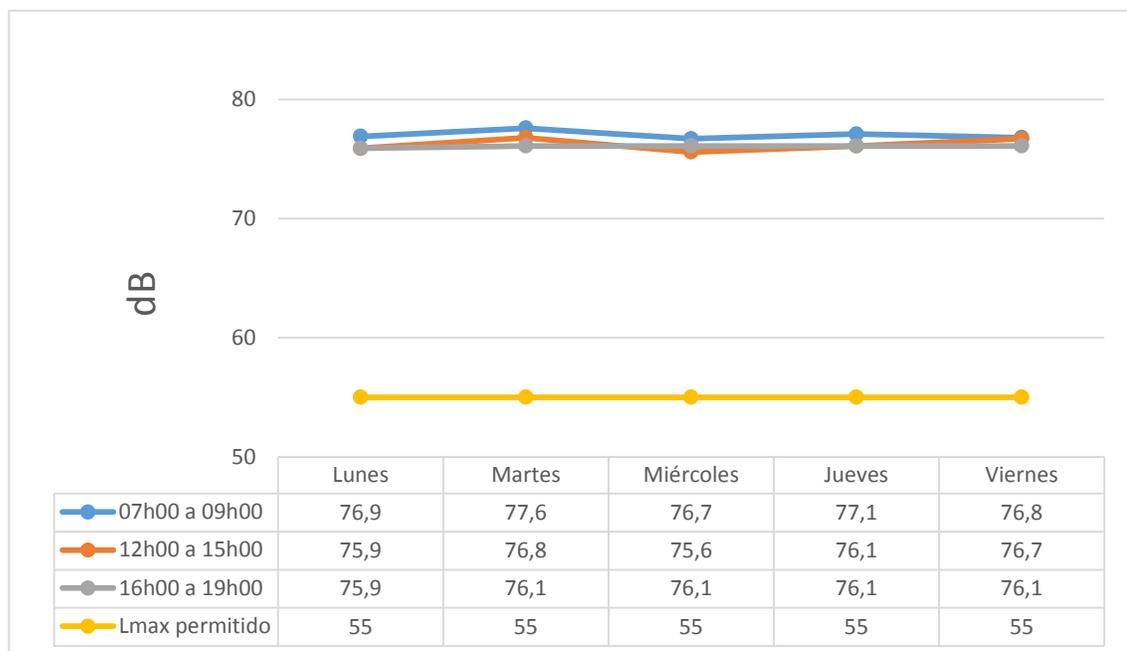


Gráfico #6  
Fuente: Víctor Clavijo

Conteo rápido de vehículos en el punto número 3 correspondiente a los días 10 al 14 de octubre se muestran en la siguiente tabla # 15.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
07h00 a 10h00	1150	14	1264	11	1342	16	1462	17	1422	16
12h00 a 15h00	1366	15	1284	11	1330	15	1316	10	1602	23
16h00 a 19h00	1382	19	966	12	1430	13	1364	17	1310	13

Tabla 15.  
Fuente: Víctor Clavijo

#### 6.1.4 Punto número cuatro

El gráfico # 4 corresponde a los datos obtenidos de las mediciones los días del 3 al 7 de octubre.

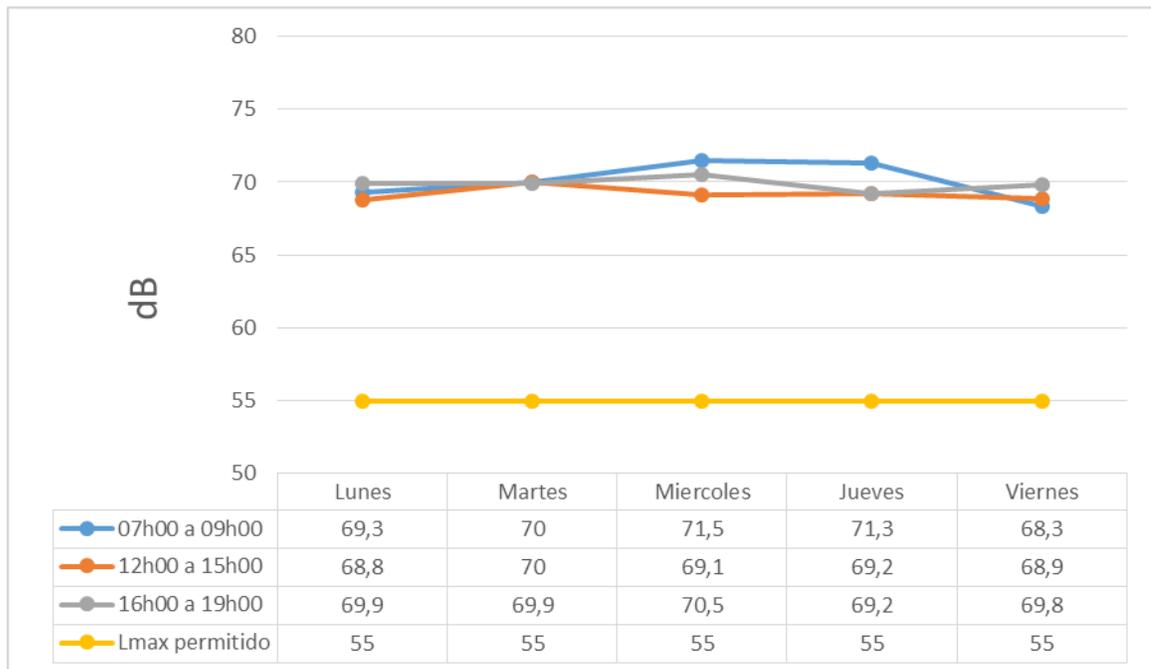


Gráfico.7  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 16 comprende los valores obtenidos del conteo rápido de vehículos del punto número 4 de los días 3 al 7 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	272	0	130	0	235	1	233	0	115	0
<b>12h00 a 15h00</b>	216	0	157	0	208	0	182	0	150	0
<b>16h00 a 19h00</b>	250	1	240	0	290	0	159	0	139	0

Tabla 16.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 8 a continuación muestra los valores de los monitoreos entre los días 10 al 14 de octubre.

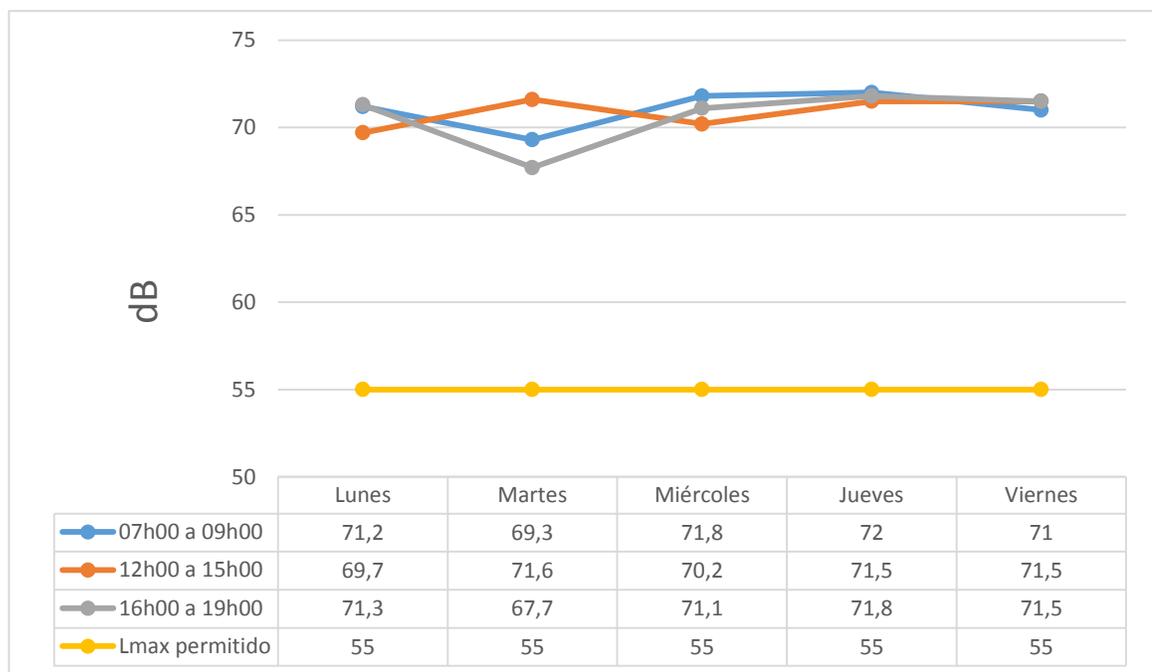


Gráfico.8  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla #17 muestra el número de vehículos que circularon por el punto 4 durante los monitoreos durante los días 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	228	0	244	0	284	0	173	0	201	0
<b>12h00 a 15h00</b>	242	0	363	0	257	0	366	0	306	0
<b>16h00 a 19h00</b>	278	0	152	0	294	0	321	0	334	0

Tabla 17.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.5 Punto número cinco

El gráfico # 9 muestra los valores obtenidos durante la semana comprendida entre el 3 al 7 de octubre durante las vacaciones escolares.

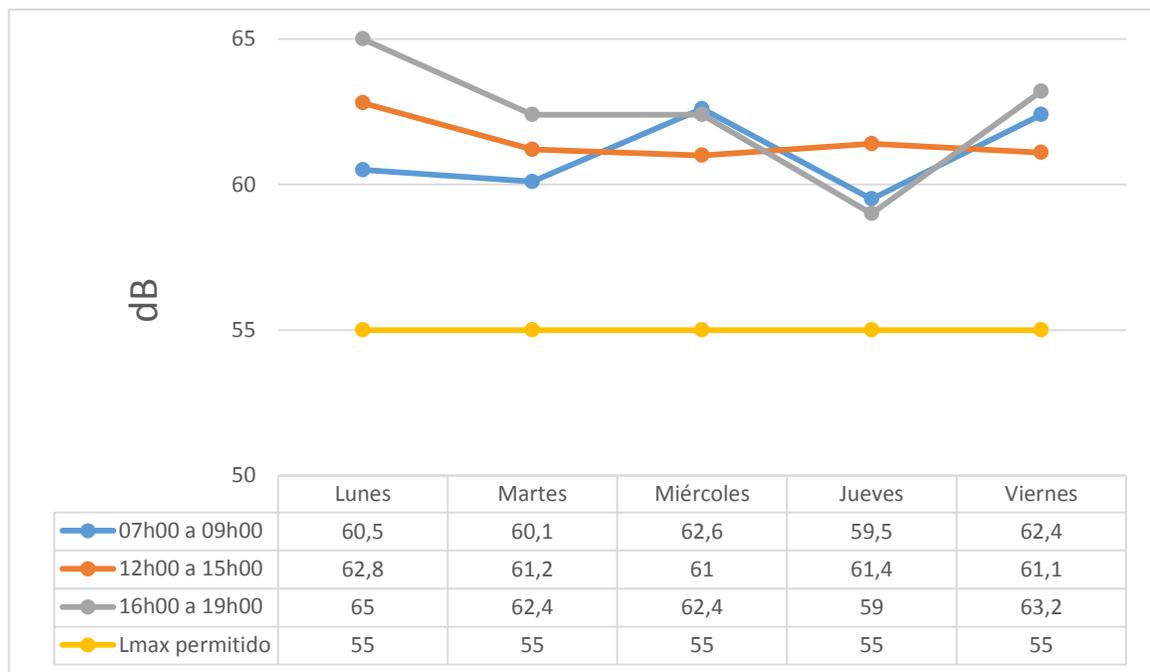


Gráfico # 9.  
Fuente: Víctor Clavijo

La siguiente tabla # 18 muestra los valores del conteo rápido de vehículos en el punto número 5 y se describen a continuación.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	23	0	16	0	25	0	7	0	18	0
<b>12h00 a 15h00</b>	30	0	15	0	10	0	10	0	9	0
<b>16h00 a 19h00</b>	37	0	31	0	16	0	9	0	7	0

Tabla 18.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 10 comprende los valores obtenidos de los monitores desde el día 10 al 14 de octubre durante una semana de actividades escolares normales en el punto número 5.

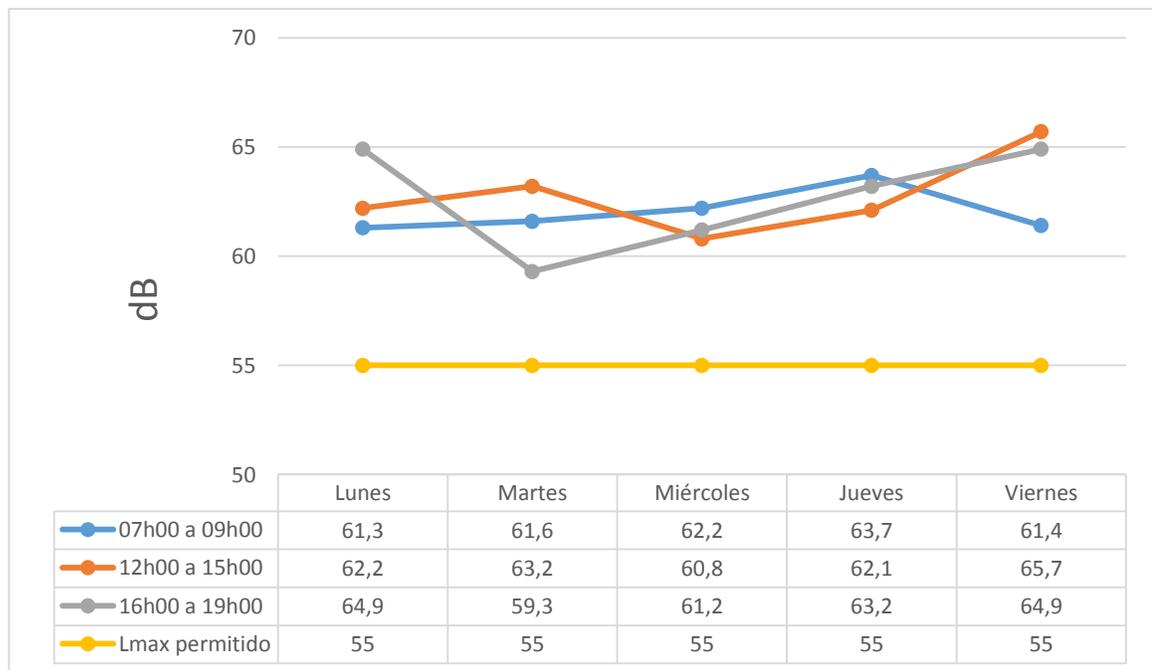


Gráfico 10.  
Fuente: Víctor Clavijo

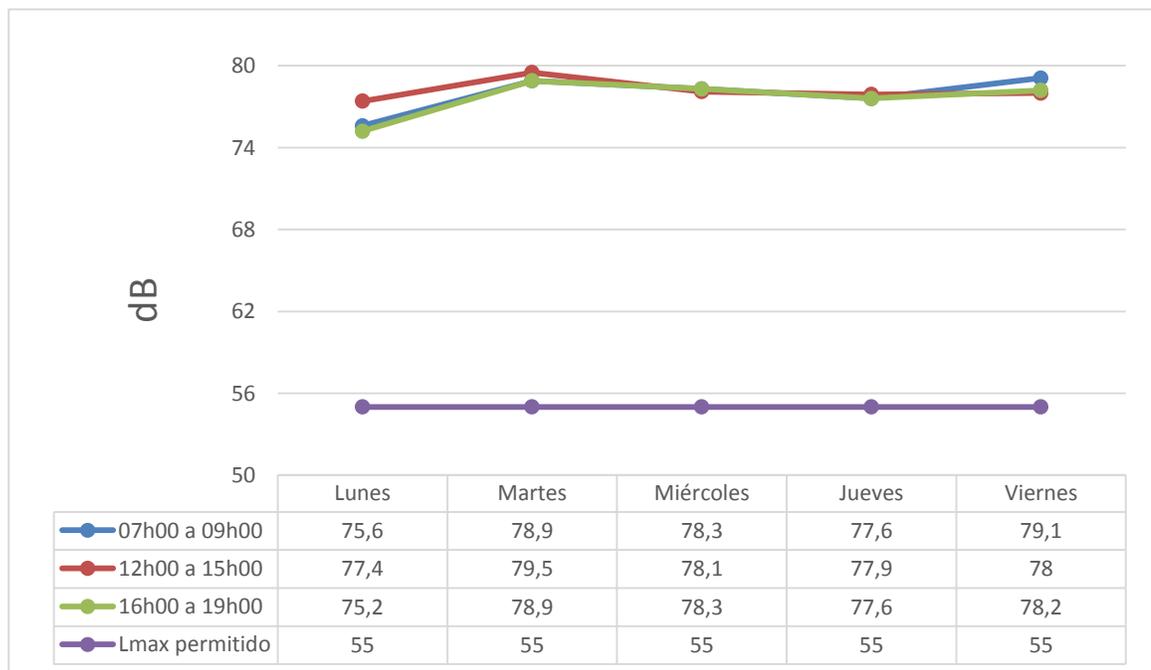
La tabla # 19 que se muestra a continuación contiene el número de vehículos obtenidos del conteo rápido vehicular y comprende los días 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	14	0	12	0	31	0	37	0	30	0
<b>12h00 a 15h00</b>	13	0	12	0	26	0	32	0	27	0
<b>16h00 a 19h00</b>	30	0	14	0	21	0	25	0	22	0

Tabla 19.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.6 Punto número seis

El gráfico # 11 representa los valores obtenidos durante los monitoreos de ruido los



días 3 al 7 de octubre en época de vacaciones escolares.

Gráfico 11.  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 20 muestra los valores del conteo rápido de vehículos realizado en el punto # 6 durante los días 3 al 7 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	578	31	800	14	766	15	788	13	750	21
<b>12h00 a 15h00</b>	552	12	718	13	774	18	750	9	736	14
<b>16h00 a 19h00</b>	746	15	808	14	770	14	644	12	670	15

Tabla 20.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 12 corresponde a los datos de los monitoreos obtenidos durante los días del 10 al 14 de octubre.

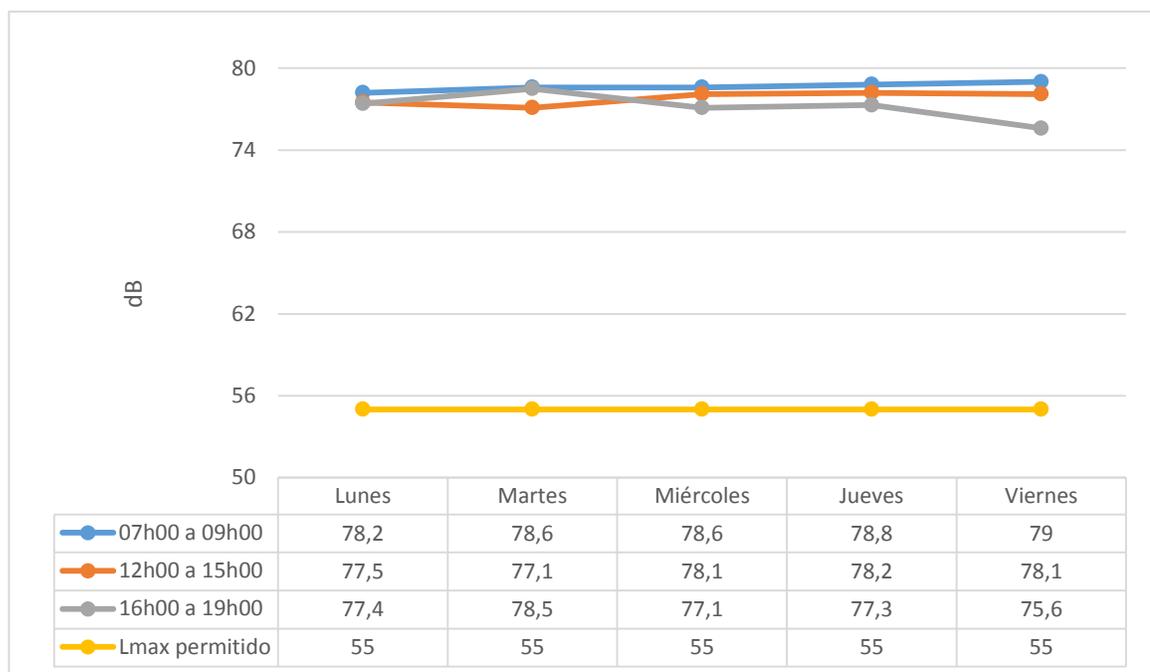


Gráfico 12.  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 21 contiene los datos obtenidos en el punto 6 durante el conteo rápido de vehículos durante los días 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	840	17	746	13	876	17	744	16	742	14
<b>12h00 a 15h00</b>	732	12	786	14	652	20	618	13	552	16
<b>16h00 a 19h00</b>	724	17	668	15	766	20	818	14	752	13

Tabla 21.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.7 Punto número siete

El gráfico # 13 corresponde a los datos de las mediciones de los días 3 al 7 de octubre.

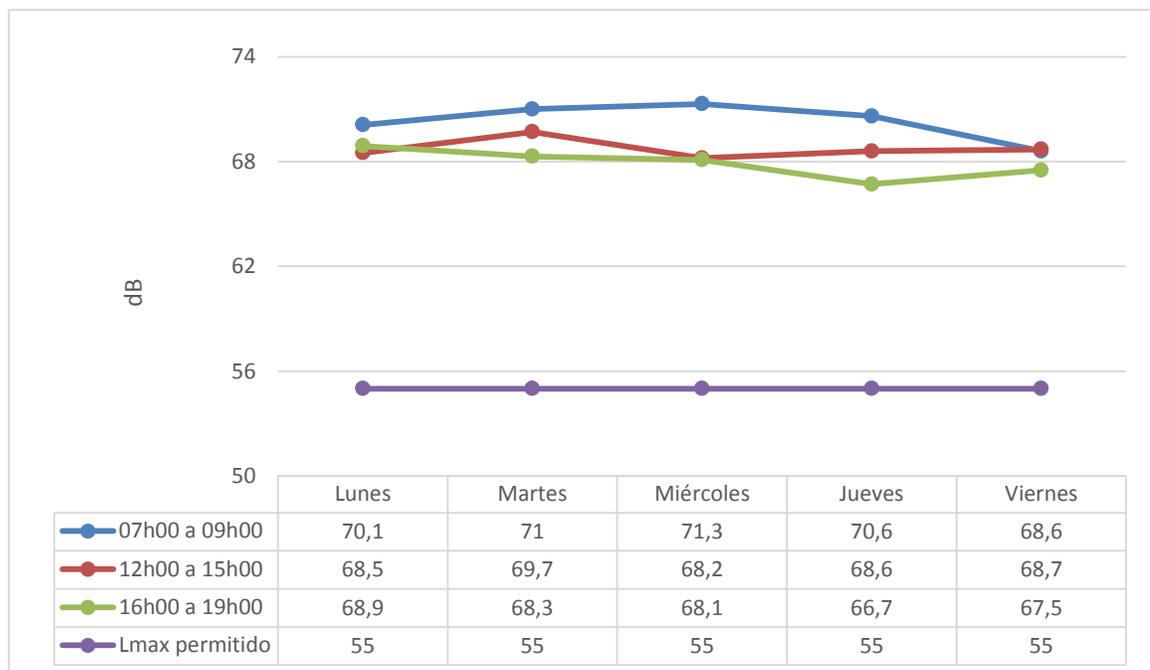


Gráfico 13.  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 22 corresponde al conteo de flujo vehicular en el punto número 7 durante los días del 3 al 7 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	110	13	113	18	130	15	89	15	102	14
<b>12h00 a 15h00</b>	90	12	107	11	100	10	120	12	109	11
<b>16h00 a 19h00</b>	93	14	86	12	101	12	88	12	95	13

Tabla 22.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 14 corresponde a los datos obtenidos del 10 al 14 de octubre.

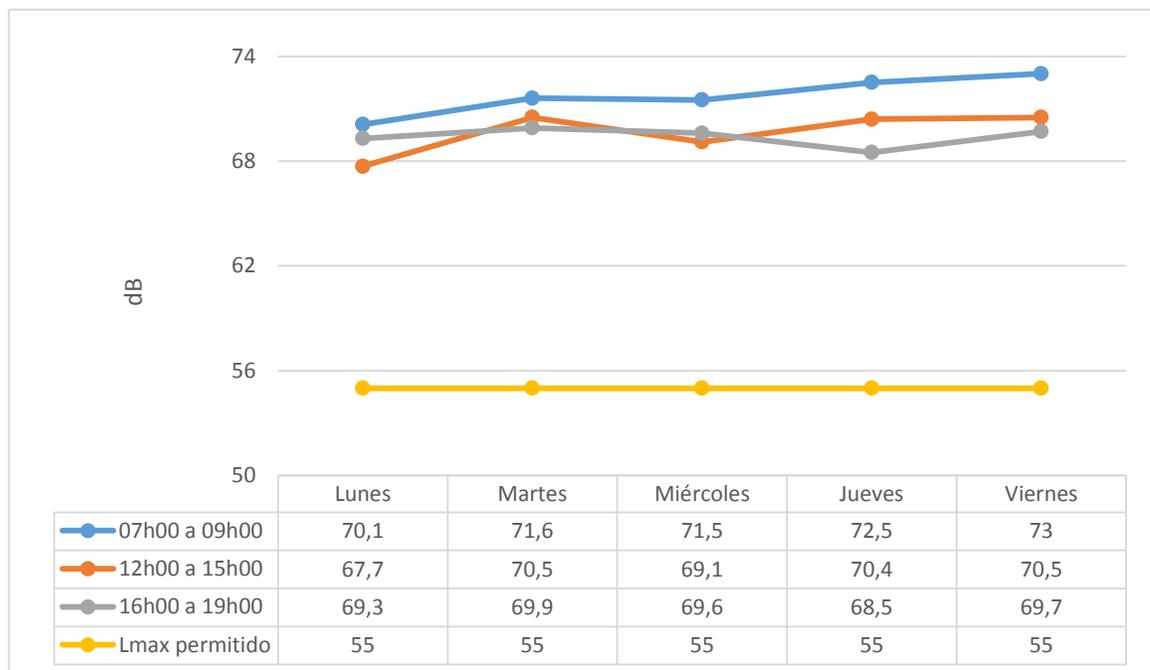


Gráfico 14.  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla #23 representa los valores del conteo rápido de vehículos en el punto 7 durante los días del 10 al 14 de octubre que se describen a continuación.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
07h00 a 10h00	106	13	128	17	117	12	105	15	106	15
12h00 a 15h00	107	8	89	9	83	7	99	13	116	10
16h00 a 19h00	101	9	64	8	104	14	75	11	90	15

Tabla 23.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.8 Punto número ocho

El gráfico # 15 corresponde a los datos del 3 al 7 de octubre.

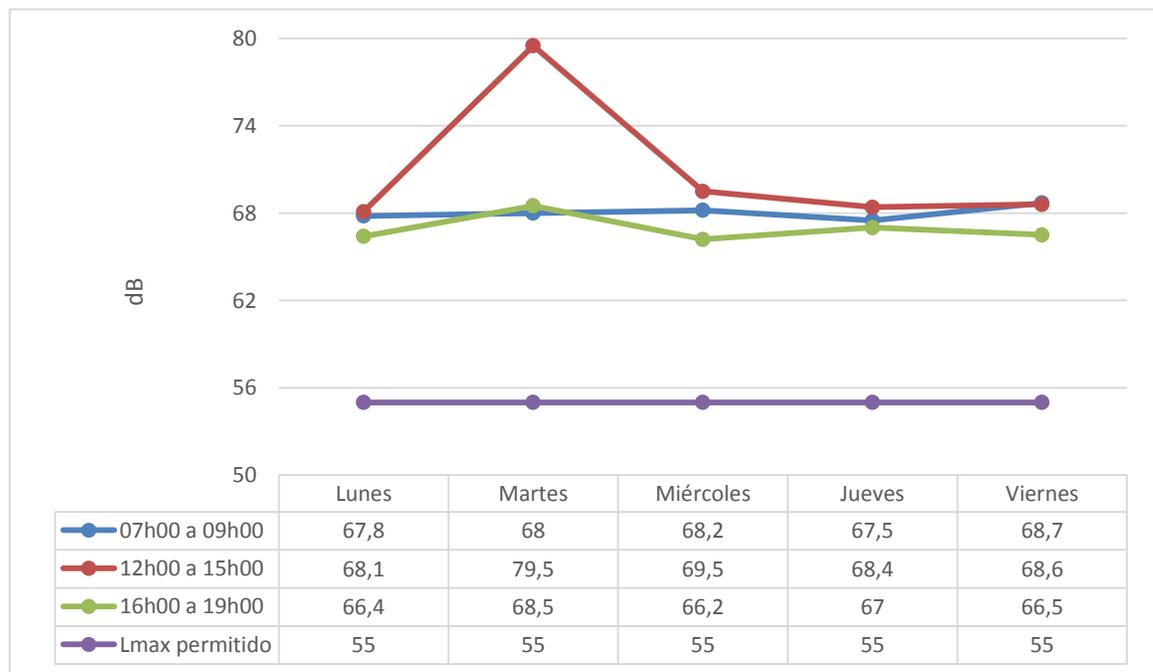


Gráfico 15.  
Fuente: Víctor Clavijo

La tabla # 24 contiene los valores del conteo rápido de vehículos del punto número 8 durante los días del 3 al 7 octubre en época de vacaciones escolares.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	126	15	108	14	101	16	128	15	108	16
<b>12h00 a 15h00</b>	53	8	92	12	84	13	95	11	89	9
<b>16h00 a 19h00</b>	151	22	105	15	134	9	74	14	92	16

Tabla 24.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 16 corresponde a los datos de los monitoreos de ruido durante los días del 10 al 14 de octubre días de actividades escolares normales, los resultados muestran que se exceden los límites máximos permitidos para el uso de suelo del sector.

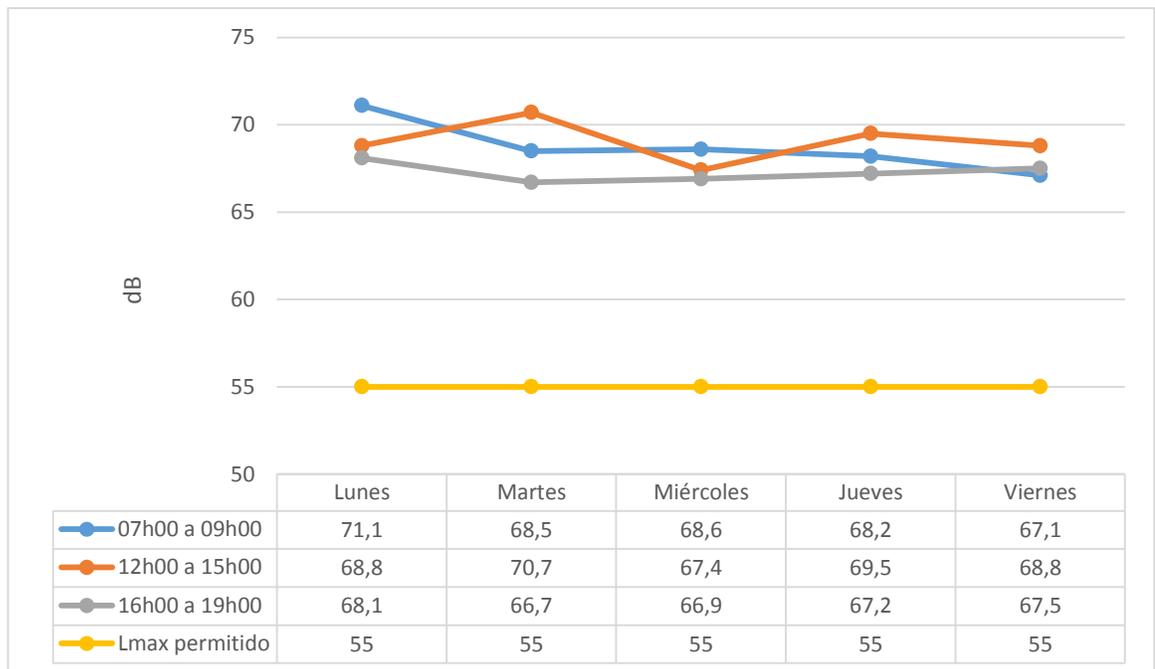


Gráfico 16.  
Fuente: Víctor Clavijo

Tabla # 25 con datos del conteo rápido de vehículos obtenidos en el punto 8 durante los días del 10 al 14 de octubre.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	104	16	108	17	134	18	119	13	69	7
<b>12h00 a 15h00</b>	102	13	159	24	101	16	133	16	65	9
<b>16h00 a 19h00</b>	91	13	88	13	94	12	96	12	79	16

Tabla 25.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.9 Punto número nueve

Gráfico # 17 datos de las mediciones de los días 3 al 7 de octubre.

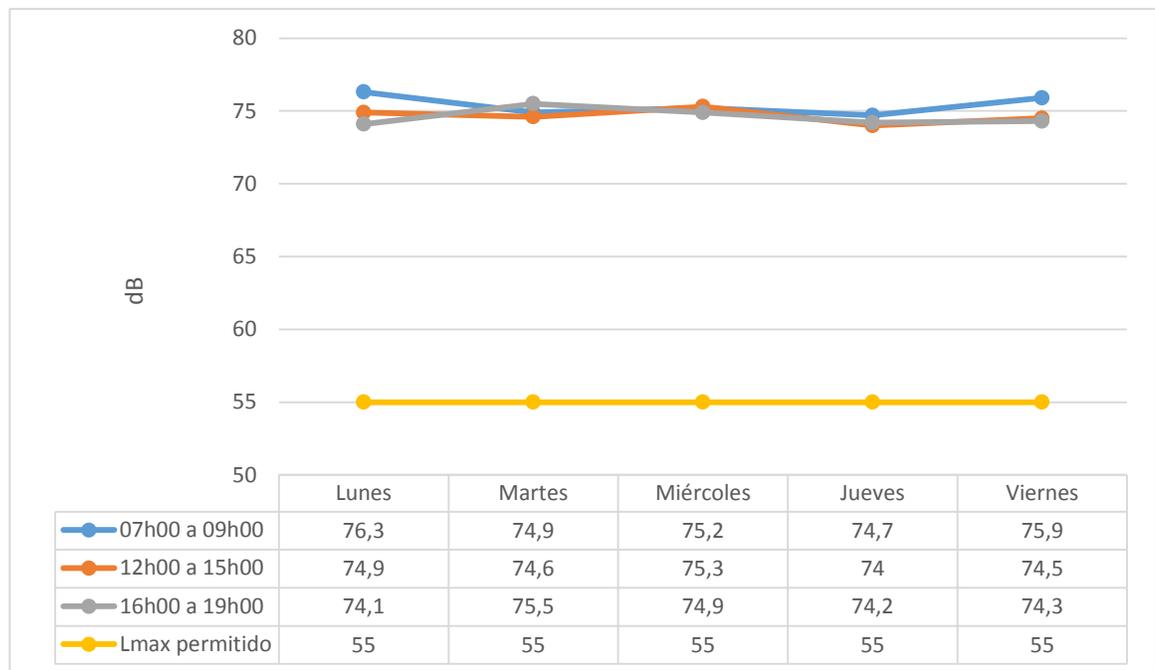


Figura 17.  
Fuente: Víctor Clavijo

Tabla # 26 con los datos obtenidos durante el conteo rápido de vehículos en el punto número 9.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	531	18	585	12	549	13	507	20	546	14
<b>12h00 a 15h00</b>	542	14	541	10	633	13	636	12	615	13
<b>16h00 a 19h00</b>	682	15	588	13	556	12	553	16	567	15

Tabla 26.  
Fuente: Víctor Clavijo

El gráfico # 19 contiene los valores obtenidos en el punto número nueve durante las mediciones los días del 10 al 14 de octubre.

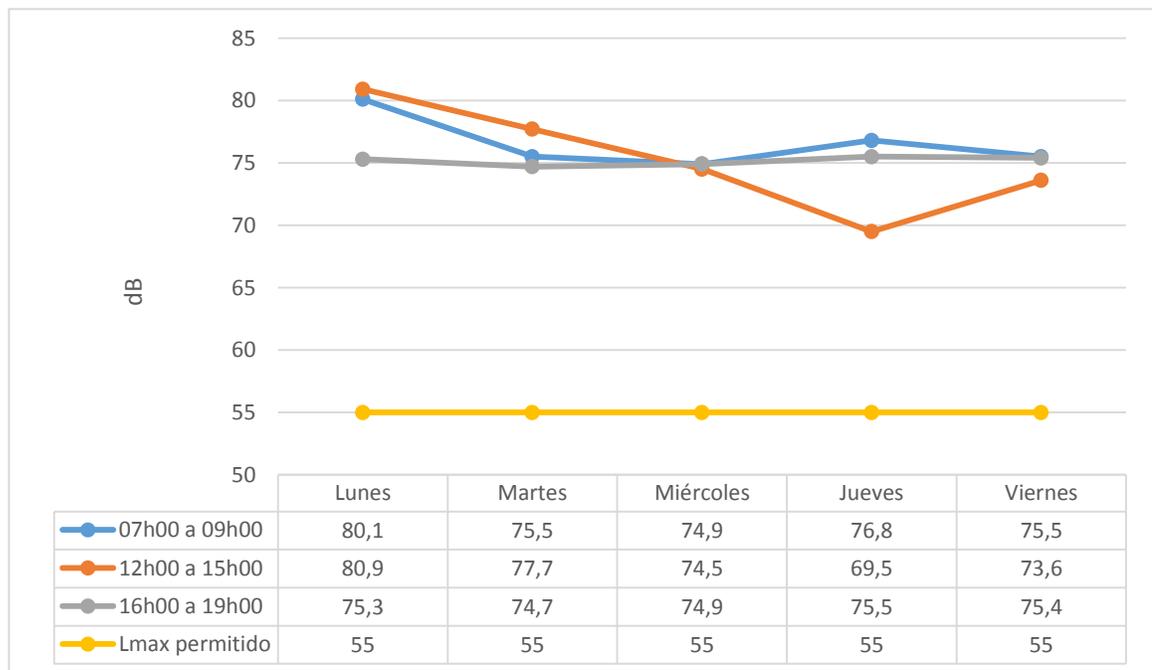


Gráfico 19.  
Fuente: Víctor Clavijo

Tabla # 27 con datos del conteo rápido de vehículos en el punto número # 9.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	612	16	654	16	696	13	566	12	603	14
<b>12h00 a 15h00</b>	621	15	441	16	537	18	584	14	560	8
<b>16h00 a 19h00</b>	506	21	530	12	441	16	480	19	465	12

Tabla 27.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.10 Punto número diez

Este punto se encuentra ubicado dentro de la ciudadela La FAE entre las calles General Raúl Cousin Izurieta y Costales, presenta poco afluencia de tráfico vehicular y valores de niveles de ruido menores que los demás puntos ,los datos obtenidos durante los monitoreos de los días 3 al 7 de octubre se muestran a continuación en el gráfico # 20.

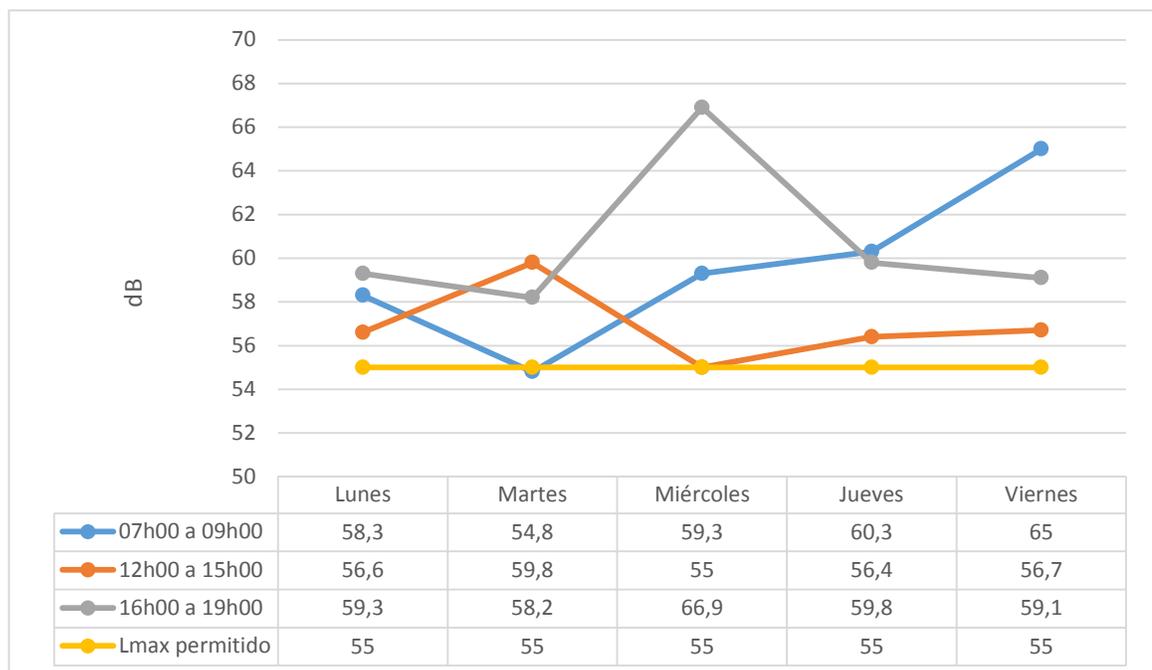


Gráfico 20.  
Fuente: Víctor Clavijo

Los siguientes datos corresponden al conteo rápido de vehículos en el punto 10 y se describen a continuación en la tabla # 28.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
<b>07h00 a 10h00</b>	12	0	7	0	8	0	9	0	5	0
<b>12h00 a 15h00</b>	11	0	8	0	15	0	4	0	9	0
<b>16h00 a 19h00</b>	8	0	17	0	12	0	9	0	8	0

Tabla 28.  
Fuente: Víctor Clavijo

Los siguientes datos corresponden a los días del 10 al 14 de octubre en época de actividades escolares los valores obtenidos se describen a continuación en el gráfico # 21.

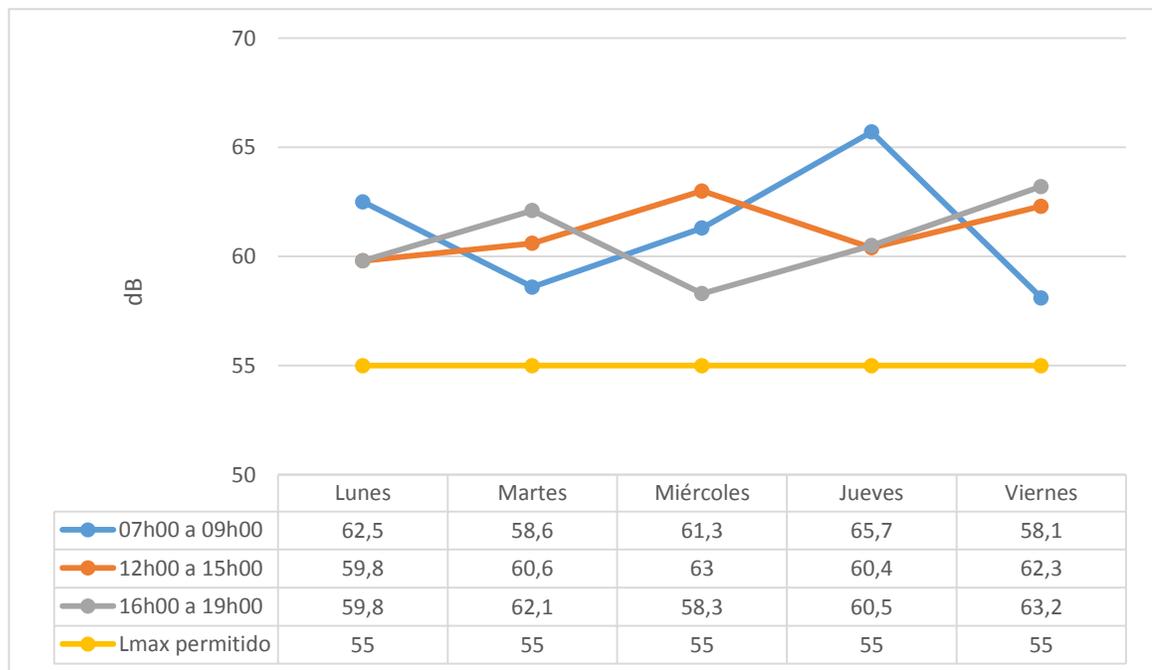


Gráfico 21.  
Fuente: Víctor Clavijo

Los valores descritos a continuación corresponden al conteo rápido de vehículos en el punto número 10 durante los días 10 al 14 de octubre, tabla # 29.

Horario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	Autos	buses	autos	buses
07h00 a 10h00	5	0	9	0	13	0	21	0	16	0
12h00 a 15h00	9	0	8	0	17	0	21	0	18	0
16h00 a 19h00	9	0	11	0	15	0	20	0	19	0

Tabla 29.  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.1.11 Correlación de Pearson

Se demostró la relación entre el número de total de vehículos que circulan por los puntos de muestreo (autos livianos) y los decibeles mediante la correlación de Pearson dando un valor de  $r: 0.86304$ , siendo estos los principales generadores de ruido en el área de estudio, demostrando que a mayor circulación de vehículos se genera un aumento en los niveles de ruido. Los buses de transporte público con una  $r: 0.660$  son la siguiente fuente de ruido.

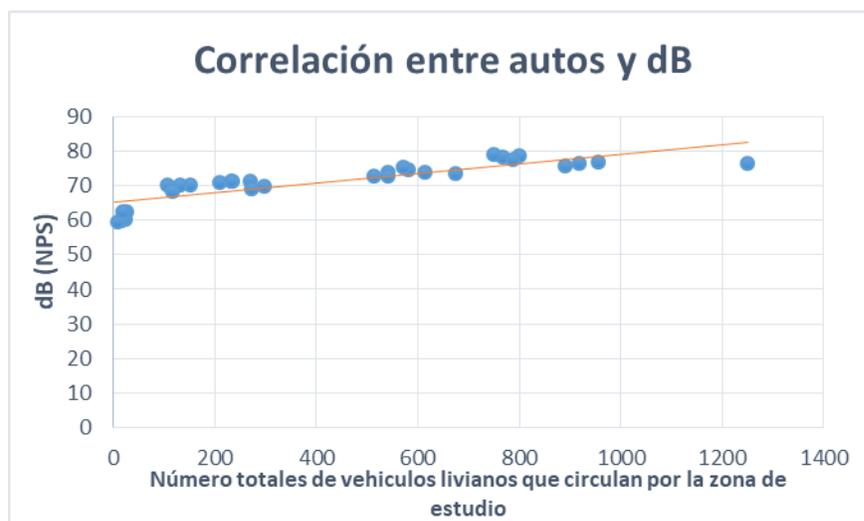


Gráfico 22. Correlación entre número de autos totales que circulan y db  
Fuente: Víctor Clavijo

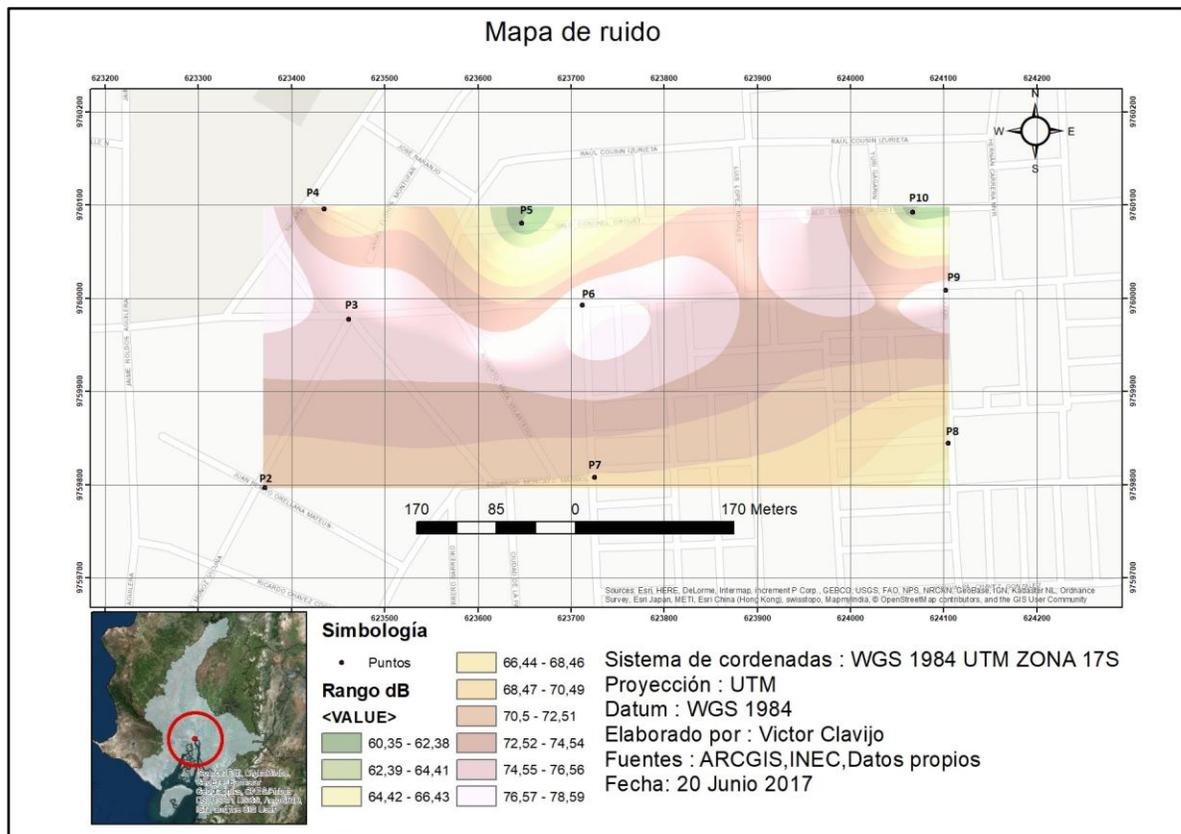
## 6.2 Mapas de ruido

Para la elaboración de los mapas de ruido se usó el software Arcgis 10.3, mediante la herramienta de interpolación IDW, esto a partir de resultados obtenidos en monitoreos durante cada jornada que tuvo una duración de 10 días en tres horarios diferentes, y de esta forma se logró obtener los mapas de ruido, donde se puede apreciar la intensidad sonora de forma continua mediante una representación del modelo raster.

### 6.2.1 Mapa # 1

**Fecha:** Del 3 al 7 de octubre del 2016

**Horario:** 07h00 a 09h00

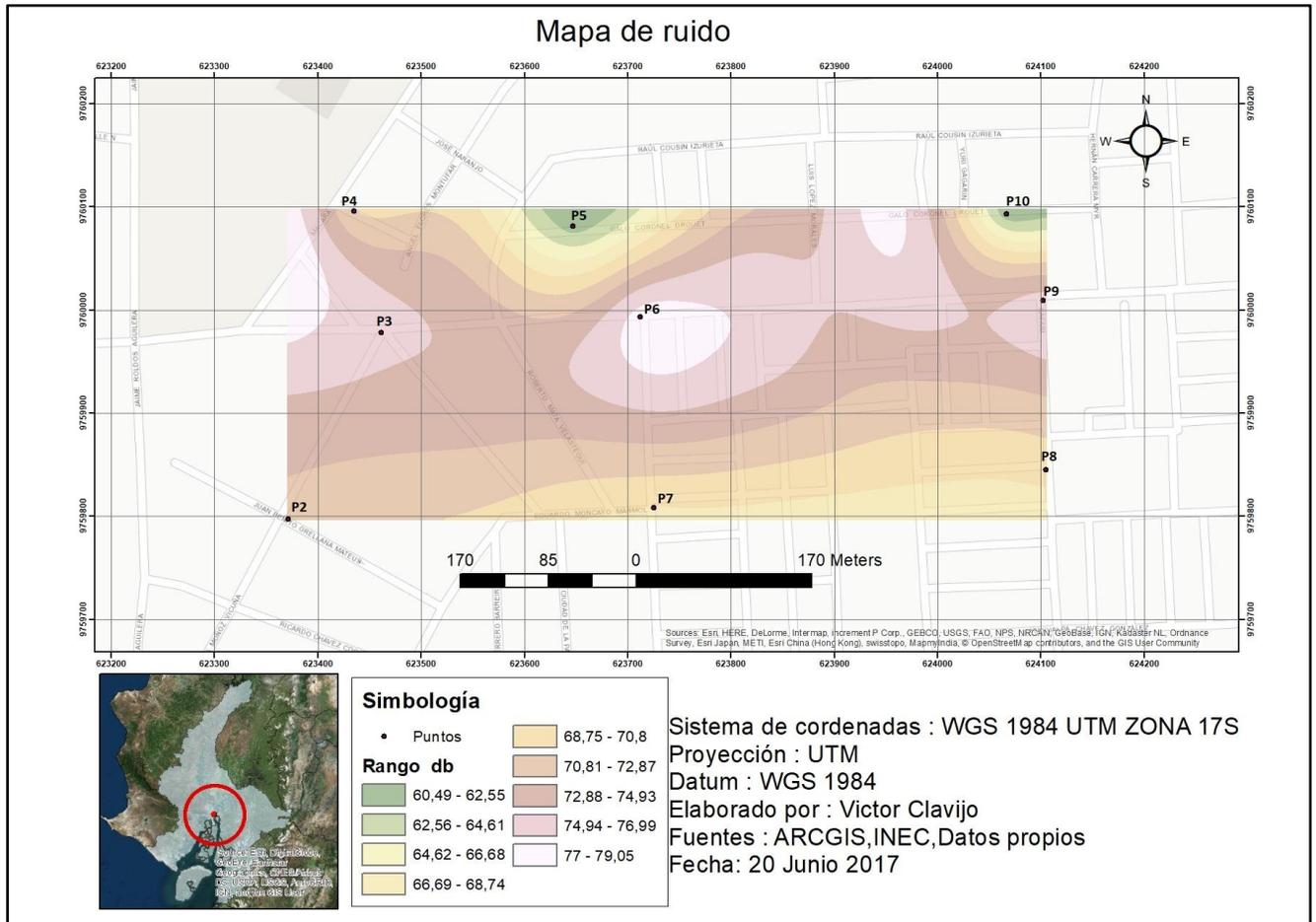


Mapa de ruido # 1  
Fuente: Víctor Clavijo

## 6.2.2 Mapa # 2

Fecha: Del 3 al 7 de octubre del 2016

Horario: 12h00 a 15h00

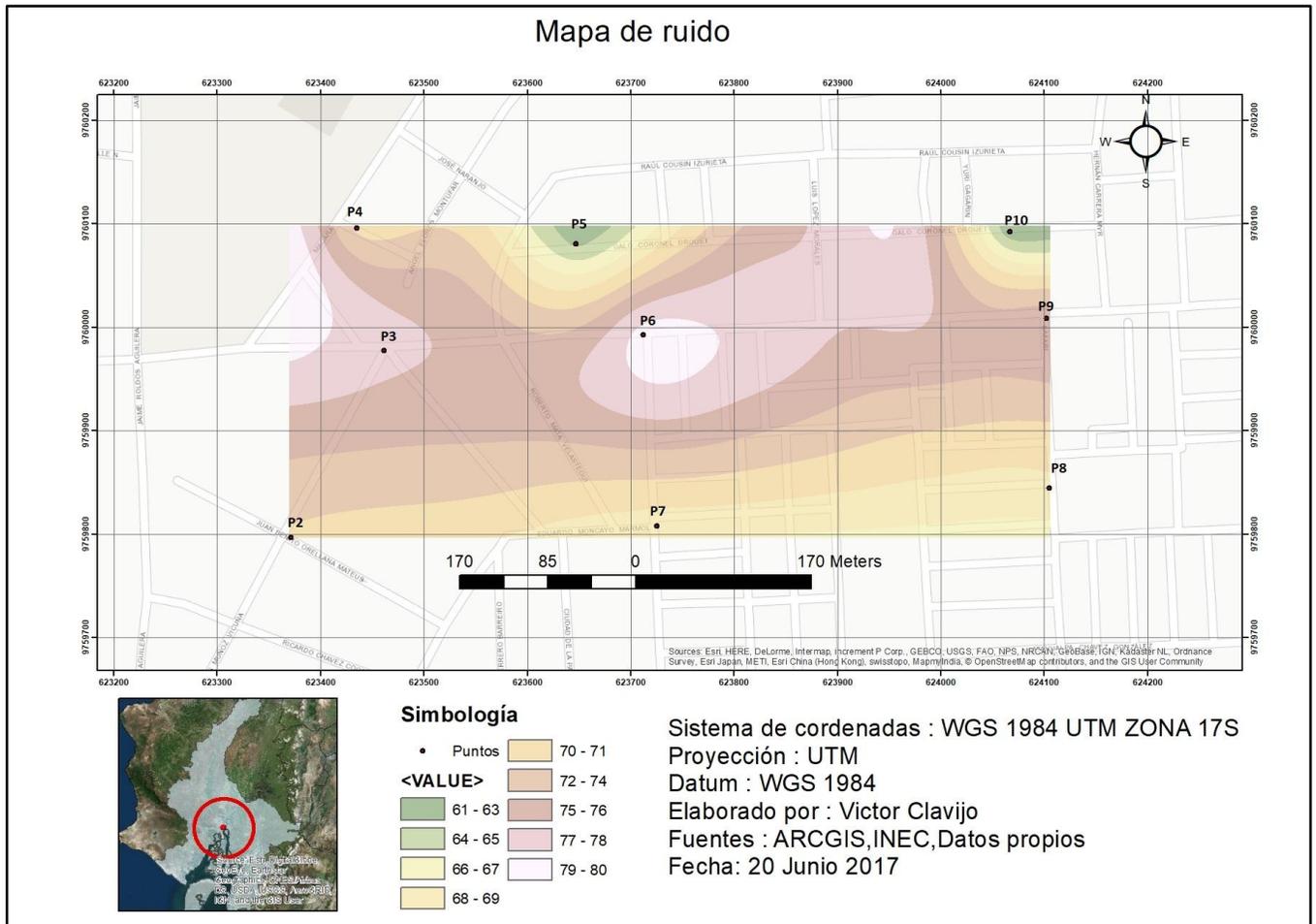


Mapa de ruido # 2  
Fuente: Víctor Clavijo

### 6.2.3 Mapa # 3

Fecha: Del 3 al 7 de octubre del 2016

Horario: 16h00 a 19h00

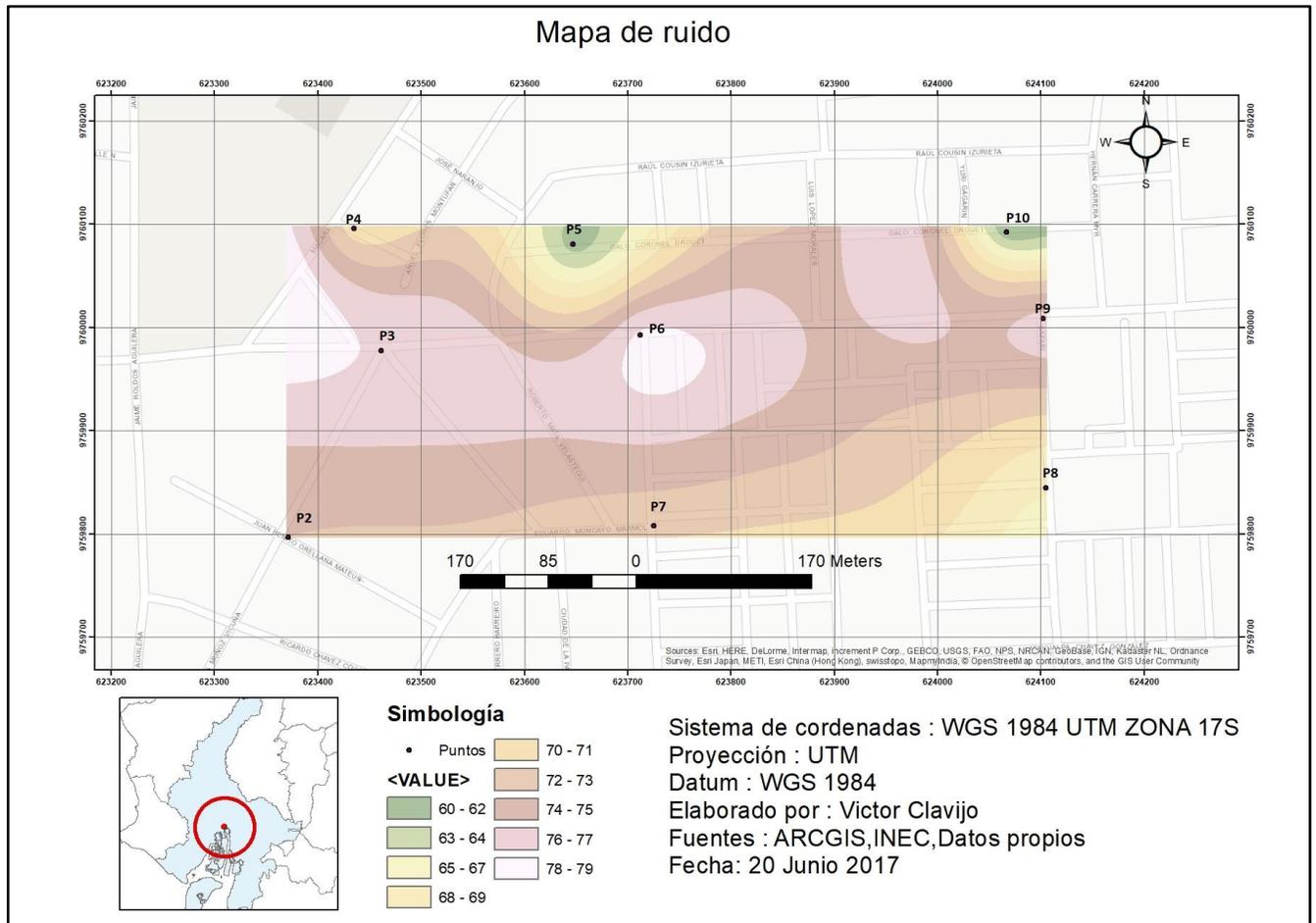


**Mapa de ruido # 3**  
Fuente: Víctor Clavijo

## 6.2.4 Mapa # 4

Fecha: Del 10 al 14 de octubre del 2016

Horario: 07h00 a 09h00

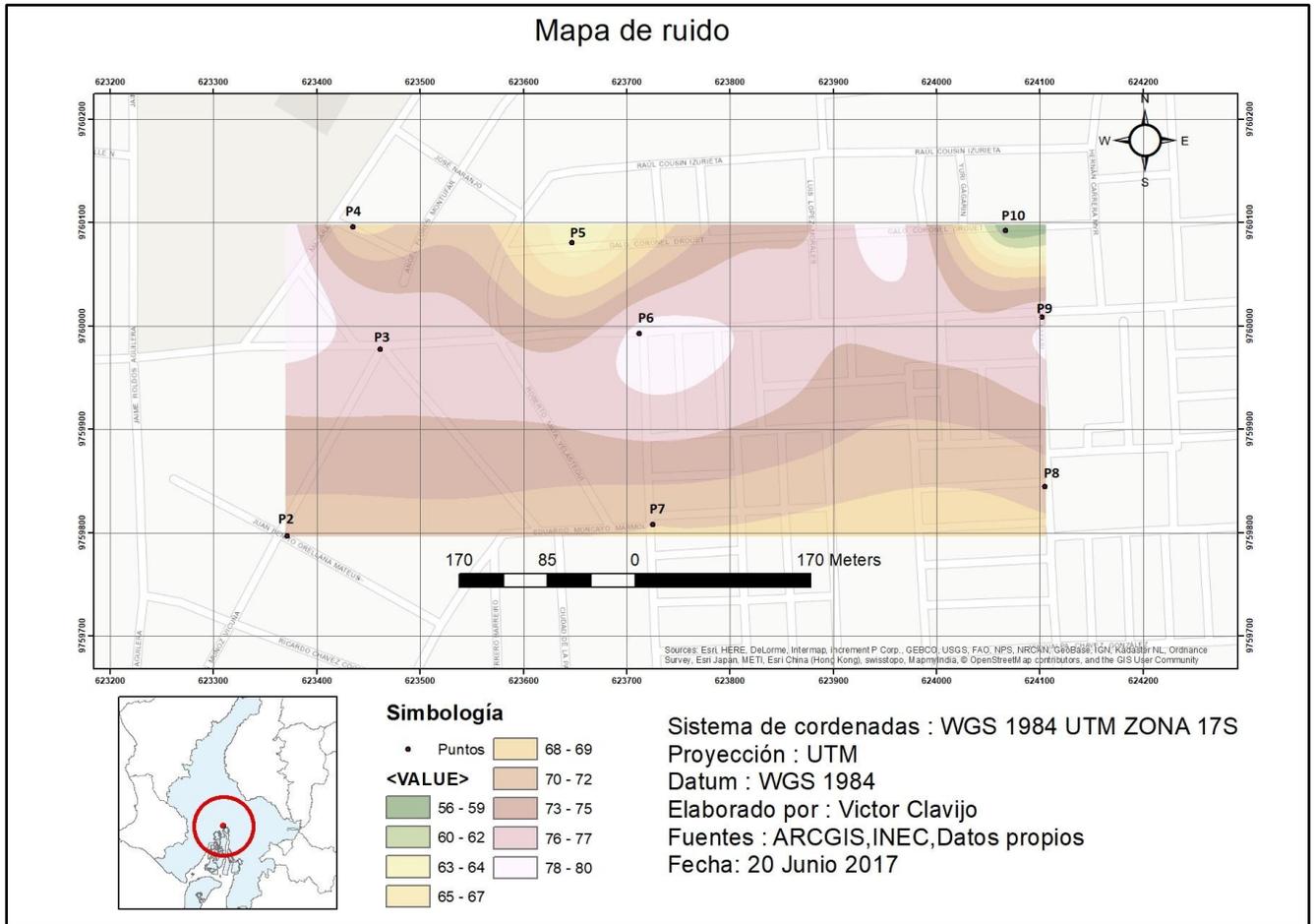


Mapa de ruido # 4  
Fuente: Víctor Clavijo

## 6.2.5 Mapa # 5

Fecha: Del 10 al 14 de octubre del 2016

Horario: 12h00 a 16h00

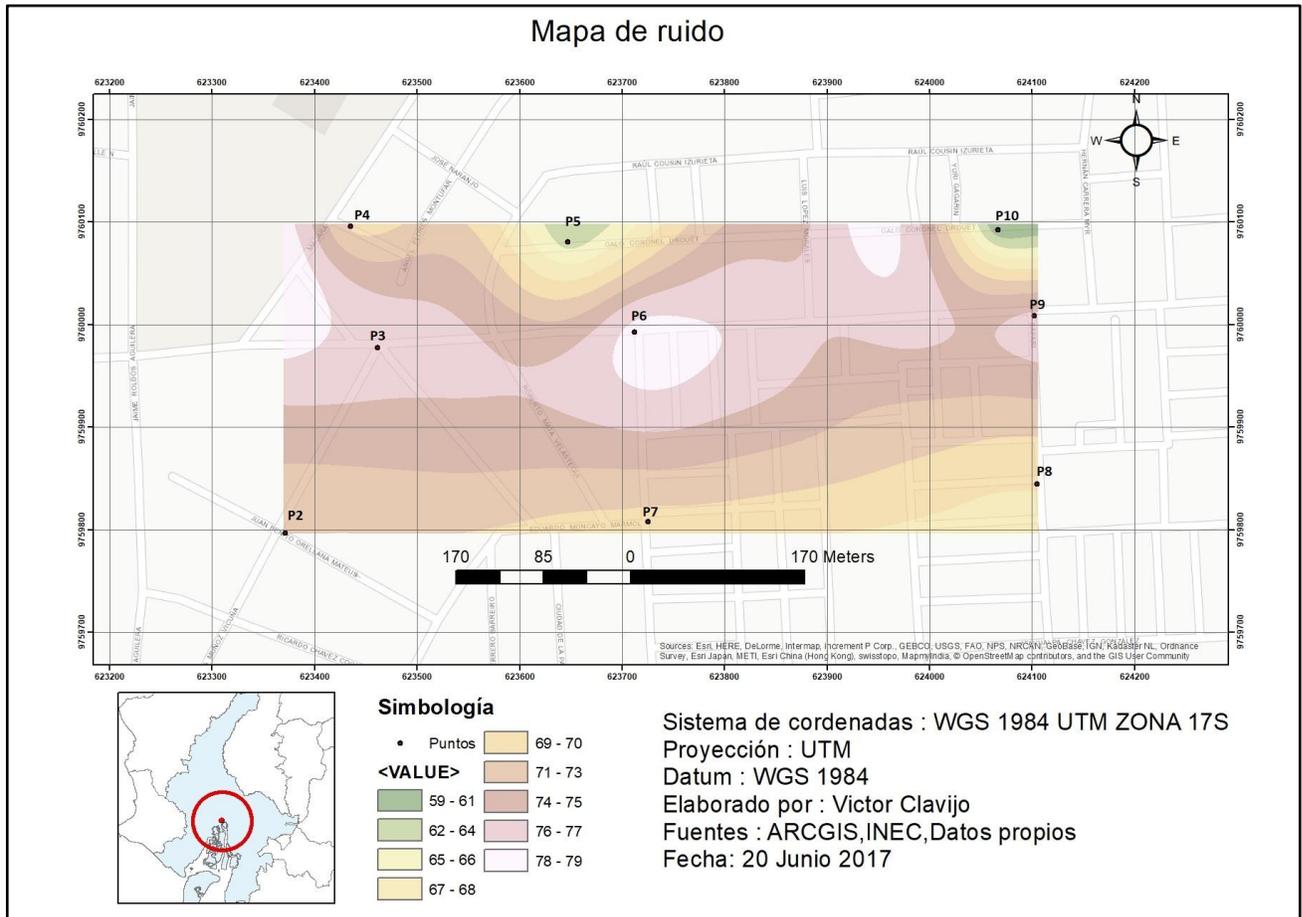


Mapa de ruido # 5  
Fuente: Víctor Clavijo

## 6.2.6 Mapa # 6

Fecha: Del 10 al 14 de octubre del 2016

Horario: 16h00 a 17h00



Mapa de ruido # 6  
 Fuente: Víctor Clavijo

## **CAPÍTULO 7. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE RUIDO EN EL TRÁNSITO URBANO**

Con todo lo expuesto en la tesis desarrollada se puede decir que el ruido producto del tráfico urbano causa diversos efectos negativos sobre los seres humanos, pero la capacidad de sobrellevar estos efectos depende de la sensibilidad de cada persona, por este motivo toda política sobre ruido ambiental debe estar basada en resultados comprobados científicamente, para poder dar medidas efectivas en su mitigación.

Se tiene que tener en cuenta la disminución de la calidad de vida de las personas afectadas por el ruido vehicular, por lo cual la necesidad de implementar una propuesta de un plan de control sobre los efectos del ruido en el tránsito de la ciudad de Guayaquil teniendo como referencia los datos de niveles sonoros obtenidos en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, por lo que si no se toman medidas para lograr la disminución del ruido llevará a condiciones de vida insostenibles para los habitantes del área afectada

### **7.1 Propuesta**

Los objetivos que se plantean en la propuesta de mitigación de ruido vehicular son los siguientes:

- Realizar periódicamente ( cada 2 años) mapas de ruido los cuales permitirán contar con la información necesaria para implementar las medidas de mitigación y prevención pertinentes
- Realizar campañas de sensibilización a la comunidad, tanto a los estudiantes de todas las edades como a la población afectada y a los conductores de los vehículos en general, para que utilicen las luces intermitentes del auto como señal de aviso de cualquier avance y solo para casos puntuales el claxon de automotor

- Estudiar la reestructuración de la red vial de la ciudad para mejorar el flujo vehicular especialmente en el norte de la ciudad y evitar puntos de generación de ruido generado por embotellamientos
- Informar a la Municipalidad de Guayaquil las calles que se encuentran en mal estado, esto permitirá que la circulación de los vehículos sobre una calzada en óptimas condiciones generando menos ruido por la fricción con el pavimento
- Sugerir que las autoridades de la ATM, multen a los conductores que usen de manera desmesurado el claxon, agregar estatutos que consideren el claxon de los vehículos una fuente de contaminación sonora y así evitar su uso , también sancionar con la disminución de puntos en la licencia a los conductores que infrinjan el uso de la bocina de sus vehículos
- Dar a conocer al GAD esta propuesta técnica de mitigación del ruido

## **7.2 Medidas prácticas**

Se debe tener en cuenta el cumplimiento de los límites máximos de velocidad (50 km/h) ya que la fricción generada al contacto del vehículo con la calzada aumenta con la velocidad de desplazamiento del automóvil generando mayores niveles de ruido.

Mantener constante la circulación del tránsito, evitando embotellamientos que genera pitos de los vehículos además la aceleración y frenado juntos a los arranques del motor genera ruido

En los parterres de las avenidas de mayor circulación de vehículos la colocación de barreras forestales atenuaría la propagación del ruido así como sembrar vegetación en la primera línea de casas ya que los arboles actúan como pantallas acústicas

Sincronizar los semáforos de acuerdo a la cantidad de vehículos que circulan por las avenidas mediante un estudio de conteo vehicular y así evitar su mal funcionamiento dentro de la ciudad

Promover el uso de medios de transportes masivos ordenados (buses más grandes, silenciosos, paraderos fijos).

Implementar el sistema de pico y placa en la ciudad de Guayaquil para de esta manera reducir el parque automotor que circula diariamente.

Colocación de señaléticas por parte de la ATM (Autoridad De Tránsito Municipal) con información sobre los daños físicos y psicológicos que se encuentran expuestos los habitantes y personas que circulan a diario por el área de estudio, de esta manera se envía un mensaje a los conductores para que usen moderadamente el claxon

Brindar charlas por parte de las asociaciones barriales en los colegios aledaños al área de estudio para inculcar una correcta educación vial a los jóvenes e informales de los peligros que se encuentran expuestos por el ruido que afecta el área de estudio.

### **7.3 Análisis final**

Con los datos obtenidos a lo largo del estudio se puede concluir, que debido a los elevados niveles de ruido presentes principalmente en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, es urgente tomar alguna acción inmediata por el bienestar de los habitantes de la zona y que de seguir expuestos a altos niveles de ruido llevará a una situación insostenible a las personas que habitan en el sector produciendo a largo plazo efectos irreversibles en la salud

Esta es una propuesta que tiene como finalidad enfocar las medidas establecidas a tratar la problemática de ruido vehicular con un criterio a mediano y largo plazo.

## **CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN**

Una vez finalizado las mediciones en los 10 puntos de muestreo dentro del área de estudio (FAE y Atarazana), se registraron valores de ruido elevados en todos los horarios (diurno, mediodía, vespertino) del estudio. Se logró determinar que las fuentes principales de ruido provienen del tráfico de vehículos, actividades de obras civiles en el área y el uso indiscriminado del claxon por parte de los conductores.

Manrique (2016), determinó que los puntos próximos a avenidas y con actividades comerciales ubicados en la ciudadela Alborada en la zona norte de Guayaquil, presentan valores de ruido altos, también concluyó que el uso indiscriminado del claxon por parte de los conductores presenta un serio problema en la generación de ruido.

Para Vásquez (2016), en su estudio realizado en la ciudadelas Sauces y Guayacanes, norte de la ciudad de Guayaquil existe una correlación entre el número de vehículos livianos y los valores de decibeles registrados, es decir que la influencia es directa en el número de automóviles y el ruido, valores de correlación que se repiten en los datos obtenidos en el presente trabajo.

Valores obtenidos por Mendoza Sánchez (2016), los vehículos son los máximos responsables de la generación de ruido dentro de las ciudades, urbes como Querétaro y Jalisco presenten niveles de ruido asociados al tráfico vehicular de 78.2 db que sobrepasa los límites máximos permisibles, valores muy similares en los puntos 1, 3,6 y 9 dentro de la presente investigación.

Según una encuesta realizada a las personas que circulaban por la avenida Javier Prado de la ciudad de Lima, respondió que los vehículos y la falta de educación vial de los conductores al usar el claxon son los principales generadores de ruido urbano, Santos De La Cruz (2007). Hecho que también se pudo apreciar en las horas de mayor circulación de automotores en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, el uso indiscriminado del claxon por falta de educación vial.

Un trabajo realizado en la ciudad de Quito por Amores Obando (2010), concluyó que los niveles de ruido en la zona sur de Quito son producto del tráfico de vehículos livianos, buses, camiones y el uso excesivo del claxon alcanzando hasta 76 DB, reflejando la misma problemática que se logra apreciar en los resultados de esta tesis.

La presencia de semáforos según Pérez (2009), aumenta la contaminación acústica, esto se debe a que al momento de controlar el flujo de vehículos los semáforos no siempre se encuentran debidamente sincronizados y se producen embotellamientos por este motivo los conductores usan el claxon aumentando la generación de ruido en el área, este es el caso de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin que cuenta con 3 semáforos colocados en los puntos 3 y 9.

En la ciudad de Esmeraldas según Montenegro(2015), alrededor del hospital del IESS, producto del tráfico vehicular de la zona los valores alcanzados son de 70,2 db sobrepasando los límites establecidos, y concluye como causante directo al flujo vehicular que circula en el área.

En el centro de la ciudad de Macas, debido al incremento del parque automotriz y la mala configuración urbana, dan como resultado niveles de ruido de hasta 81,1 db en las intercepciones de las calles 24 de Mayo y 10 de Agosto, centro de actividades económicas de la ciudad según Tacuri (2016), datos muy parecidos obtenidos en la avenida Plaza Dañin del presente estudio.

Para Castro (2016), en su trabajo realizado en la avenida De las Américas en el norte de la ciudad de Guayaquil, los altos niveles de presión sonora son generados por la influencia del tránsito vehicular por el paso de los vehículos livianos, pesados, metrovías y motos que circulan en el sector siendo determinante el uso excesivo del claxon (bocina)

## CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1 Conclusiones

- Se puede concluir que los niveles de ruido en todos los puntos medidos son considerablemente altos, y que ninguna de los valores obtenidos en las mediciones de ruido cumple con lo establecido en la Normativa Ecuatoriana.
- Las principales fuente de ruido en el área de estudio son los vehículos livianos, buses, motos por el uso indiscriminado del claxón
- Los puntos 3,6 y 9 presentan los valores de ruido más alto, esto se debe a que se encuentran ubicados al pie de la Avenida Carlos Luis Plaza Dañin y soportan la mayor circulación de vehículos de la zona.
- El punto 9 ubicado en Avenida Carlos Luis Plaza Dañin y la calle Nicasio Safadi Revés presentó valores de ruido de 80 db promedio, el día jueves 13 de octubre siendo esta una intercepción con la presencia de un semáforo que debido a su mala sincronización de tiempo no permite el flujo normal de vehículos
- La velocidad de circulación de los vehículos es lenta por la elevada intensidad del tráfico y presencia de varios semáforos muchos de ellos no se encuentran correctamente sincronizados produciendo embotellamientos aumentando los niveles de ruido en la zona
- Los puntos 5 y 10 ubicados dentro de la ciudadela La FAE fueron los menos transitado y flujo vehicular
- Existe una correlación directa entre el número de vehículos livianos que circulan y los niveles de ruido en la zona
- La falta de educación vial de los conductores en el uso desmedido del claxon y los retumbadores que colocan en los tubos de escape son los principales generadores de ruido.

## 9.2 Recomendaciones

- Mejorar los tiempos (sincronización) de los semáforos, para permitir un mejor flujo vehicular en las intercepciones de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin.
- Informar a la población que se encuentra afectada por la contaminación sonora del área estudio y darles a conocer los efectos negativos que se encuentran expuestos diariamente.
- Fomentar en la ciudadanía una cultura ambiental sobre los problemas generados por el ruido a causa del uso sin medida del claxon
- Mejorar el sistema de ordenamiento vial de la ciudad, para evitar que se produzcan embotellamientos especialmente en la zona norte de la ciudad y dar a conocer vías alternas para su uso
- Redistribuir la líneas de buses de transporte público para que no se congestionen en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin
- Implementar multas económicas más severas por el uso sin control del claxon de vehículos
- Realizar campañas de educación vial, en las escuelas y colegios para crear una sociedad con conciencia hacia los problemas ambientales ocasionados por el ruido
- Exigir el uso de silenciadores en los tubos de escape de todos los vehículos
- Mantener revisiones continuas por parte de la autoridad competente en los vehículos y unidades de transporte público y exigir revisiones técnicas periódicas por parte de la Autoridad para evitar que vehículos en mal estado circulen por la ciudad.
- Realizar por parte de las Autoridades correspondientes más investigaciones acerca de ruido , para determinar otros focos de contaminación acústica
- Colocación de pantallas de acrílico para la reflexión del ruido en los puntos 3,6 y 9 cómo se las ha instalado en los pasos desnivel en los bloques del Seguro al sur de la ciudad de Guayaquil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, R., & Pachon, S. (2006). Aislamiento Acustico De Las Salas De Espera Del Aeropuerto El Dorado Bogota . *Tesis De Grado*. Bogota , Colombia : Universidad San Buenaventura.
- Alonso, f. L. (2003). *El tratamiento administrativo de la contaminacion acustica*. coruña: Editoriales La Coruña.
- Álvarez Bayona, T. (2006). *Aspectos Ergonomicos Del ruido*. Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ambiente, M. D. (2015). *Texto unificado de legislación ambiental secundaria* . Quito
- Amores Obando, A. (2010). Elaboración de un mapa de ruido del distrito Metropolitano de Quito zona sur. Quito, Pichincha.
- Andalucía, J. d. (Agosto de 2016). Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es>
- Arana Burgui, M., & Bueno Pacheco, M. . (2013). *Innovación Para El Control Del Ruido Ambiental*. Castilla: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Armada, I. O. (2009). <http://www.inocar.mil.ec>.
- Barrio, J., Antón, J., & Cabreizo, M. (2015). *Física y Química*. Editex.
- Barrios, A. (2010). *Metodología de la Investigacion 3*. Guayaquil: RIJABAL S.A.
- Bartí , R. (2010). *Acústica Medioambiental vol.1*. Alicante: Editorial Club Universitario .
- Belojevic, G., Jakovljevic, B., & Paunovic, K. (2008). *Urban road-traffic noise and blood pressure in school children*. Belgrade: Foxwoods,ct.
- Bernal , J., & Dittmann, P. (2006). Mitigación De Impacto Por ruido . Bogota, Colombia: Universidad De San Buenaventura.
- Bureau , V. (2008). *Manual Para La Formacion En Medio Ambiente*. Valladolid: Lex Nova.
- Caamaño, A. (2011). *Didáctica De La Física Y La Química*. Barcelona: Graó De Irif.
- Cañadas, L. (1983). *Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. . MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador.

- Carrera de la Torre, L. (1996). *Desarrollo y problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil*. Guayaquil: Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador .
- Castro, J. (2016). Diagnóstico de los niveles de presión sonora en el tránsito de la avenida de las Américas. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Chinchilla , R. (2012). *Salud y Seguridad En El Trabajo*. San Jose: Editorial Universidad Estatal A Distancia .
- Clayton, S. (2012). *Environmental and Conservation Psychology*. new york: oxford university press.
- Clirsen. (Diciembre de 2011). Memoria Técnica Cantón Guayaquil. *Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio A Nivel Nacional* . Guayaquil, Ecuador: Senplades.
- Cobo, P. (1997). *Control Activo Del Ruido* . Madrid: CSIC.
- Cortéz Díaz, J. (2007). *Técnicas De Prevención De Riesgos Laborales* . Madrid : Tébar .
- CTE. (Agosto de 2016). *Comisión de Tránsito del Ecuador*. Recuperado el 2016, de <http://www.comisiontransito.gob.ec/>
- Danny, T. C. (Mayo de 2016). Evaluación del nivel de ruido ambiental en la zona central de la ciudad de Macas . Ecuador.
- De Esteban Alonso, A. (2003). *Contaminación acústica y salud*. Madrid: Instituto Universitario de Ciencias Ambientales .
- Diaria, L. C. (23 de Agosto de 2007). *La Cronica Diaria*. Obtenido de <http://www.cronica.com.mx/notas/2007/319009.html>
- El Universo . (Miércoles de Julio de 2005). *Guayaquil tiene 25 puntos críticos de contaminación*. Obtenido de El Universo: <http://www.eluniverso.com/2005/09/07/0001/18/2AFDAF3352FF4F0A8B9398C7E09327D6.html>
- España, E. (16 de Agosto de 2016). *Edp España*. Obtenido de [www.sostenibilidadedp.es](http://www.sostenibilidadedp.es)
- Europeas, C. d. (1996). *Política futura de la lucha contra el ruido*. Bruselas: Oficina de publicaciones oficiales de la comunidad Europea.

- Falagán , M. J. (2000). *Manuel básico de prevención de riesgos laborales* . Asturias : Sociedad Austriana de Medicina y Seguridad en el trabajo .
- Freire , K. F. (Marzo de 2010). Análisis, evaluación y propuesta de control de ruido . Quito, Pichincha .
- Garabito, E. C. (2007). *Niveles de ruido* . Bogota : Facultad de Ingeniería.
- García del Pozo, I. (junio de 2016). Obtenido de <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/90/01/39001.pdf>
- García, A. (1988). *La Contaminación Acústica* . Valencia : Universidad De Valencia .
- Gassab, S. (Junio de 2012). Proyecto acustico de una actividad susceptible de ruido y vibraciones . Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Giménez , J. (2007). *Ruido: Para los posgrados de higiene y seguridad industrial* . Buenos Aires: Nobuko .
- Gobierno de Chile. (2010). *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de Ministerio del Ambiente: [http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/0\\_Estrategia-Control-Ruido-Ambiental-MMA-Seminario-Ruido-Valdivia-2011.pdf](http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/0_Estrategia-Control-Ruido-Ambiental-MMA-Seminario-Ruido-Valdivia-2011.pdf)
- Gonzales, A. (2012). *Contaminación Sonora y Derechos Humanos*. Montevideo.
- Guayaquil, M. I. (2010). *Archivos Municipales*.
- Harris Cyril, D. (1977). *Manual para el control del ruido*. Madrid: Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Harris, C. (1995). *Manual de medidas acusticas y control del ruido* . Madrid : Interamericana de España.
- Hernández F., Z. E. (2007). *Inicio, Duración y termino de la estación lluviosa en cinco localidades de la costa ecuatoriana*. Acta Oceanográfica del Pacifico, INOCAR, Vol 14, No. 1 Pp 8- 11.
- Holdridge, L. (1971). *Life Zone Ecology*. San José, Costa Rica: Pergamon Press, Oxford.
- Hoyos M., A. E. (2009). *Historia de Guayaquil*. Guayaquil.

- Ikaro. (12 de Agosto de 2016). *Manual para la Edificacion de estructuras en Gran Canaria*. Obtenido de <http://editorial.dca.ulpgc.es/ftp/ambiente/00-Apunte-2006/1-Fundamentos/Fundamentos%20Ruido3-2.pdf>
- INEC. (12 de Septiembre de 2016). *Ecuador en cifras*. Obtenido de [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- Instituto Geografico Militar (IGM), M. I. (2003). *Plano de la Ciudad de Guayaquil*.
- Intef. (10 de Agosto de 2016). *Gobierno De España*. Obtenido de [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02\\_elsonido/2\\_cualidades\\_del\\_sonido.html](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_elsonido/2_cualidades_del_sonido.html)
- J.W.Baldock. (1982). *Mapa geológico nacional de la República del Ecuador*. Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección General de Geología y Minas .
- Jaramillo, A. M. (2007). *Acústica: La Ciencia Del Sonido*. Medellín: Itm.
- Jiménez Cisneros, B. E. (2001). *La Contaminación ambiental en México*. México : Limusa Noriega Editores.
- Kane, J., & Sternheim, M. (2007). *Física Segunda Edicion* . Bogotá: Reverté S.A.
- Kjaer, B. &. (marzo de 2016). *Sonidos y Vibraciones* . Obtenido de <http://www.bksv.com/doc/br1630.pdf>
- Lauterbach, R. (25 de 11 de 1998). *Todoelderecho*. Obtenido de <http://todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/problemasambientalesenamericalatina.htm>
- Londoño, C., & González, A. (2011). Protocolo Para Medir La Emisión De Ruido Generado Por Fuentes Fijas . *Revista Ingenierias Universidad De medellin* , 53-59.
- López , J. (2013). *Módulo 2 Física*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Magrama. (2016). Conceptos Basicos Del Ruido Ambiental. *Magrama*, 31.
- Magrama. (agosto de 2016). *Magrama*. Obtenido de [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion\\_acustica\\_tcm7-1705.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf)
- Manrique Escudero, B. R. (2016). Determinación del nivel de ruido ambiental en la avenida Rodolfo Baquerizo Nazur. Guayaquil, Ecuador.

- Martínez Sandoval, A. (2005). Ruido Por Trafico Urbano : Conceptos ,Medidas Descriptivas y Valoración Economía. *Revista De Economía Y Administración*, 49.
- Martinez, J., & Peters, J. (Octubre de 2015). *Ecologistas en Acción*. Obtenido de <http://www.ecologistasenaccion.org>
- Mateo Floría, P. (2006). *La Prevencion del ruido en la empresa* . Fundacion Confemetal.
- Mendoza Sánchez, J. (2016). *El impacto ambiental del ruido generado por el transporte carretero y su valoracion hacia un transporte sustentable*. Queretaro.
- Ménedez Díez, F. (2006). *Higiene Industrial* . España: lex Nova.
- Metrovía, F. (2010). <http://www.metrovia-gye.com>.
- México, G. d. (Agosto de 2016). *Cevece*. Obtenido de [http://salud.edomex.gob.mx/cevece/doc/Documentos/Efeccs\\_ruido.pdf](http://salud.edomex.gob.mx/cevece/doc/Documentos/Efeccs_ruido.pdf)
- Montenegro, M. P. (Noviembre de 2015). Análisis dela contaminación Acústica por tráfico vehicular en los hospitales de ciudad de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador.
- Morales Pérez, J. (2009). Estudio de la Influencia de determinadas variables en el ruido producido por el tráfico de vehículos . Madrid: Universidad Politécnica De Madrid.
- Morales Perez, J. (2009). Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el trafico de vehiculos. Madrid, España.
- Newtenberg. (4 de Agosto de 2016). *Sinia* . Obtenido de <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-26278.pdf>
- OMS. (1999). *Informe sobre la salud en el mundo*.
- Oppenheim, A. (1998). *Señales Y Sistemas*. Boston: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Ortiz, O. (2012). Sismotectónica y peligrosidad sísmica en Ecuador. Madrid, España: Universidad Complutense Madrid.
- Osman. (2016). *Ruido y Salud*. Junta De Andalucia .

- Osman. (10 de Agosto de 2016). *Ruido y Salud*. Obtenido de [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824)
- Peréz, C. (2016). *Sonido y Audicion* . Cantabria : Universidad de cantabria .
- Perez, C. (12 de Agosto de 2016). *Unicam* . Obtenido de <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Sonido%20y%20Audicion.pdf>
- Planzer, R. (2005). *La seguridad vial en América Latina y el Caribe* . Santiago: Cepal.
- Platea. (Agosto de 2016). Obtenido de [http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/SONIDO%20\\_STI\\_.pdf](http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/SONIDO%20_STI_.pdf)
- Ramirez, A., & Dominguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano :Problematica agobiante de los paises en via de desarrollo. *Revista Academica Colombiana De Ciencias*, 15.
- Ramos Castellanos, P. (2002). *Medio Ambiente Calidad Ambiental* . Salamanca: Ediciones Universidad De Salamanca .
- Romo , J., & Gómez, A. (2003). La percepción del ruido como contaminante.
- Salazar, A. (2012). Perdida auditiva por contaminacion acustica laboral en Santiago de Chile. Barcelona, España.
- Sampieri, R., Fernandez , C., & Pilar, L. (2010). *Metodolgia de la investigacion 5ta edicion*. MEXICO: Mcgraw-Hill.
- Santos De La Cruz, E. (2007). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la avenida Javier Prado*. Lima: UNMSM .
- Sbarato, D., & Sbarato, V. (2016). *Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera* . Cordoba : Grupo editor Encuentro.
- SINIA. (16 de Agosto de 2016). *Sistema Nacional De Información Ambietal* . Obtenido de <http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15491.html>
- Sisma. (Mayo de 2009). *Sisma*. Obtenido de [http://www.sisma.net63.net/index\\_archivos/Page1868.htm](http://www.sisma.net63.net/index_archivos/Page1868.htm)
- SUIA. (4 de Mayo de 2015). *SUIA* . Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/acuerdos-ministeriales>

- Thomson, I., & Bull, A. (2002). La congestión del tránsito urbano . *Revista De La Cepal* 76, 109-116.
- Tipler, P. (2006). *Física Preuniversitaria* . Barcelona : Reverte S.A.
- Tolosa Cabaní, F. (2003). *Efectos del ruido sobre la salud*. Obtenido de [http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/Efectos\\_ruido\\_salud.pdf](http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/Efectos_ruido_salud.pdf)
- transporte, C. d. (2006). Gestión De Velocidad . *Speed Managemet*. Paris : Oecd .
- Unesco. (1993). *Programa de educación sobre los problemas ambientales de las ciudades* . Madrid: Cyan .
- Universo, E. (Miercoles de Julio de 2005). *Guayaquil tiene 25 puntos criticos de contaminacion*. Obtenido de El Universo: <http://www.eluniverso.com/2005/09/07/0001/18/2AFDAF3352FF4F0A8B9398C7E09327D6.html>
- Universo, E. (2010). <http://www.eluniverso.com/2009/11/12/1/1445/ruido-altos-riesgos-contaminacion-ambiental.html?p=1445A&m=1807>.
- Universo, E. (2010). <http://www.eluniverso.com/2010/07/23/1/1356/42-100-empresas-mas-grandes-esta-guayaquil.html?p=1356&m=1226>.
- Universo, E. (2010). <http://www.eluniverso.com/2010/08/06/1/1445/enemigo-oculto-oido-ruido.html>.
- Valtueña, J. (2002). *Enciclopedia De La Ecología Y La Salud*. Ginebra : Safeliz.
- Vásquez Escobar, D. S. (2016). Evaluacion de niveles de ruido ambiental en la ciudadela sauces 6 y Guayacanes. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Vera, N. (2005). El Ultrasonido y du Aplicación. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 25-27.
- Vinuesa Angulo, J. (2010). *Población y espacios urbanos*. Barcelona: Gobierno de España.
- Vivas, P., & Mora, M. (2005). *Ventanas a la ciudad* . Barcelona: Editorial UOC.
- Week, B. (2008). *The World's Best Airports, Guayaquil is Latin America's Top Airport*.

## ANEXOS

### Foto de equipos y materiales utilizados

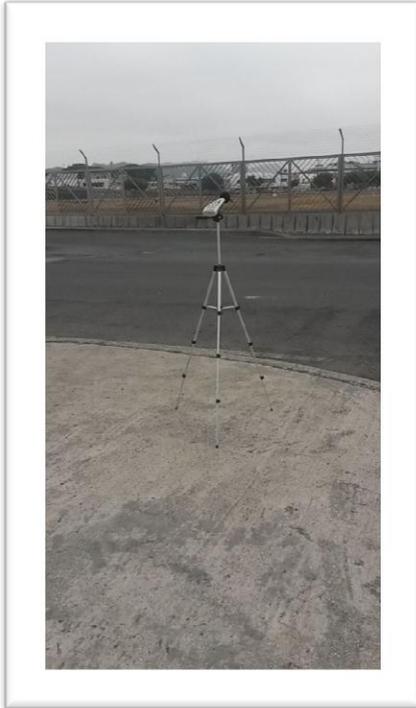


Foto 1: Trípode



Foto 2: sonómetro



Foto 3: Calibrador acústico



Foto 4: GPS

## Fotos de los monitoreos realizados



Foto 5: Primer día

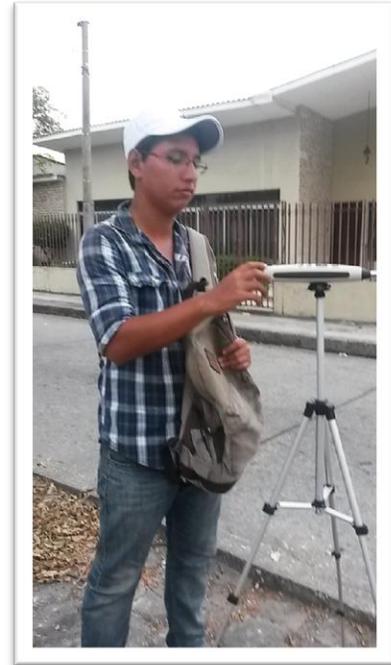


Foto 6: Segundo día



Foto 7: Tercer día



Foto 8 : Cuarto día



Foto 9: Quinto día



Foto 10 : Quinto día

### Fotos del área de estudio



Foto 11 : Av. Carlos Luis Plaza Dañin

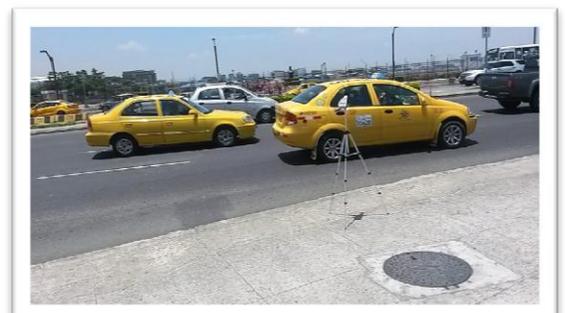


Foto 12 : Av. Carlos Luis Plaza Dañin

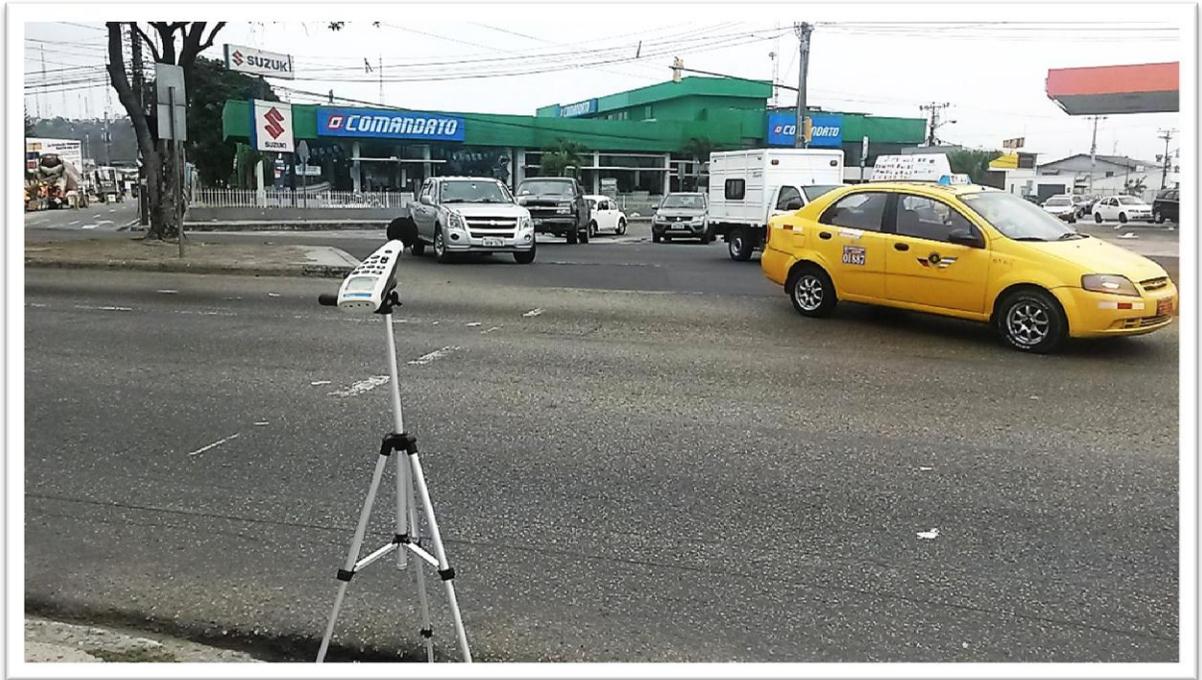


Foto 13: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin



Foto 14: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin



Foto 15 : Área de estudio. Cdla Fae



Foto 16 : av. Carlos Luis Plaza Dañin

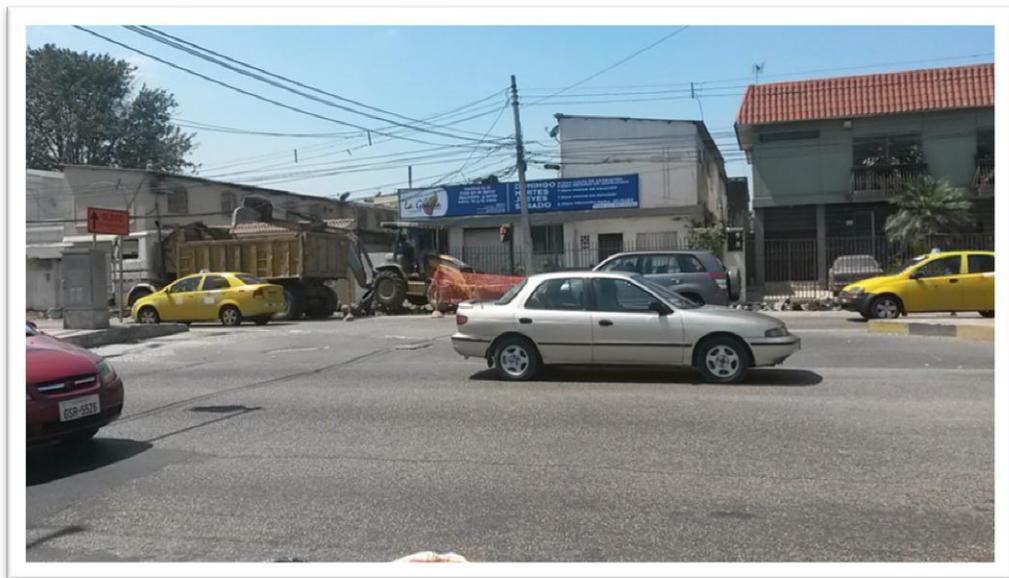


Foto 17: Área de estudio av. Carlos Luis Plaza Dañin

## Datos de monitoreos de ruido

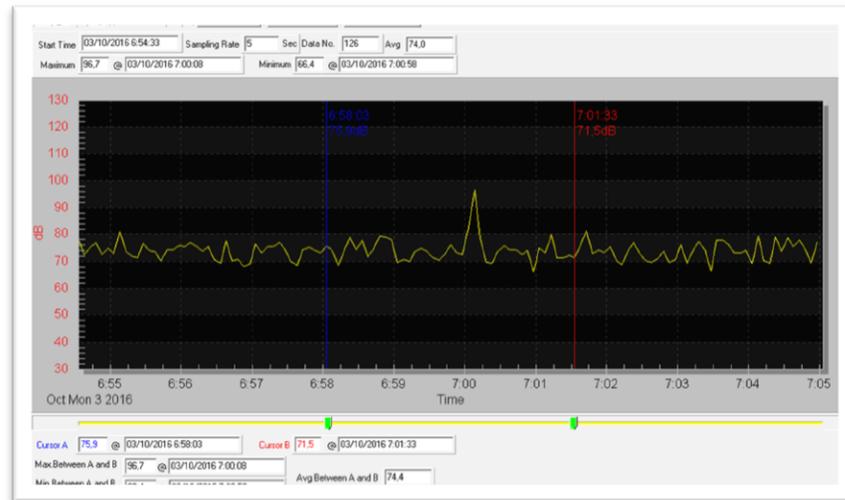


Figura 13. Datos de monitoreo del 3 octubre 2016

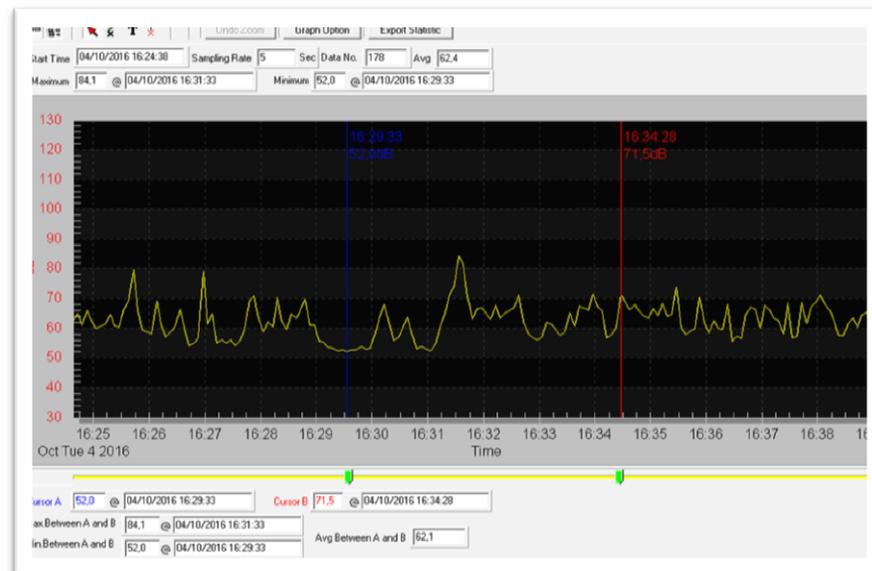


Figura 14. Datos de monitoreo del 4 octubre 2016

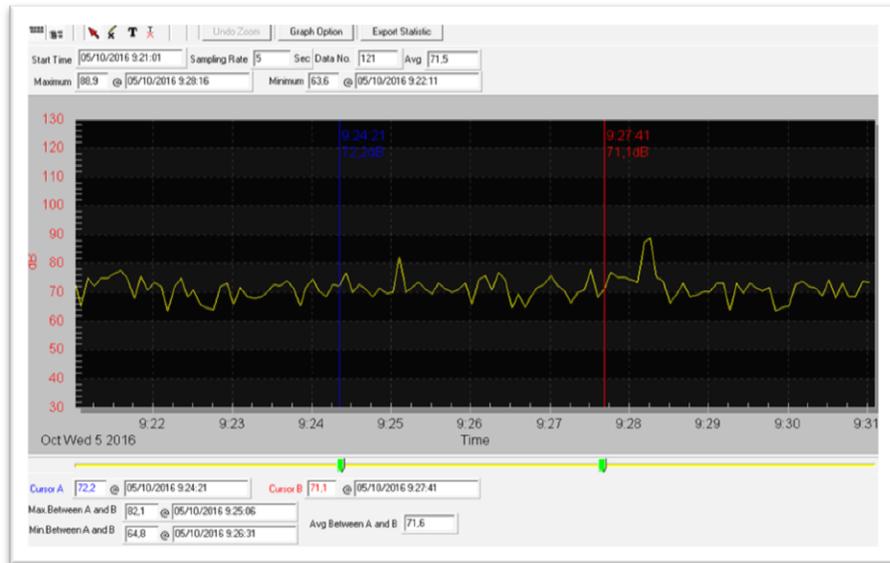


Figura 15. Datos de monitoreo del 5 octubre 2016

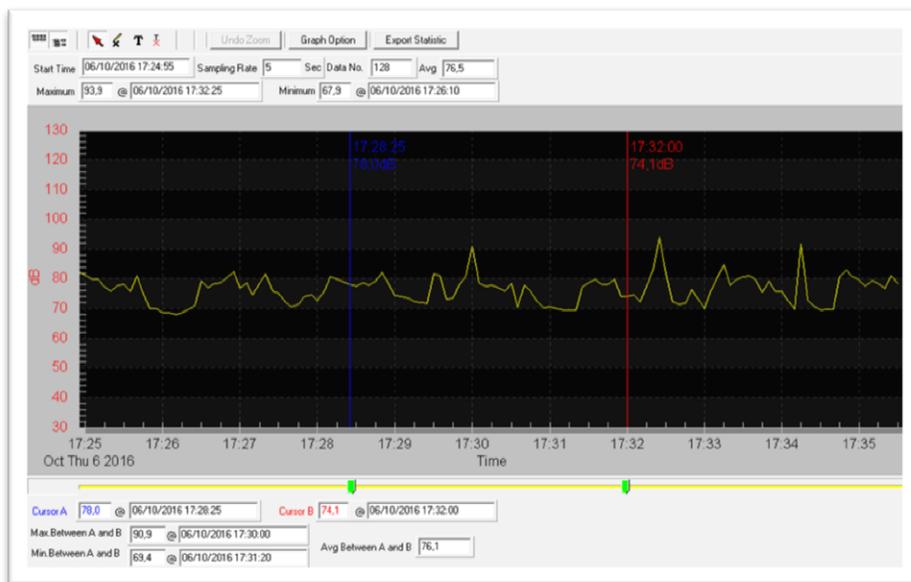


Figura 16: Datos de monitoreo del 6 octubre 2016

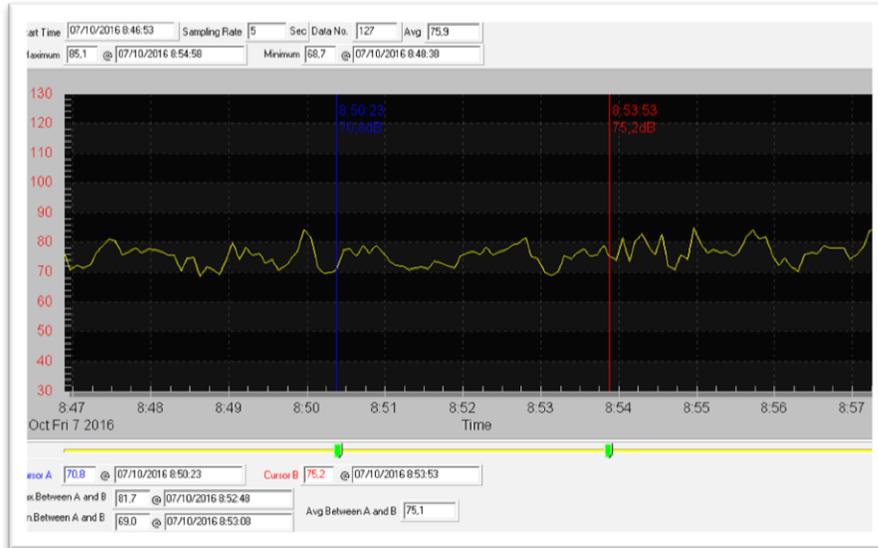


Figura 17: Datos de monitoreo del 7 octubre 2016

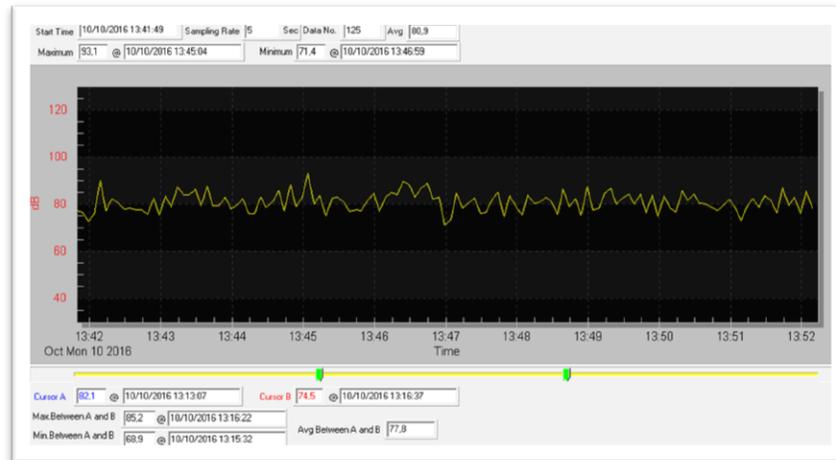


Figura 18: Datos de monitoreo del 10 octubre 2016



Figura 19: Datos de monitoreo del 11 octubre 2016

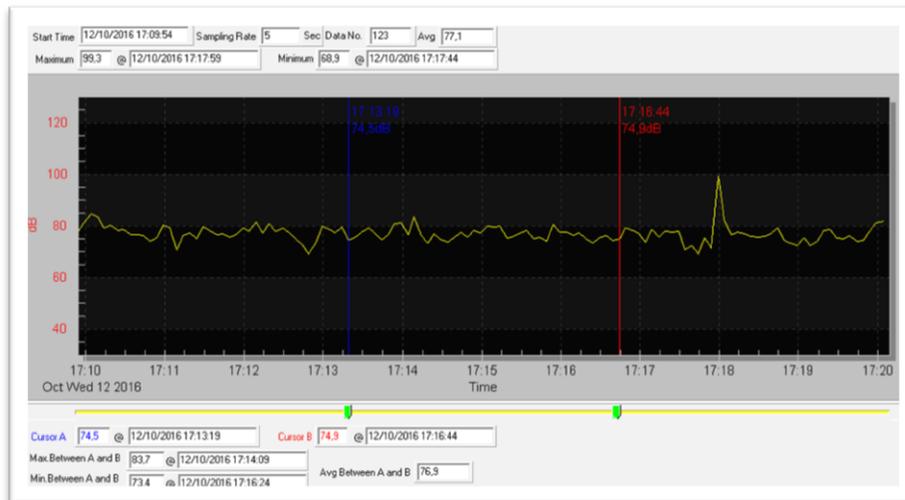


Figura 20: Datos de monitoreo del 12 octubre 2016

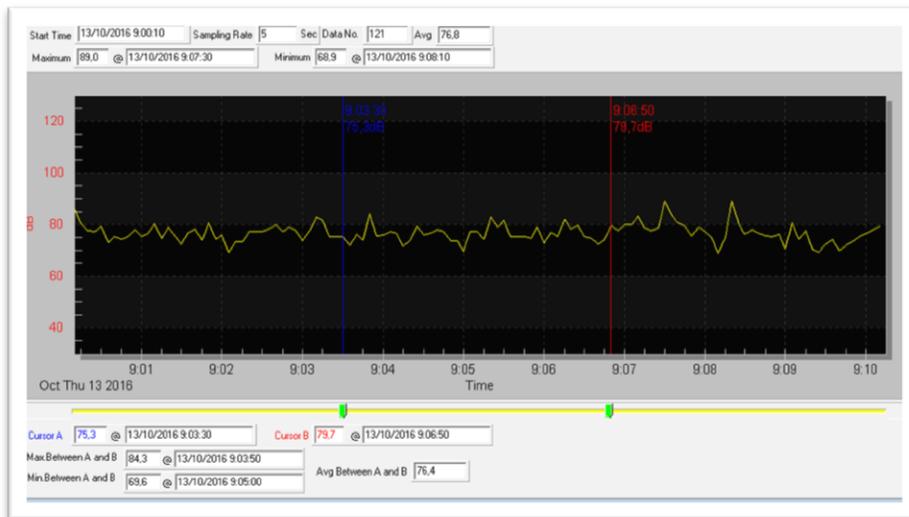


Figura 21: Datos de monitoreo del 13 octubre 2016

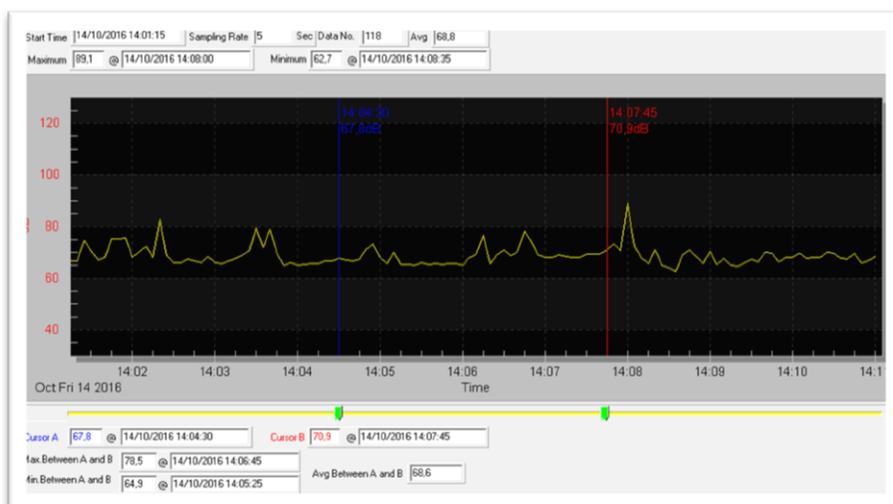


Figura 22: Datos de monitoreo del 14 octubre 2016