

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

# **“OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO AVENIDA INTERCOMUNAL EL HATILLO - LA TRINIDAD. TRAMO ACCESO MUNICIPIO EL HATILLO-AVENIDA 2 LA BOYERA”**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por las Brs:  
Hernández Oropeza, Melissa Andreina  
Torres Del Monte, Natasha María

Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2010

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **“OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO AVENIDA INTERCOMUNAL EL HATILLO - LA TRINIDAD. TRAMO ACCESO MUNICIPIO EL HATILLO-AVENIDA 2 LA BOYERA”**

**TUTORA ACADÉMICA: Profesora Celia Herrera**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por las Brs:  
Hernández Oropeza, Melissa Andreina  
Torres Del Monte, Natasha María

Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2010

## ACTA

El día \_\_\_\_\_ se reunió el jurado formado por los profesores

---

---

---

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO AVENIDA INTERCOMUNAL EL HATILLO - LA TRINIDAD. TRAMO ACCESO MUNICIPIO EL HATILLO-AVENIDA 2 LA BOYERA”**. Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que las Bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Número	Letras
Br. Melissa A. Hernández O.		
Br. Natasha M. Torres Del M.		

RECOMENDACIONES:

---

---

---

FIRMAS DEL JURADO

---

---

---

CARACAS, \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 2010

## DEDICATORIA

*A mi madre Belkys de Hernández y mi padre Julio Hernández,  
por todo el amor, apoyo y fortaleza ...*

*Los Amo...  
Melissa Hernández.*

*A mis abuelos, que son lo más maravilloso que me ha pasado en la  
vida y a quienes extraño con todo el alma.*

*A mis padres, Silvana y Felipe, por ser incondicionales conmigo. Por  
darme todo su apoyo, amor y confianza. Por ser la mano que me  
ayuda a levantarme.*

*Con amor,  
Natasha Torres.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A todos aquellos que nos ayudaron en los conteos: Mariana A., Andrea A., Carlos De S., Gabriel F., Alejandra F., Verónica L., Johan M., Eduardo N., María P., Jennifer R., Rafael S., Arturo S., Marcos San J., Edixon V., Gina O., Edinho, Luis V., Jorge V., Vladimir P., Jaime., Cecilia H., Daniela T., Rafael M., Jozmiguel, Angelo N., Reinaldo R., Jorge K., José D., Gabriel G., Gianfranco C., JT, Eduardo S. y Gabriela T. Gracias por la ayuda.*

*A la Ing. Lila Loaiza y al Geógrafo Jorge Nuñez por toda la colaboración y ayuda brindada.*

*A nuestra tutora académica Prof. Celia Herrera, por la paciencia y ayuda para culminar el presente Trabajo Especial de Grado, gracias...*

**Mely y Naty**

*A Dios por regalarme la vida, llena de bendiciones, retos y alegrías.*

*A mis padres por estar a mi lado hoy, mañana y siempre, enseñándome hacer la mujer que soy hoy en día, por darme la mano cada vez que me he caído y hacerme entender que no hay límites cuando luchas por lo que quieres. Mil Gracias por todo el amor, entrega, sabiduría y fuerza.*

*A mis hermanos que me enseñaron a ser fuerte, A mi tía Francis por ser una segunda madre, una mujer encantadora y llena de amor para darnos a todos, a mi padrino y abuelo por siempre ayudarme cuando lo necesité.*

*A toda mi familia por llenarme de sonrisas, regalarme momentos bonitos y hacerme crecer con todas las experiencias vividas. A quien no estuvo físicamente en esta etapa, pero siempre me acompañó y llenará de alegría, gracias Abuela.*

*A la Universidad Central de Venezuela, La Casa que Vence la Sombra porque no solo gradúa profesionales, sino seres humanos integrales, porque nos llena de orgullo al decir Soy Ucevista. Al programa Samuel Robinson por permitirme el ingreso a la universidad.*

*A los profesores que marcaron diferencia, nos brindaron sus conocimientos y experiencia, especialmente a Steve Merlo, Wagdy Naime, Milagros Lara, Ruddy Rosalez, Budimir Spasic, Daniel Bujana, Celia Herrera, Mario Dubois.*

*A mis amigos de la vida, porque con ustedes crecí y quiero seguir haciéndolo, Daní, Jesús, Carlucho y Juancho, los quiero muchísimo. Gracias...*

*A todos mis compañeros y amigos de la universidad, Carlos, Nieto, Javier, Gabriel (negro), Félix, Andreita, Omar, Dany, Gary, Ceci, Walfred, Gaby, Johán, Mary F., Peter, Alita, Ace, Negro, Harry, Lau, Marcos, Vero, Adrián, Andrea, Alfredo, por todos los momentos vividos buenos y malos porque con ellos crecimos, pero muy especialmente a Camí, Naty, Jenny, Chimí, Edí, Jorch y Ricky, los adoro amiiiiigoooooos...*

*A mi compañera de tesis y Amiga, Naty Gracias, el esfuerzo fue mutuo.*

*Melissa Hernández.*

*A Díosito, por brindarme salud y darme una vida llena de alegrías, oportunidades y ser quien me guía en cada paso que doy.*

*A mis padres, por enseñarme lo que realmente es importante en la vida. Gracias a ustedes he aprendido que los buenos momentos te llenan de dicha pero que los malos o no tan buenos momentos, son los que te hacen más fuertes y te ayudan a definir tu personalidad. Por creer en mí en todo momento y confiar en mis decisiones. Por estar ahí cada vez que he caído y ser quien ayuda a levantarme. Por ustedes, soy lo que soy. Los amo.*

*A mi hermana, quien a pesar de que discuto contigo, te amo y te adoro, y sin tí, la vida no sería igual. Siempre voy a estar a tu lado.*

*A mi abuela Isaura, tus dichos y refranes me acompañan en cada paso que doy. A mi abuelo Celestino porque una vez me demostró que pelear puede ser divertido. Los extraño más de lo que se imaginan.*

*A mi abuela Graciela, por educar a un buen hombre. Mi padre.*

*A toda mi familia, que es el regalo más grande que me ha dado Dios. Han llenado mi vida de risas y alegrías, los mejores recuerdos son con ustedes.*

*A mi familia política, Los Ramírez, no hay palabras que describir el cariño que les tengo. Siempre han estado ahí para mí. Gracias.*

*A mis mejores amigos(as), Andrea R., Melissa H., Jennifer R., Gabriel F., Daniel M., Edixon V., Victoria L., Vanessa F., Milfred R., Luismi R. Jenni y Juan Antonio, porque son mis hermanos(as). Su amistad desinteresada y el cariño que siento por ustedes, hacen que todo sea más fácil. Aunque no nos veamos siempre sé que están para mí como yo espero estarlo para ustedes cuando sea necesario, sin importar la hora, el día o el momento.*

*A mis compañeros de la uní, Johian Ramón, Gabby Cris, La Baby, Gary (No Estoy) Ceci, Ricky, Liri, Andre P (Tereo), Mariana A. (S.m.), Luis V, Verito, Alita, Gianfranco, Omar, La Peque, Abra, Caro, Eyllanita, José Ra, Ale, José Alirio, Harry, Ace, Alberto, Julito, el Gordito, Eduardo G., y a todos los que no nombre*

*pero que igual me acompañaron... Gracias por hacer el camino mucho más divertido y regalarme momentos que jamás olvidare. Los quiero mucho!*

*A los profesores que marcaron una diferencia en mí, Steve Merlo, Wagdy Naime, Ruddy Rosales, Joaquín de Abreu, José Luis Alonso, María Eugenia Korody, Dr. Vladimir Yackovlev, María Itriago, Jimena Arcaya, Mario Dubois y Henry Blanco. Muchas Gracias por su paciencia.*

*A Celia Herrera, que más que una profesora es una amiga. Muchas Gracias por el cariño brindado y por abrirme las puertas en el poco tiempo que tenemos conociéndonos.*

*A mi compañera de Tesis.... Como dicen los muchachos pero de una manera más bonita y delicada: "Hasta siempre amiga!!!" Aunque hayamos terminado la tesis no significa que este matrimonio se acabe. Me tienes que seguir pidiendo permiso, recuerda que no te gobiernas... Sonríe siempre amiga. Te Adoro.*

*A todos nuevamente Muchas Gracias y un millón de Besos.*

*Con mucho cariño,*

*Natasha Torres.*

## **RESUMEN**

**Hernández O., Melissa A.**

**Torres Del M., Natasha M.**

### **“OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO AVENIDA INTERCOMUNAL EL HATILLO - LA TRINIDAD. TRAMO ACCESO MUNICIPIO EL HATILLO-AVENIDA 2 LA BOYERA”**

**Tutora Académica: Prof. Celia M. Herrera T.**

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería.**

**Escuela de Ingeniería Civil. 2010 (117 páginas)**

Palabras clave: ruido, impacto ambiental, tránsito automotor.

El presente trabajo especial de grado tiene como objetivo general evaluar los métodos empleados en la estimación del nivel de ruido asociado al tránsito automotor en el corredor vial El Hatillo-La Trinidad, entre el acceso al Municipio El Hatillo y la Avenida 2 de La Boyera del Municipio El Hatillo en el Edo. Miranda. La investigación busca generar información base por la variable tránsito con la cual las autoridades en la materia puedan acometer acciones tendentes a disminuir los efectos de la contaminación ambiental por ruido producido por el tráfico automotor, que afecta la calidad de vida de los habitantes en áreas próximas a dicha avenida.

A tal fin, se realizaron mediciones de ruido directamente en campo, utilizando sonómetros, y conteos vehiculares para poder emplear los métodos gráficos. De las

estimaciones de ruido ejecutadas por diversos métodos, se desprende el hecho cierto de que los niveles obtenidos son superiores a los aceptados por el Decreto N° 2.217 sobre las normas de “Control de la Contaminación Generada por Ruidos” publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.418 (extraordinaria) de fecha 27 de abril de 1992, evidenciándose un impacto producido por la variable de tránsito.

Como resultado de la investigación se señala que el método más idóneo y aplicable en vías urbanas, es el método de medición directa en campo, ya que cuantifica a través de las cifras que reporta las condiciones reales que afronta la población venezolana hoy en día, circunstancia que queda por expreso registrada en el presente documento de referencia, en cuyo contenido se argumenta la conveniencia de emplear alguno de los métodos de estimación de ruido estudiados, según sea el caso de estudio.

# CONTENIDO

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>3</b>
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
I.2 OBJETIVOS .....	6
<i>I.2.1 Objetivo general.....</i>	<i>6</i>
<i>I.2.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>6</i>
I.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>8</b>
MARCO TEÓRICO .....	8
II.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOCULTURAL (EIASC).....	8
<i>II.1.1 Antecedentes.....</i>	<i>8</i>
<i>II.1.2 Antecedentes en Venezuela.....</i>	<i>9</i>
<i>II.1.3 Marco legal.....</i>	<i>10</i>
<i>II.1.4 Definición general EIASC.....</i>	<i>12</i>
<i>II.1.5 Principios generales de los EIASC.....</i>	<i>12</i>
<i>II.1.6 Impacto ambiental por ruido.....</i>	<i>13</i>
II.2 EL RUIDO EN EL ENTORNO .....	14
II.2.1 El ruido.....	15
II.2.1.1 Tipos de ruidos .....	15
II.2.2 Propagación del ruido en el aire .....	16
II.2.3 Fuentes y medición del ruido.....	17
II.2.4 Parámetros para la medición de ruido .....	20
II.2.5 Niveles de ruido.....	21

II.2.5.1 Niveles de ruido ambiental.....	21
II.2.6 Fuentes de emisión de ruido vehicular.....	23
II.2.7 Efectos del ruido sobre la salud.....	23
II.3 MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE RUIDO.....	25
II.3.1 Método de medición directa en campo mediante el empleo del sonómetro.....	25
II.3.1.1 Tipos de sonómetro .....	25
II.3.1.2 Partes del sonómetro.....	27
II.3.1.3 Componentes del sonómetro y sus funciones .....	28
II.3.1.4 Especificaciones técnicas del sonómetro usado .....	29
II.3.2 Métodos gráficos.....	31
II.3.2.1 RLS90 .....	31
II.3.2.2 CORTN .....	32
II.3.2.3 STATENS PLANVERK 96 (SP 96).....	33
II.3.2.4 Building research establishment (BRE)/ Construction industry research and information association (CIRIA) .....	35
II.3.3 Método analítico.....	36
II.3.3.1 Método español.....	36
II.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO .....	37
II.4.1 Datos generales y demográficos .....	39
II.4.2 Intercomunal El Hatillo-La Trinidad .....	40
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>41</b>
MARCO METODOLÓGICO .....	41
III.1 MÉTODO.....	41
III.2 METODOLOGÍA .....	42
III.2.1 Recopilación de información documental.....	42
III.2.2 Visitas de campo para reconocimiento del área e inmediaciones y determinación del tramo de estudio.....	42
III.2.3 Tramitación de permisos.....	43

<i>III.2.4 Estructuración de la estrategia de levantamiento de información en campo.....</i>	43
<i>III.2.5 Generación de material para la recopilación de información .....</i>	44
III.2.5.1 Planilla de registro para la medición de ruido .....	44
III.2.5.2 Planilla de registro para tráfico vehicular .....	46
III.2.5.3 Instrucciones para el llenado de la planilla de datos acústicos .....	47
III.2.5.4 Instrucciones para el llenado de la planilla de mediciones acústicas.....	47
III.2.5.5 Instrucciones para el llenado de la planilla de registro de tráfico vehicular.....	47
<i>III.2.6 Captación y capacitación de talento humano para el trabajo de campo .....</i>	48
<i>III.2.7 Ejecución de labores de conteos vehiculares y medición de ruido .....</i>	48
<i>III.2.8 Procesamiento de la información .....</i>	49
<i>III.2.9 Estimación de los niveles de ruido .....</i>	49
III.2.9.1 Medición directa en campo .....	49
III.2.9.2 Métodos gráficos .....	50
III.2.9.5 Método analítico .....	50
<i>III.2.10 Realización del análisis comparativo entre los métodos gráficos y analítico, empleados para la medición de ruido, y el método de medición de ruido directo en campo. ....</i>	50
<i>III.2.11 Generación de aspectos concluyentes a propósito de haber contrastado los resultados sobre mediciones de ruido por diversos métodos.....</i>	51
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>52</b>
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	52
IV.1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN O PUNTOS DE CONTROL .....	52
IV.1.1 Estación de medición 1.....	52
IV.1.2 Estación de medición 2.....	54
IV.1.3 Estación de medición 3.....	55
IV.1.4 Estación de medición 4.....	56
IV.2 CONTEOS, MEDICIONES Y RESULTADOS .....	57
IV.2.1 Medición directa en campo .....	60

IV.2.2.1 Método BRE/CIRIA (Método Inglés) .....	68
IV.2.2.2 Método CORTN (Método Inglés), Método RLS90 (Método Alemán) y Método SP96 (Método de los países Nórdicos).....	74
<i>IV.2.3 Método analítico.....</i>	<i>83</i>
IV.2.3.1 Método español.....	83
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>89</b>
CONCLUSIONES .....	89
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>93</b>
RECOMENDACIONES .....	93
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: RUIDO CONTINUO .....	21
TABLA 2.2: RUIDO QUE NO PODRÁ SER EXCEDIDO DURANTE MÁS DEL 10% DEL LAPSO DE MEDICIÓN.....	22
TABLA 2.3: TOLERANCIAS PERMITIDAS PARA LOS DISTINTOS TIPOS O CLASES DE SONÓMETROS .....	27
TABLA 2.4: SUMA DE DECIBELES (APROXIMADA).....	37
TABLA 2.5: DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO EL HATILLO.....	39
TABLA 2.6 DATOS DEMOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO EL HATILLO.....	39
TABLA 3.7: PLANILLA DE DATOS ACÚSTICOS .....	44
TABLA 3.8: PLANILLA DE REGISTRO DE MEDICIONES.....	45
TABLA 3.9: PLANILLA DE REGISTRO VEHICULAR.....	46
TABLA 4.10: RESULTADO VEHICULAR HORA PICO SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO EN DÍA LABORAL .....	58
TABLA 4.11: RESULTADO VEHICULAR HORA PICO SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD EN DÍA LABORAL .....	59
TABLA 4.12: RESULTADO VEHICULAR HORA PICO SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO EN DÍA NO LABORAL .....	59
TABLA 4.13: RESULTADO VEHICULAR HORA PICO SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD EN DÍA NO LABORAL .....	60
TABLA 4.14: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL.....	62
TABLA 4.15: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL.....	63
TABLA 4.16: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL.....	64
TABLA 4.17: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL.....	65

TABLA 4.18: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL .....	70
TABLA 4.19: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL .....	71
TABLA 4.20: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL .....	72
TABLA 4.21: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL .....	73
TABLA 4.22: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO CORTN, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	76
TABLA 4.23: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO CORTN, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	77
TABLA 4.24: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO RLS90, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	78
TABLA 4.25: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO RLS90, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	79
TABLA 4.26: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO SP96, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	80
TABLA 4.27: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO SP96, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	81
TABLA 4.28: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL	84
TABLA 4.29: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL	85
TABLA 4.30: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL .....	86
TABLA 4.31: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL .....	87

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL.....	62
GRÁFICO 4.2: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL.....	63
GRÁFICO 4.3: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL .....	64
GRÁFICO 4.4 RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL .....	65
GRÁFICO 4. 5: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL .....	70
GRÁFICO 4. 6: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL.....	71
GRÁFICO 4. 7: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL .....	72
GRÁFICO 4.8: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO BRE/CIRIA, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL .....	73
GRÁFICO 4.9: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO CORTN, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL .....	76
GRÁFICO 4.10: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO CORTN, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	77
GRÁFICO 4.11: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO RLS90, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	78
GRÁFICO 4.12: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO RLS90, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	79
GRÁFICO 4.13: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO SP96, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	80
GRÁFICO 4.14: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO SP96, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL Y NO LABORAL.....	81

GRÁFICO 4.15: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA LABORAL.....	85
GRÁFICO 4.16: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA LABORAL.....	86
GRÁFICO 4.17: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO, DÍA NO LABORAL.....	87
GRÁFICO 4.18: RESULTADO DE NIVELES DE ESTIMACIÓN DE RUIDO, MÉTODO DE LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL MADRID, SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD, DÍA NO LABORAL.....	88
GRÁFICO 5.19: GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE TODOS LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN ESTUDIADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LA ZONA DE ESTUDIO. DÍA LABORAL. PERIODO DIURNO.....	90
GRÁFICO 5.20: GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE TODOS LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN ESTUDIADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LA ZONA DE ESTUDIO. DÍA NO LABORAL. PERIODO DIURNO. ....	91

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 2.1: CURVA DE PONDERACIÓN A, B Y C.....	19
ILUSTRACIÓN 2.2: NIVEL BASE PARA LOS TRES STANDARD. ....	35
ILUSTRACIÓN 2.3: ÁBACO PARA EL PRONÓSTICO DEL NIVEL DE RUIDO.....	35
ILUSTRACIÓN 2.4: UBICACIÓN DEL MUNICIPIO EL HATILLO.....	38
ILUSTRACIÓN 2.5: TRAMO DE VÍA OBJETO DE ESTUDIO .....	40
ILUSTRACIÓN 4.6: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 1 .....	53
ILUSTRACIÓN 4.7: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 2 .....	54
ILUSTRACIÓN 4.8: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 3 .....	55
ILUSTRACIÓN 4.9: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 4 .....	56

## ÍNDICE FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA 2.1: SONÓMETRO SLM 130 .....	30
FOTOGRAFÍA 4.2: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 1 .....	53
FOTOGRAFÍA 4.3: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 2 .....	54
FOTOGRAFÍA 4.4: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 3 .....	55
FOTOGRAFÍA 4.5: ESTACIÓN DE MEDICIÓN 4 .....	56

## INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de Caracas comprende una superficie de 230 km<sup>2</sup> de la que forma parte el Municipio El Hatillo del Edo. Miranda. La potencialidad de desarrollo de este último, ha generado el surgimiento de nuevos desarrollos principalmente habitacionales.

Con el crecimiento natural de la población de El Hatillo, el entorno urbano se ve comprometido por la obsolescencia de los sistemas de transporte terrestre y la infraestructura vial que no va acorde con la demanda de movilidad de los pobladores de este importante región de la capital.

La congestión es signo inequívoco de ello, observándose altos volúmenes de tránsito automotor en la vialidad de la zona, con una proporción muy alta de vehículos particulares.

Uno de los efectos de la congestión es el incremento en los niveles de ruido, impacto que está unido a las actividades del transporte en la zona de estudio, lo que a su vez se traduce en afectaciones a los residentes en las inmediaciones de la red vial del área, lo que consecuentemente genera problemas de salud en los pobladores.

En ese marco, se desarrolla la investigación, pues las evaluaciones ambientales contemplan dentro de los aspectos a tratar el tema del ruido producto de la circulación de vehículos, con la intención de generar un documento base sobre niveles de ruido. En tal sentido, el presente Trabajo Especial de Grado se constituirá en un informe técnico de referencia a propósito de la necesidad de valorar los niveles de ruido asociados al tránsito automotor, en el marco de las evaluaciones de impacto ambiental y sociocultural, en cuyo contenido se argumente la conveniencia de emplear alguno de los seis métodos de estimación de ruido evaluados.

A tal fin el trabajo está conformado por varios capítulos, según se indican a continuación

El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, en el que se expone el motivo por el cual se genera el trabajo, la ubicación de la zona de estudio, los objetivos a cumplir y los aportes de la investigación. El Capítulo II contiene el marco teórico, en el que se reflejan todos los conceptos básicos que fundamentan la investigación y los métodos empleados para la estimación de los niveles de ruido en zonas urbanas.

El procedimiento a seguir para la obtención de los resultados se detalla en el Capítulo III, bajo la denominación de Marco Metodológico, para en el Capítulo IV presentar y analizar los resultados.

Finalmente, el Capítulo V y el Capítulo VI, contienen las conclusiones y recomendaciones, respectivamente, en los que se indicarán los resultados más relevantes y de forma muy específica su causa inmediata, al tiempo de mencionar sugerencias de acciones que puedan ser aplicadas en próximas evaluaciones y propiciar la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la zona.

## CAPÍTULO I

### I.1 Planteamiento del problema

Los sonidos indeseados constituyen una de las molestias públicas más generalizadas en las sociedades actuales; más que un estorbo, el ruido es un peligro real y efectivo para la salud de las personas. De día y de noche, en la casa y en el trabajo, en la calle, dondequiera que se encuentren las personas, el ruido puede ocasionar serias tensiones físicas y emocionales (Báez, 2009). Ninguna ciudad desarrollada es inmune al ruido y la ciudad de Caracas no es ajena a dicha problemática ambiental. Un ejemplo de ello lo constituye la zona suroeste de la ciudad, específicamente el Municipio El Hatillo.

En efecto, según refiere González Zambrano, 2008, pág. 20: “actualmente el municipio El Hatillo, Edo. Miranda, presenta un crecimiento descontrolado y sin planificación; de acuerdo a las estadísticas realizadas por la Alcaldía del propio municipio, en la próxima década se mudarán al menos 48 mil personas, casi la mitad de los 100 mil habitantes que ocupan hoy la jurisdicción”, a pesar de que la estimación realizada, por la nombrada Alcaldía en función del censo del año 2001, es de 90.000 habitantes para el año 2008, una cifra evidentemente ya superada de acuerdo a los datos recientes (Alcaldía de El Hatillo, 2008).

Puede presumirse que una de las razones de este crecimiento son los múltiples complejos habitacionales que se han construido o que se encuentran en proceso de construcción en la zona, lo cual causará un congestionamiento vehicular mayor al observado. Uno de los casos más notorios de este crecimiento y congestionamiento vial se evidencia en la Avenida Intercomunal de El Hatillo, a la altura de la Redoma La Muralla (a la fecha denominada Ana Francisca Pérez de León) y en el acceso al sector El Cigarral que está comprendido en el tramo en

estudio. Es importante mencionar que los conflictos vehiculares que tenían lugar en dicha redoma, desencadenaron modificaciones en la estructura física del dispositivo que se observa hoy en día.

Los colapsos en la circulación vehicular no afectan únicamente a los conductores sino también a los transeúntes, comerciantes y sobre todo a los residentes, que continuamente se ven expuestos a una alta contaminación ambiental, asociada a afectaciones de tipo atmosférico y acústico, entre otras. La contaminación por ruido está relacionada, entre otros factores, con el exceso de ruido producido por el roce de los neumáticos con el pavimento y los toques continuos de cornetas vehiculares que alteran las condiciones de vida y el entorno de la persona, como ejemplo se pueden citar indicadores como es el estrés y los cambios de humor en los individuos.

Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior de ruido deseable. Si bien, el ruido no se acumula, traslada o se mantiene en el tiempo, como los otros tipos de contaminación, éste también puede causar grandes daños. De allí, la importancia de las evaluaciones ambientales en las zonas potencialmente afectadas por la contaminación por ruido y en particular asociada al tránsito automotor.

En Venezuela, el tema de la contaminación por ruido es tratado dentro de los Estudios de Impacto Ambiental y Sociocultural (EIASC), en los que se estiman niveles de ruido asociado al tránsito automotor utilizando métodos gráficos de referencia, generalmente procedentes de experiencias foráneas que no necesariamente responden a las condiciones particulares del entorno local, objeto de investigación, de lo que puede resultar una estimación errada.

En tal sentido, en esta investigación se realizará una comparación entre los resultados que se obtengan de la estimación de niveles de ruido empleando el método gráfico y aquellos procedentes de mediciones directas efectuadas en campo, empleando un equipo que mide el nivel de ruido existente en un

determinado lugar y en un momento dado, capaz de proporcionar datos directos del ruido que produce el tránsito vehicular en el lugar en estudio, como lo es la Av. Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, en el tramo acceso Municipio El Hatillo-Avenida 2 La Boyera. De este modo se verificará que tan fiable es el método gráfico para la estimación de niveles de ruido, al ser utilizado en el contexto local.

## **I.2 Objetivos**

Seguidamente se señala el objetivo general, así como aquellos de naturaleza específica a los fines de la investigación.

### **I.2.1 *Objetivo general***

Evaluar los métodos gráficos de estimación de nivel de ruido asociado al tránsito automotor, para el caso del tramo de la Av. Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, entre el acceso al Municipio El Hatillo y la Avenida 2 La Boyera, en el Municipio El Hatillo del Edo. Miranda.

### **I.2.2 *Objetivos específicos***

- Describir el estado del arte de los métodos descriptivos de evaluación de ruido del tránsito automotor en vías urbanas.
- Mejorar el tiempo de muestreo para la determinación de tramos y puntos de medición de ruido producido por el tránsito automotor.
- Estimar el nivel de ruido generado por el tránsito automotor en la Av. Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, tramo acceso Municipio El Hatillo-Avenida 2 La Boyera, empleando métodos gráficos y sonómetro.
- Contrastar las mediciones entre ambos métodos de estimación.
- Establecer relaciones entre el nivel de ruido, las características urbanas y el tránsito automotor, en el sector objeto de investigación.

### **I.3 Justificación de la investigación**

El presente trabajo especial de grado será realizado con la finalidad de crear un documento de referencia a propósito de la necesidad de valorar los niveles de ruido asociados al tránsito automotor, en el marco de las evaluaciones de impacto ambiental y sociocultural, en cuyo contenido se argumente la conveniencia de emplear alguno de los métodos de estimación de ruido estudiados.

De igual forma, en la investigación se generará información relevante sobre la idoneidad de aplicar los métodos gráficos en una vía urbana en Venezuela, tal como el tramo de vía objeto de estudio; con especial consideración del caso, en virtud de las potenciales afectaciones generadas por el ruido sobre el entorno y, en particular, sobre el componente humano.

Por otro lado, se establecerá una metodología de trabajo para el uso eficiente del sonómetro, en avenidas tan congestionadas como la Av. Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, específicamente en el tramo acceso Municipio El Hatillo-Avenida 2 La Boyera.

Por último, pero no menos importante, resultan de interés los aspectos concluyentes de la investigación como aporte a la sociedad venezolana, pues de ellos se desprende la posibilidad cierta de propiciar condiciones para mejorar la calidad de vida de los habitantes en áreas próximas a vías urbanas, evitando afecciones a la salud, como el estrés o problemas auditivos causados por la constante exposición al ruido, comúnmente observados en las personas que frecuentan o habitan en zonas aledañas a avenidas con alta congestión vehicular.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **II.1 Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural (EIASC)**

##### *II.1.1 Antecedentes*

“La inquietud sobre el ambiente surge hacia los años sesenta debido a la explotación incontrolada del mismo. Sin embargo, los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) aparecen por primera vez como herramienta de gestión ambiental en 1969 con la Ley Nacional de Política Ambiental en Estados Unidos.” (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

Luego en 1972, en Estocolmo (Suecia) se realiza una conferencia sobre el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), donde se trataron los temas sobre la escasez de recursos y la vulnerabilidad económica de los países miembros. De ésta, resultó la Declaración de Estocolmo en cuyos principios N° 2 y 4, se establece que los recursos naturales deben preservarse para beneficio de las generaciones futuras y el hombre tiene la responsabilidad de administrar el patrimonio natural. (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

Posteriormente, Canadá (1973), Australia (1974), Holanda (1981) y Japón (1984) adoptan los EIA.

Para 1985 la Comunidad Económica Europea adquiere una directiva para la Evaluación Ambiental de Proyectos por mandato, y en 1987 la Comisión Mundial en Medio Ambiente y Desarrollo elabora el conocido informe Brundland, el cual presenta los principios fundamentales del desarrollo sustentable y da pie a un cambio de paradigma del desarrollo económico. (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

“En junio de 1992 se realiza la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, donde se reafirma lo tratado en la Conferencia de Estocolmo y se establece una alianza mundial y nuevos niveles de cooperación entre los miembros. De la Conferencia de Río, surge el documento en el que se consagra en los principios N° 15 y 17 el uso de los EIA como herramienta.

Con todo esto, los EIA se comenzaron a emplear en las agencias internacionales como herramientas importantes para la asignación de préstamos para los proyectos de desarrollo que respaldan”. (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

“En Venezuela, la Constitución Nacional, la Ley Orgánica del Ambiente, la Ley Orgánica de Ordenación del Territorio y la Ley Penal del Ambiente constituyen el Marco legal del Decreto N° 1.257 sobre “Normas para la Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente” del año 1996, con el cual se establece en la nación el EIA como una herramienta para la incorporación de la dimensión ambiental en los proyectos, instrumento al que se antecede otros de similar naturaleza”. (Díaz, 2008).

### **II.1.2 Antecedentes en Venezuela**

La exigencia de las evaluaciones ambientales como recaudos a ser presentados por ante la administración pública para la tramitación de autorizaciones ambientales prevista por la legislación nacional vigente, forma parte de un proceso de maduración de las estrategias de gestión ambiental en el país.

“En el año 1991 se aprueba el primer Reglamento sobre Estudios de Impacto Ambiental, aun cuando ya existían algunas experiencias relativas a la exigencia de este tipo de estudios por parte del Ministerio del Ambiente. Así, con el Decreto N° 1.741 de fecha 25 de julio de 1991, se establece como requisito, considerar la variable ambiental en las actividades de desarrollo emprendidas por el sector público y privado.” (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

“En 1992 se promulga el Reglamento Parcial de la Ley Orgánica del Ambiente sobre Estudios de Impacto Ambiental (Decreto N° 2.213), en cuyo contenido se

establecen los principios básicos, requisitos y procedimientos que rigen la elaboración, evaluación y ejecución de los EIA.” (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

“La más reciente fase de desarrollo de este instrumento legal son las “Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de degradar el Ambiente” (Decreto N° 1.257, del 25 de abril de 1996).” (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

“Dicho decreto se encuentra en proceso de revisión por parte de la Comisión Nacional de Normas Técnicas.” (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

Más allá del Decreto con la promulgación de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en el año 2000, cuyo rango en la legislación priva sobre cualquier otro instrumento legal, las evaluaciones ambientales se convierten en un requerimiento para cualquier actividad, bajo la denominación de Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural.

### **II.1.3 Marco legal**

En el país, los EIASC se rigen por las siguientes leyes, normas y demás documentos legales, particularmente en lo relacionado a los proyectos de vialidad:

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en cuyo Artículo N° 129 se señala:

“Todas las actividades susceptibles de generar daño a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural”

(Díaz, 2008).

- Ley Orgánica del Ambiente.
- Ley Orgánica de la Ordenación del Territorio.
- Ley Orgánica de la Ordenación Urbanística.
- Ley Orgánica de Régimen Municipal.
- Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos.

- Ley Orgánica del Trabajo.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- Ley Orgánica Medio Ambiente de Trabajo.

(Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

### **Leyes Ordinarias (especiales)**

- Ley de Sanidad Nacional.
- Ley Forestal de Suelos y Aguas.
- Ley de Transporte Terrestre.
- Ley Penal del Ambiente.

(Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

### **Reglamentos de leyes, decretos y resoluciones**

- Decreto N° 1.257: Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente.
- Decreto N° 2.226: Normas Ambientales para la Apertura de Picas y Vías de Acceso.
- Decreto N° 2.212: Normas sobre Movimientos de Tierra y Conservación Ambiental.
- Decreto N° 2.273: Normas sobre Emisiones de Fuentes Móviles.
- Decreto N° 2.211: Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Peligrosos.
- Decreto N° 2.220: Normas para Regular las Actividades Capaces de Provocar Cambios de Flujo, Obstrucción de Cauces y Problemas de Sedimentación.

- Resolución 56: Normas sobre recaudos para la Evaluación Ambiental de Programas y Proyectos Mineros y de Exploración y Producción de Hidrocarburos.
  - Norma Covenin 2000-87: Especificaciones, Codificaciones y Modificaciones. Parte I Carreteras.
  - Norma Covenin 0614-87: Límites de Peso para Vehículos de Carga.
  - Norma Covenin 0795-92: Dispositivos para Señalización de Vías.
  - Norma Covenin 1565-88: Ruido Ocupacional.
  - Norma Covenin 2248-87: Manejo de Materiales y Equipos. Medidas de Seguridad.
  - Norma Covenin 1054-77: Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad.
- (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

#### **II.1.4 Definición general EIASC**

Los EIASC son un estudio técnico, de carácter interdisciplinario que se realiza como parte del proceso de toma de decisiones sobre un proyecto para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución del mismo. Pueden considerarse como un proceso jurídico-administrativo que conduce a la obtención de su aprobación desde el punto de vista ambiental. (Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

#### **II.1.5 Principios generales de los EIASC**

Los EIASC son aplicables a los nuevos proyectos y a la expansión o modificación de los ya existentes.

Son un requisito legal en muchos países que constituyen, esencialmente, procesos preventivos y continuos. Deben realizarse desde la etapa más temprana de un proyecto, ya que por su índole interdisciplinaria, debe haber cooperación y coordinación estrecha entre los diversos organismos gubernamentales.

La participación del público es aconsejable y debe estimularse. (Díaz, 2008).

### **II.1.6 Impacto ambiental por ruido**

Como es conocido, el ruido es definido como un sonido no deseado. Originado por los vehículos de motor, aviones, trenes, maquinaria industrial, maquinaria de construcción, cortadoras de pasto, aspiradoras, sirenas, audífonos, radios, cornetas, conciertos en vivo, etc. (Díaz, 2008).

“En la etapa de construcción de vías se producen incrementos del nivel sonoro tanto de tipo puntual como continuo, mientras que en operación se trata más bien de ruido continuo. Las acciones que causan un incremento del nivel sonoro durante la construcción son las voladuras, explotación de canteras, funcionamiento de maquinaria y equipos, tráfico de camiones para el transporte de materiales, funcionamiento de plantas picadoras, de agregados y asfalto, etc. En la operación, el incremento sonoro se asocia al tráfico rodado. El ruido de tráfico es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros variables generados por los distintos vehículos que forman dicho tráfico. La previsión del incremento sonoro se hace mediante el uso de modelos matemáticos, ya sean aplicados a focos singulares o de fuentes lineales.” (Díaz, 2008).

Se toman en cuenta las características de los focos emisores y las del medio receptor. Las variaciones en el nivel sonoro se deben a:

- El carácter aleatorio del tráfico.
- Las distintas características mecánicas.
- Las diferentes velocidades.
- Las formas de conducir.
- La fluidez del tráfico.
- La pendiente de la vía.
- Las condiciones de propagación sonora de la vía al observador.

- El trazado de la vía y su estado.

(Díaz, 2008), (Herrera, 2008).

## **II.2 El ruido en el entorno**

El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano. En la antigua Roma, existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento y perturbaban el sueño y molestaban a los romanos. En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes, ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población. Sin embargo, los problemas de ruido del pasado no se comparan con los de la sociedad moderna. Un gran número de autos transitan regularmente por ciudades y campos. Los camiones de carga pesada con motores diesel, sin silenciadores adecuados, circulan en ciudades y carreteras día y noche. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

En comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental se ha limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación dosis-respuesta y la falta de criterios definidos. Si bien se considera que la contaminación por ruido es principalmente un problema de "lujo" en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de las edificaciones. Los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud se están propagando. Generalmente, en las grandes ciudades la población está expuesta durante la noche a niveles de presión sonora que le trastornan el sueño, lo que en los países en desarrollo se debe especialmente al tránsito. (Contasti, 2009).

Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción de obras públicas y el vecindario. A lo largo de una vía, el ruido cambia tanto en intensidad como en frecuencia, siendo proporcional al volumen del tráfico que circula, dependiendo además de la velocidad, de las características

físicas y de las condiciones geométricas de planta y el perfil de la vía, de la composición del tráfico y de la distancia desde la fuente sonora hasta la recepción. (Contasti, 2009).

En las grandes ciudades de todo el mundo, la población está cada vez más expuesta al ruido urbano, debido a las fuentes mencionadas, y sus efectos sobre la salud se consideran un problema importante. Los efectos específicos que se deben considerar para establecer guías para el ruido urbano, son la interferencia con la comunicación, pérdida de audición, trastorno del sueño, problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, reducción del rendimiento, molestia y efectos sobre el comportamiento social. (Contasti, 2009).

### **II.2.1 *El ruido***

- En general el ruido es cualquier sonido que moleste o incomode a los seres humanos, y que con el paso del tiempo y por efecto de su reiteración, es capaz de producir un efecto psicológico y fisiológico adverso sobre los mismos. (Contasti, 2009).

#### **II.2.1.1 Tipos de ruidos**

Algunos de los tipos de ruido son:

- Ruido Ambiental: todo ruido circundante asociado a un entorno dado. Es normalmente una composición de sonidos procedentes de muchas fuentes cercanas y lejanas.
- Ruido Continuo: aquel ruido cuyo nivel es detectado en forma continua durante todo el período de medición, en el que las diferencias entre sus valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB.
- Ruido Continuo-Fluctuante: aquel ruido cuyo nivel es detectado en forma continua durante todo el período de medición, pero presenta diferencias de 6 dB o más entre los máximos y mínimos alcanzados.

- Ruido de Fondo: señal sonora que se detecta cuando la fuente objeto de análisis o evaluación no está emitiendo. (Contasti, 2009).

### II.2.2 Propagación del ruido en el aire

- Las amplias áreas afectadas por el ruido de transporte son resultado de una gran utilización de éste, especialmente el tráfico rodado, así como la propia naturaleza del sonido. Éste, tras ser emitido por una fuente sonora, se propaga por la atmósfera, cubriendo grandes zonas y alcanzando puntos muy alejados de dicha fuente. (Contasti, 2009)

En un espacio abierto, una fuente puntual con un nivel de potencia sonora (SWL), produce en un punto situado a una distancia  $r$  de ella, un nivel de presión sonora (SPL), dado por:

$$SLP = SWL - 20 \times \log r - 11 - A$$

Donde  $A$  es el exceso de atenuación debido a causas ambientales.

Según la ecuación anterior, la variación teórica del nivel de presión sonora con la distancia, para una misma fuente es:

$$SLP_2 = SLP_1 - 20 \times \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right) \quad (r_2 > r_1)$$

Es decir, existirá una disminución de 6 decibeles cada vez que se dobla la distancia a la fuente sonora. (Contasti, 2009).

En el caso de una fuente sonora lineal (por ejemplo; una carretera con tráfico continuo) la variación de 3 decibeles por doble distancia:

$$SLP_2 = SLP_1 - 10 \times \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right) \quad (r_2 > r_1)$$

En la práctica estas variaciones con la distancia de los niveles de ruido se modifican por atenuaciones producidas por factores ambientales. Entre estos factores se tienen:

- La absorción del aire, originada por la transformación de la energía sonora en calorífica por fenómenos de viscosidad y vibración de las moléculas de O<sub>2</sub>.

Esta absorción es particularmente importante para distancias a la fuente sonora, superiores a 1 km.

- Los gradientes de temperatura originan que en puntos alejados de la fuente sonora se produzcan niveles sonoros más elevados que los que producirán en condiciones normales.
- Las turbulencias atmosféricas y el viento, que favorecen la propagación en la dirección en que se mueve el aire.
- Niebla y lluvia: la presencia de estos fenómenos meteorológicos origina una disminución de las actividades de la comunidad del sector y consecuentemente del nivel de ruido de fondo, produciendo la sensación de que el sonido se propaga con mayor facilidad.
- El terreno produce una atenuación para la propagación rasante, cuyo valor depende de su estructura y del recubrimiento que tenga (asfalto, vegetación, etc.)
- Los árboles en la mayoría de las situaciones una sensación subjetiva de atenuación del sonido, que genera un efecto real impidiendo la visión de la fuente sonora (vehículo). Puede establecerse para árboles de hoja perenne una atenuación de 7 dB por cada 100 metros de vegetación.
- Barreras acústicas, definidas como aquellas superficies naturales o artificiales que se interponen en la marcha de las ondas sonoras impidiendo su propagación y creando una zona silenciosa llamada “sombra acústica”. (Contasti, 2009)

### **II.2.3 Fuentes y medición del ruido**

Físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y el complejo patrón de ondas sonoras se denomina ruido,

música, habla, entre otros. Generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

La mayoría de los ruidos ambientales puede describirse mediante medidas sencillas. Todas las medidas consideran la frecuencia del sonido, los niveles generales de presión sonora y la variación de esos niveles con el tiempo. La presión sonora es una medida básica de las vibraciones del aire que constituyen el sonido. Debido a que el rango de presión sonora que puede detectar el hombre es muy amplio, se mide en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel. En consecuencia, los niveles de presión sonora no se pueden sumar ni promediar aritméticamente. Además, los niveles de sonido de la mayoría de ruidos varían con el tiempo y cuando se calculan, las fluctuaciones instantáneas de presión se deben integrar en un intervalo de tiempo. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

La mayor parte de los sonidos ambientales está constituida por una mezcla compleja de frecuencias diferentes. La frecuencia se refiere al número de vibraciones por segundo en el aire en el cual se propaga el sonido y se mide en Hertz (Hz). Por lo general, la banda de frecuencia audible es de 20 Hz a 20.000 Hz para oyentes jóvenes con buena audición. Sin embargo, los sistemas auditivos no perciben todas las frecuencias sonoras y, por ello, se usan diversos tipos de filtros o medidores de frecuencias para determinar las frecuencias que produce un ruido ambiental específico. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

La ponderación A es la más usada y mide las frecuencias inferiores que son menos importantes que las frecuencias medias y altas. Tiene como objetivo estimar la respuesta del sistema auditivo a la frecuencia (Organización Mundial de la Salud, 1999).

De tal forma, la ponderación A se puede describir como un método que se basa en ajustar las mediciones para que coincida con el umbral de sensibilidad del oído humano, en sus diferentes frecuencias. Se emplea para medir relaciones señales/ruido en medidas eléctricas, o en curvas de medición de aislamiento acústico. Una medida ponderada A representa cómo oíría el oído humano una señal

sin ponderar a niveles cercanos a su umbral de audición, dando una importancia a las frecuencias medias relativamente altas si se compara con su sensibilidad en graves y agudos en el umbral. (Fletcher & Munson, 1993).

Normalmente la forma correcta de escribir dB ponderados A es colocando dB(A). (Fletcher & Munson, 1993).

A continuación en la Ilustración. 2.1 se muestra la representación gráfica de la ponderación A, B y C, la cual expresa la frecuencia de ruido (Hz), en función de los niveles de ruido dB.

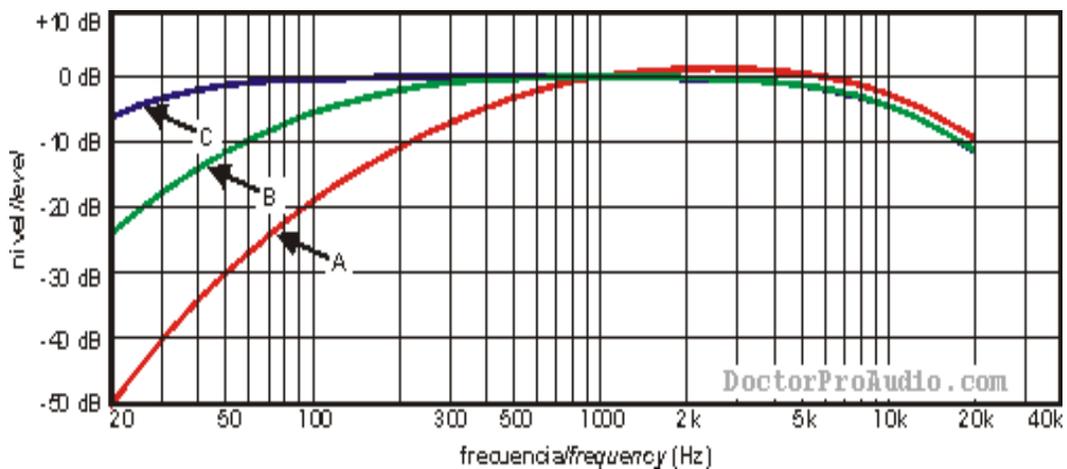


Ilustración 2.1: Curvas de Fletcher-Munson

Fuente: (Fletcher & Munson, 1993).

Las escalas de medición A, B y C, son escalas de ponderación que tratan de imitar la respuesta del oído humano promedio en situaciones de poca, media y alta intensidad sonora, respectivamente. La más utilizada es la escala de medición A, ya que le da mayor importancia a la frecuencia media de la banda acústica que aquellas bajas o muy elevadas (Montbrun, Rastelli, Oliver, & Chacón, 2006).

#### II.2.4 Parámetros para la medición de ruido

Los parámetros utilizados para la medición de niveles de ruido dependerán del tipo de ruido que se quiera medir. Los utilizados en la mayoría de las normas son:

- *Nivel Continuo Equivalente ( $L_{EQ}$ )*. Se entiende por nivel de ruido continuo equivalente ( $L_{EQ}$ ) el promedio de todos los niveles de ruido presentes en un sitio determinado, dando como resultado el equivalente a un ruido constante. Por  $L_{10}$  se entiende el nivel de ruido excedido durante el 10% del tiempo de medición (Decreto N° 2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido, 1992).

Cuando el ruido varía con el tiempo en forma aleatoria, como sucede en la industria y en la comunidad, es poco práctico describir el ruido mediante una secuencia de valores en dB. En estos casos, se justifica el uso del índice de nivel continuo equivalente  $L_{EQ}$  (siempre en dB(A)), que expresa el nivel medio energético de ruido en un determinado período de tiempo. Es decir, el nivel  $L_{EQ}$  representa un nivel de ruido que de una manera continua tendría los mismos efectos sobre el receptor, que los niveles variables en el tiempo. El principio es el de buscar el nivel de ruido continuo que posea la misma energía que la suma de todos los niveles fluctuantes en un determinado tiempo (Organización Mundial de la Salud, 1999).

Es de hacer notar que  $L_{EQ}$  es un promedio de presiones efectivas elevadas al cuadrado y nunca deberá entenderse como un promedio de los valores aritméticos de los decibeles. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

- *Niveles Estadísticos*. Cuando el ruido varía con el tiempo, como en el caso del ruido producido por el tráfico, el valor medio del nivel sonoro no es suficiente para describir completamente el fenómeno acústico. Los niveles estadísticos como  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  y  $L_{90}$ , indican el nivel de ruido que fue excedido durante un porcentaje dado del tiempo de medición, de manera que si éstos se representan gráficamente durante un cierto intervalo de medición, se puede saber si el ruido es constante o fuertemente fluctuante durante el día.

El nivel estadístico  $L_{50}$  está considerado como la media y no debe ser confundido con el nivel continuo equivalente. El  $L_{90}$  representa el llamado "ruido de

fondo" y el  $L_{10}$ , individualiza los eventos que se manifiestan durante los picos de ruido. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

- *Nivel de exposición al sonido (Sound Exposure Level) (SEL)*. Cuando la duración del ruido es muy corta como el paso de un avión o de un tren, se recomienda utilizar el parámetro de medición SEL para caracterizarlo. Este parámetro convierte la energía total del ruido en una energía equivalente a un ruido continuo de 1 s. de duración. Esto equivale a comprimir un evento de varios segundos de duración a un evento comparable de 1 s. de duración. (Organización Mundial de la Salud, 1999).

## II.2.5 Niveles de ruido

### II.2.5.1 Niveles de ruido ambiental

Acorde con el contenido del Decreto N° 2.217 “Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido” en Venezuela, capítulo II (De los niveles de ruido ambiental), artículo 5, se consideran niveles de ruido tolerables, los que se indican a continuación:

- a) “Ruido continuo equivalente ( $L_{EQ}$ )”:

Tabla 2.1: Ruido continuo

Tipo de Zona	Período Diurno	Período Nocturno
	6:30 am-9:30 pm	9:31 pm-6:29 am
Zona I	55 dB(A)	45 dB(A)
Zona II	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona III	65 dB(A)	55 dB(A)
Zona IV	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona V	75 dB(A)	65 dB(A)

Fuente: (Decreto N°2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido, 1992)

b) “Ruido que no podrá ser excedido durante más del 10% del lapso de medición ( $L_{10}$ )”:

Tabla 2.2: Ruido que no podrá ser excedido durante más del 10% del lapso de medición

Tipo de Zona	Período Diurno	Período Nocturno
	6:30 am-9:30 pm	9:31 pm-6:29 am
Zona I	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona II	65 dB(A)	55 dB(A)
Zona III	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona IV	75 dB(A)	65 dB(A)
Zona V	80 dB(A)	70 dB(A)

Fuente: (Decreto N°2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido, 1992)

En el párrafo segundo del artículo 5 del Decreto N°2.217, se explica la clasificación de las zonas, correspondientes a los sectores de estudio:

- “Zona I: comprende sectores residenciales con parcelas unifamiliares e instalaciones, como hospitales y escuelas, que no estén ubicadas al borde de vías de alto tráfico de vehículos (vías cuyo tráfico promedio diario sea superior a 12.000 vehículos), ni en la vecindad de autopistas o de aeropuertos.
- Zona II: comprende sectores residenciales con viviendas multifamiliares o apareadas, con escasos comercios vecinales, que no estén ubicadas al borde de vías de alto tráfico de vehículos, ni en la vecindad de autopistas o de aeropuertos.
- Zona III: comprende sectores residenciales-comerciales, con predominio de comercios o pequeñas industrias en coexistencia con residencias, escuelas y centros asistenciales, ubicados cerca de vías de alto tráfico de vehículos o de autopistas.

- Zona IV: comprende sectores comerciales-industriales donde predominan estos tipos de actividades. No se consideran apropiados para la ubicación de viviendas, hospitales ni escuelas.
- Zona V: comprende los sectores que bordean las autopistas y los aeropuertos".  
(Decreto N°2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido, 1992).

Nuestra zona de estudio es una Zona II, debido a que están presentes comercios como el Centro Comercial Los Geranios, Plaza La Boyera y Party Depot, combinado con viviendas multifamiliares y apareadas.

#### **II.2.6 Fuentes de emisión de ruido vehicular**

Las principales fuentes de emisión de ruidos, ocasionados por vehículos, que influyen en su entorno o medio, son los siguientes.

- El motor.
- El escape de gases procedentes de la combustión.
- La interacción de los cauchos con el pavimento.
- La transmisión
- El sistema de ventilación.
- El sistema de admisión
- El Chasis, las formas aerodinámicas y las ráfagas de aire generadas.  
(Decreto N°2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido, 1992).

#### **II.2.7 Efectos del ruido sobre la salud**

Sobre el tema se reportan algunas afecciones asociadas al ruido según se refiere a continuación:

- Audición: produce incremento en el umbral de audición que puede estar acompañada de zumbido de oídos. La deficiencia auditiva causada por ruido se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3.000 a 6.000 Hz; el efecto más grande ocurre a 4.000 Hz. El límite permisible de ruido para adultos expuestos al ruido ocupacional es de 140 dB, en el caso de niños que usan juguetes ruidosos, la presión sonora máxima nunca debiera exceder de 120 dB.

La principal consecuencia social de la deficiencia auditiva es la incapacidad para escuchar lo que se habla en la conversación cotidiana. (Bonzón, 2009).

- Sueño: el ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes. Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento.

- Funciones fisiológicas: la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de calles ruidosas. Después pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de  $L_{EQ, 24h}$  de 65-70 dB(A) también puede tener efectos cardiovasculares.

- Rendimiento: el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores y niños. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización.

- La conducta: el ruido por encima de 80 dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. (Bonzón, 2009).

## **II.3 Métodos para la estimación de ruido**

### **II.3.1 Método de medición directa en campo mediante el empleo del sonómetro**

El Sonómetro es un instrumento que se utiliza para medir, en decibeles, el nivel de ruido en el ambiente. El decibel es la unidad de medida internacional que mide la intensidad del sonido. El sistema consiste en transformar la energía sonora que se percibe a través del micrófono, ubicado en el extremo, en energía eléctrica que pasa a un registrador digital. Para realizar este proceso, se utiliza un circuito amplificador y otro que calcula el valor de la raíz media cuadrática (RMS) de la señal. (Ruiz Padillo, 2000).

Las mediciones en los sonómetros pueden ser manuales o programadas. En el caso de estar programado, el intervalo de medición dependerá del modelo del mismo; algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Además, hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación. (Ruiz Padillo, 2000).

#### **II.3.1.1 Tipos de sonómetro**

Hay dos tipos principales de instrumentos disponibles para medir niveles de ruido, con muchas variaciones entre ellos.

- Sonómetros generales: muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), lo que normalmente se conoce como nivel de sonido. Estos instrumentos son útiles para testear el ambiente sonoro y poder ahorrar tiempo reservando los sonómetros de gamas superiores para las medidas que necesiten mayor precisión o precisen de la elaboración de informes.
- Sonómetros integradores-promediadores: estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente  $L_{EQ}$ . Incorporan funciones para la transmisión de datos al computador, cálculo de percentiles y algunos análisis en frecuencia.

(Ruiz Padillo, 2000).

De acuerdo con el estándar internacional de la norma europea IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) 60.651, reformado por la IEC 61.672, los instrumentos de medida del sonido, de los cuales los sonómetros constituyen una parte, se dividen en tres tipos dependiendo de su precisión en la medida del sonido. Estos tipos son tipo 0, 1 y 2, siendo el tipo 0 el más preciso (tolerancias más pequeñas) y el tipo 2 el menos preciso. (Ruiz Padillo, 2000).

De la misma forma los interruptores de calibración se dividen en los mismos tipos dependiendo de su nivel de precisión y su capacidad de mantener un nivel estable, de forma que las medidas hechas con el sonómetro no queden desvirtuadas por una calibración imprecisa. (Ruiz Padillo, 2000).

Concretamente las normas europeas que rigen estas clases o tipos de sonómetros, para los casos usuales de tipo 1 y 2 son las siguientes:

TIPO 2: IEC 651/804 Type 2, ANSI S 1.43 Type 2

TIPO 1: IEC 651/804 Type 1, ANSI S 1.43 Type 1

En la siguiente tabla se muestran a modo de ejemplo (ya que dependen de la frecuencia) las tolerancias permitidas para los distintos tipos de sonómetros, según la IEC 60.651. (Ruiz Padillo, 2000).

Los tipos o clases de sonómetros son una especificación de precisión, regulados por los estándares internacionales IEC o ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) en el caso norteamericano. La precisión de la medida depende de la frecuencia del sonido que es medido. Básicamente y a grandes rasgos, el tipo 1 significa una precisión de aproximadamente  $\pm 1$  dB y el Tipo 2 significa una precisión de aproximadamente  $\pm 2$  dB. (Ruiz Padillo, 2000).

Tabla 2.3: Tolerancias permitidas para los distintos tipos o clases de sonómetros

Clase	Calibradores	Sonómetros
0	+/- 0,15	+/- 0,4
1	+/- 0,3	+/- 0,7
2	+/- 0,5	+/- 1,0
3 (eliminada por la IEC 61.672)		+/- 1,5

Fuente: (Comisión Electrónica Internacional, 1979)

Nota: Todas las tolerancias se expresan en decibelios (dB)

Los sonómetros tipo 2, son útiles para un gran rango de aplicaciones, ya que reúnen tres características que los hacen especialmente atractivos: portabilidad, tamaño y fácil manejo. (Ruiz Padillo, 2000).

Los sonómetros internacionales se clasifican en 4 tipos según la función de su grado de precisión, de más a menos:

- 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.

La norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3, restando exclusivamente las clases 1 y 2. (Ruiz Padillo, 2000).

### II.3.1.2 Partes del sonómetro

- Un micrófono condensador eléctrico de ½ pulgada
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.

- Una unidad de lectura (led, pantalla digital, otros).

Muchos sonómetros cuentan con una salida (un conector jack, por lo general, situado en el lateral), que permite conectarlo con un osciloscopio, con lo que la medición de la presión sonora se complementa con la visualización de la forma de la onda. (Sexto, 2009).

### **II.3.1.3 Componentes del sonómetro y sus funciones**

- Pantalla: sirve para mostrar el nivel de presión del sonido (dB), rango mayor y menor “OVER”, acumulación máxima “MAX HOLD” E INDICADOR DE BATERÍA BAJA “bt”.
- Interruptor rango: permite elegir un rango dinámico de amplitudes específico, para conseguir una buena relación señal-ruido en la lectura. Va desde el nivel de confort acústico hasta el umbral de dolor. El tercer tipo es el que se utiliza para medir situaciones de contaminación por ruido muy degradada. Los sonómetros más modernos y de mejor calidad tienen rangos tan elevados, por ejemplo, 20-140 dB, que se asegura una medida correcta en la mayoría de las ocasiones. El sonómetro usado posee dos rangos:
  - Alto= 75 ~ 130 dB.
  - Bajo 35 ~ 90 dB.
- Interruptor de acumulación máxima: establece las características dinámicas del medidor (Fast)/Slow) y el valor de acumulación.
  - S (respuesta lenta): para medida de ruido estable.
  - F (respuesta rápida): para ruido que varía rápidamente.
  - MAX HOLD: la posición MAX HOLD se utiliza para medir los máximos niveles de sonido. La medida máxima es actualizada constantemente. Para refrescar, se tiene que colocar el interruptor en posición “P” o “S” para cancelar el valor existente, luego, colocar el interruptor en posición “MAX HOLD”.

- Interruptor de funciones: posee dos funciones. Una es la de seleccionar la función de calibración y la otra, es la que le permite al operador escoger la curva de ponderación que va a ser usada a/c en la medición:

–Curva A ( $dB(A)$ ): mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano, aunque los estudios de psicoacústica modernos cuestionan esta afirmación. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación por ruido y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma. Por ello, es la curva que se utiliza a la hora de legislar.

–Curva B ( $dB(B)$ ): su función era medir la respuesta del oído ante intensidades para intensidades medias. Como no tiene demasiadas aplicaciones prácticas es una de las menos utilizadas. Muchos sonómetros no la contemplan.

–Curva C ( $dB(C)$ ): mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Es tanto, o más empleada que la curva A a la hora de medir los niveles de contaminación por ruido. También se utiliza para medir los sonidos más graves.

–Cal 94dB: Calibración

- Ponderación en el tiempo: velocidad con que son tomadas las muestras.
  - Lento: eficaz de aproximadamente un segundo.
  - Rápido: eficaz por 125 milisegundos. Son más efectivos ante las fluctuaciones.
- Por Impulso: eficaz 35 milisegundos. Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de corta duración.
- Por Pico: valor de pico. Muy similar al anterior, pero el intervalo es mucho más corto entre los 50 y los 100 microsegundos. Este valor sirve para evaluar el riesgo de daños en el oído, ante un impulso muy corto pero muy intenso. (Sexto, 2009).

#### **II.3.1.4 Especificaciones técnicas del sonómetro usado**

- Norma aplicada IEC651 Tipo 2, ANSI S1.4 Tipo 2

- Rango de frecuencia: 31,5 Hz ~ 8 KHz.
- Rango de nivel de medida: 35 ~ 130 dB.
- Ponderación de la frecuencia: A/C.
- Micrófono: micrófono condensador de ½ pulgada Electret.
- Pantalla: LCD.
  - Visualización digital: 4 dígitos.
  - Resolución: 0,1 dB.
- Período de visualización: 0,5 s.
- Ponderación de tiempo: Rápida (125 ms), lenta (1 s.)
- Rango de nivel: bajo: 35 ~ 90 dB y alto: 75 ~ 130 dB.
- Precisión:  $\pm 1,5$  dB (bajo condiciones referenciales).
- Rango dinámico: 55 dB.
- Función de alarma: cuando la entrada está fuera de rango, se muestra “OVER”.
- Acumulación máxima: acumula lecturas, con declinación de  $< 1$  dB/3 minutos.

(Manual de instrucciones para el uso del sonómetro dadas por el fabricante)



Fotografía 2.1: Sonómetro SLM 130  
Fuente: Elaboración propia

### II.3.2 Métodos gráficos

Numerosos países han desarrollado modelos de estimación del ruido vehicular con el fin de predecir el ruido que una nueva vía de circulación generará en sus alrededores. Tales modelos utilizan, en primer lugar, un denominado modelo de fuente con las variables de densidad del tráfico, composición, velocidad, tipo de asfalto y pendiente de la vía, asignando, en definitiva, una potencia acústica a la fuente. Posteriormente introducen correcciones debidas a la propagación, reflexiones, barreras, absorción del suelo y aire, etc., configurando el modelo de propagación.

#### II.3.2.1 RLS90

Este método desarrollado en Alemania, calcula el nivel base de ruido mediante la expresión:

$$L_{Aeq} = 37.3 + 10 \times \log\{Q \times (1 + 0.082 \times P)\} \text{ (dB(A))}$$

Donde:

Q: Densidad de tráfico, en veh/h.

P: Porcentaje de vehículos pesados (PMA>2.8 Ton), en %.

(Universidad Pública de Navarra, 2000).

El término de corrección para una velocidad distinta de la asumida por defecto, (100 km/h para ligeros y 80 km/h para pesados), es el siguiente:

$$Dv = L_{ligeros} - 37.3 + 10 \times \log \left[ \frac{100 + (10^{0.1C} - 1) \times P}{100 + 8.23 \times P} \right]$$

Donde:

$$L_{ligeros} = 27.7 + 10 \times \log \left[ 1 + (0.02 \times V_{ligeros})^3 \right]$$

$$L_{pesado} = 23.1 + 12.5 \times \log V_{pesados}$$

$$C = L_{pesados} - L_{ligeros}$$

$$30 \text{ km/h} \leq V_{ligero} \leq 130 \text{ km/h.}$$

(Universidad Pública de Navarra, 2000).

En la ilustración 2.2, ubicada en la página 35 del presente trabajo, podemos observar que la potencia media de un vehículo pesado es 20 veces (13 dB) la de un vehículo ligero, no habiendo dispersión significativa entre los valores. Este modelo alemán penaliza el paso de vehículos pesados en todo el rango de velocidades.

### **II.3.2.2 CORTN**

En este modelo, desarrollado en Inglaterra, el índice descriptor del nivel sonoro es el percentil  $L_{10}$ :

$$L_{10}(1h) = 42.2 + 10 \times \log(q) \quad (\text{dB(A)})$$

$$L_{10}(18h) = 29.1 + 10 \times \log(Q) \quad (\text{dB(A)})$$

Donde:

q: número de vehículos por hora (vph)

Q: número de vehículos en 18 horas

(Universidad Pública de Navarra, 2000).

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

$$C_{v,p} = 33 \times \log\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10 \times \log\left(1 + 5 \frac{P}{V}\right) - 68.5 \quad (\text{dB(A)})$$

Donde:

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

P = proporción de vehículos pesados en %

(Universidad Pública de Navarra, 2000).

En la ilustración 2.2, ubicada en la página 35 del presente trabajo, las diferencias medias entre los valores para vehículos pesados y ligeros para una velocidad dada y para un estándar concreto es que para  $v < 40$  km/h, la potencia media de un vehículo pesado es 14 veces (11,6 dB) la de un vehículo ligero. Para el resto de valores, la relación es de 4,5 (6,7 dB).

En general, el modelo inglés presenta una fuerte dependencia con la velocidad, siendo a velocidades bajas cuando encontramos mayor diferencia entre vehículos pesados y ligeros, reduciéndose notablemente al aumentar la velocidad.

### **II.3.2.3 STATENS PLANVERK 96 (SP 96)**

El descriptor es el nivel sonoro continuo equivalente,  $L_{EQ}$ , evaluado para un período de 24 horas, aunque puede ser evaluado para cualquier intervalo de tiempo.

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \left[ 10^{\frac{L_{Aeq,10m}(ligero)}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,10m}(ligero)}{10}} \right]$$

Donde:

$$L_{Aeq,10m}(\text{ligeros}) = L_{AE,10m}(\text{ligeros}) + 10 \log \left( \frac{N_l}{T} \right)$$

$$L_{Aeq,10m}(\text{pesados}) = L_{AE,10m}(\text{pesados}) + 10 \log \left( \frac{N_p}{T} \right)$$

$$L_{AE,10m}(\text{ligeros}) = 73.5 + 25 \times \log \left( \frac{V}{50} \right) \text{ para } V \geq 40 \text{ km/h}$$

$$L_{AE,10m}(\text{ligeros}) = 71 \text{ para } V < 40 \text{ km/h}$$

$$L_{AE,10m}(\text{pesado}) = 81 + 30 \times \log \left( \frac{V}{50} \right) \text{ para } 50 \text{ km/h} \leq V \leq 90 \text{ km/h}$$

$$L_{AE,10m}(\text{pesados}) = 81 \text{ para } V < 50 \text{ km/h}$$

Siendo  $N_l$  y  $N_p$  el número de vehículos ligeros y pesados, respectivamente, durante el intervalo de tiempo  $T$ , en segundos.

(Universidad Pública de Navarra, 2000).

En la ilustración 2.2, ubicada en la página 35 del presente trabajo, las diferencias medias entre los valores para vehículos pesados y ligeros, para una velocidad dada y para un estándar concreto, es que para  $v < 40$  km/h, la potencia media de un vehículo pesado es 10 veces (10 dB) la de un vehículo ligero. Para el resto de valores, la relación es de 6 (8,1dB).

En el modelo nórdico, la penalización está influida por la proporción de vehículos pesados, cosa que parece bastante razonable porque en el caso de motores diesel se notará más el efecto del ruido al revolucionarse más el motor. (Universidad Pública de Navarra, 2000).

La ilustración 2.2, representa el nivel sonoro base ( $q=1$  veh/h) en función de la velocidad, tanto para vehículo ligero como para vehículo pesado.

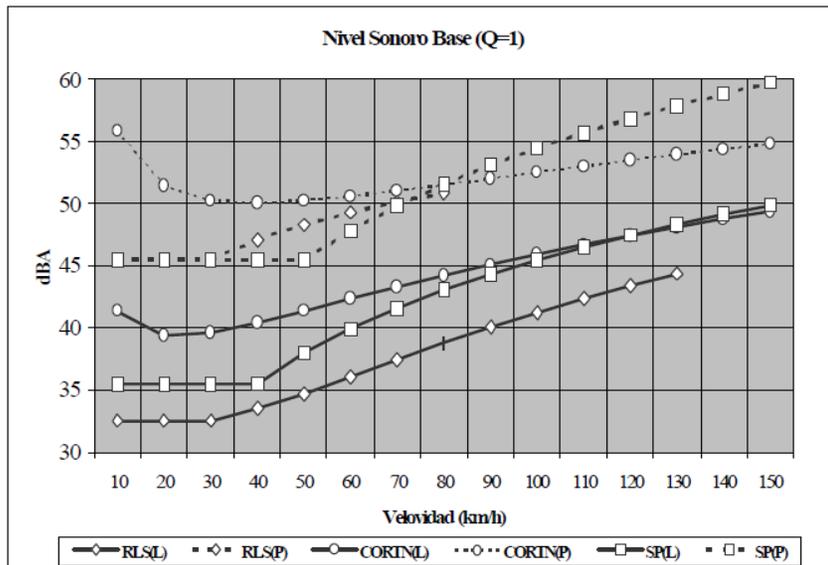


Ilustración 2.2: Nivel base para los tres standard.  
Fuente: (Universidad Pública de Navarra, 2000)

### II.3.2.4 Building research establishment (BRE)/ Construction industry research and information association (CIRIA)

Método desarrollado en la ciudad de Londres, Inglaterra, en el año 1993 por la BRE/CIRIA a través del estudio “Sound Control for Homes”, en donde se establece que el nivel de ruido existente en una zona puede ser determinado mediante el empleo del ábaco “Nivel de ruido básico  $L_{10}$  vs Índice de flujo vehicular”.

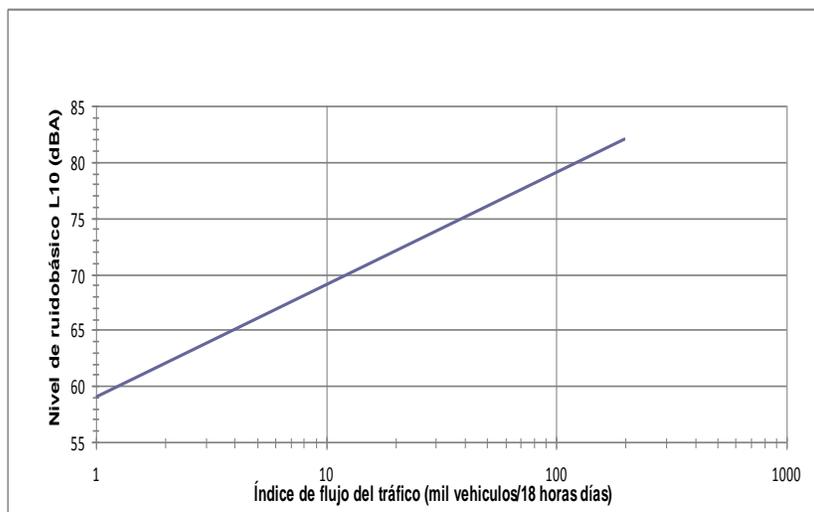


Ilustración 2.3: Ábaco para el pronóstico del nivel de ruido  
Fuente: (Building Research Establishment (BRE)/ Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), 1993)

### II.3.3 Método analítico

Como bien es conocido, no solo se pueden emplear los métodos gráficos para la estimación de los niveles de ruido, también se han desarrollado métodos analíticos que a través del uso de ecuaciones dependientes de diversas variables, permiten lograr o alcanzar este objetivo.

#### II.3.3.1 Método español

Metodología desarrollada en la ciudad de Madrid, España, por la Escuela de Organización Industrial en el año 1996, citada en el material de apoyo del curso de formación medioambiental para consultores venezolanos.

Los niveles de ruido que generan los vehículos automotores no son constantes, sino que presentarán variaciones en el tiempo de acuerdo al volumen y la velocidad de los mismos, su tipo y estado de mantenimiento. De acuerdo a esto, el impacto sonoro que provocarán los vehículos en una zona, se podrá calcular según el valor calculado de ruido para la situación más desfavorable durante el período diurno (de 6:30 am a 9:30 pm).

En este método se plantean las siguientes ecuaciones:

$$L_{EQ} (\text{ligeros}) = 26,7 * \text{Log} (v) + 10 * \text{Log} (Q) + 10 * \text{Log} (d_0) + 10 * \text{Log} (d_0/d) - 18$$

$$L_{EQ} (\text{pesados}) = 13,7 * \text{Log} (v) + 10 * \text{Log} (Q) + 10 * \text{Log} (d_0) + 10 * \text{Log} (d_0/d) + 15$$

Ecuación 2.1: Ecuaciones para el cálculo de  $L_{EQ}$ .  
Fuente: (Escuela de Organización Industrial, 1996)

Donde:

- $L_{EQ}$ : nivel de ruido continuo equivalente para vías con tráfico fluido (sin absorción), en dB(A).
- Q: flujo de vehículos livianos o pesados, según el caso, en vehículos por hora (vph).

- v: velocidad promedio de los vehículos automotores, en km/h.
- do: distancia equivalente al número de canales existente en el punto de control o estación por el ancho del canal que presente la vía, en metros (m).
- d: distancia que existe desde el punto de medición hasta el lugar más cercano donde el sonido empieza a generar alguna molestia para el ser humano, en metros (m).

(Escuela de Organización Industrial, 1996).

Los datos obtenidos de  $L_{EQ}$  para vehículos livianos y pesados deben compararse; de acuerdo a la diferencia que exista entre ellos en decibeles (dB), se le debe sumar al valor mayor el número que le corresponda según las cifras existentes en la tabla 2.4 del presente trabajo, y ese será el valor real de  $L_{EQ}$ .

Tabla 2.4: Suma de decibeles (aproximada)

Diferencia en niveles de presión del sonido (dB(A))	Añadir a nivel mayor
0 o 1	3
2 o 3	2
4 a 9	1
10 o más	0

Fuente: (Kiely, 1999)

#### II.4 Descripción del área en estudio

“El Municipio El Hatillo se ubica al Sureste de la ciudad de Caracas, es un hermoso pueblo que ha mantenido su tradición arquitectónica y sus costumbres a lo largo de los años, y por medio de un decreto gubernamental ha sido declarado Monumento Nacional, formando parte del patrimonio cultural del país. Esto ha

permitido que hoy en día sea uno de los sitios de interés turístico más importantes de la denominada Gran Caracas”. (Venezuela Tuya, 2007).

Limita al Norte con los Municipios Sucre y Baruta, al Oeste con Baruta, al Sur con el Municipio Cristóbal Rojas y al Este con el Municipio Paz Castillos; todos estos pertenecientes al Edo. Miranda. (Venezuela Tuya, 2007).

Por su parte Norte corre la quebrada de La Guairita. Ésta sirve de límite natural entre El Hatillo y Baruta desde el 24 de junio de 1705, cuando se hizo el primer deslindamiento oficial, hasta el sitio donde le cae la quebrada El Paují, que corre de Sur a Norte, hasta donde La Guairita desemboca en el río Guaire, en El Llanito, sitio llamado así por ser la parte más llana del río caraqueño. (Venezuela Tuya, 2007).

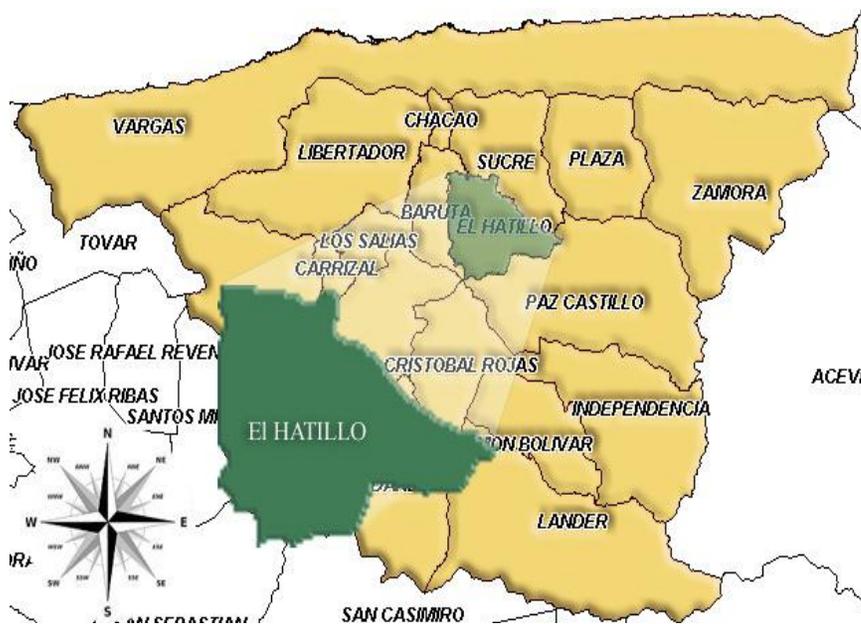


Ilustración 2.4: Ubicación del municipio El Hatillo  
Fuente: (Venezuela Tuya, 2007)

En la actualidad el Municipio El Hatillo es una zona mayoritariamente residencial, en dicho municipio las actividades económicas principales son de carácter comercial y turístico. En las zonas rurales se destaca la actividad agrícola como fuente de ingresos.

#### II.4.1 Datos generales y demográficos

El Municipio El Hatillo está situado en la serranía que corre paralela al Sur de la Cordillera de La Costa, en el centronorte de Venezuela. El terreno es accidentado y montañoso surcado por quebradas y arroyos de aguas permanentes y escorrentías de aguas pluviales. Lo cruzan vientos limpios y húmedos provenientes del Parque Nacional Guatopo.

Tabla 2.5: Datos generales del Municipio El Hatillo

<b>Ubicación</b>	Enclavado al sureste del Distrito Capital, en las coordenadas 66°49'48"O – 10°26'21"N. Es uno de los 21 Municipios que conforman el Estado Miranda. Limita con los siguientes Municipios: al Norte con los Municipios Sucre y Baruta, al Oeste con Baruta, al Sur con el Municipio Cristóbal Rojas y al Este con el Municipio Paz Castillos.
<b>Superficie</b>	114 km <sup>2</sup>
<b>Población</b>	90.000 habitantes (aprox.)
<b>Parroquias</b>	Santa Rosalía de Palermo
<b>Comunidades Urbanas</b>	Pueblo de El Hatillo, El Calvario, La Lagunita, Alto Hatillo, La Boyera, Las Marías, Oripoto, Los Pomelos, Los Naranjos, Los Geranios, La Cabaña, Cerro Verde y Llano Verde, Colinas, Vista El Valle, Los Olivos, El Cigarral.
<b>Comunidades Rurales</b>	La Unión, Corralito, Turgua, La Hoyadita, Sabaneta, La Mata, Caicaguana, Los Naranjos y Altos de Halcón.

Fuente: (El Hatillo, 2006)

Tabla 2.6 Datos demográficos del Municipio El Hatillo

<b>Población Urbana:</b>	83,51%										
<b>Población Rural:</b>	16.49%										
<b>Distribución Etárea de la Población:</b>	<table> <tr> <td>0 a 14 años</td> <td>22,84%</td> </tr> <tr> <td>15 a 29</td> <td>26,01%</td> </tr> <tr> <td>30 a 44</td> <td>24,96%</td> </tr> <tr> <td>45 a 59</td> <td>18,73%</td> </tr> <tr> <td>60 a 75 y más</td> <td>7,46%</td> </tr> </table>	0 a 14 años	22,84%	15 a 29	26,01%	30 a 44	24,96%	45 a 59	18,73%	60 a 75 y más	7,46%
0 a 14 años	22,84%										
15 a 29	26,01%										
30 a 44	24,96%										
45 a 59	18,73%										
60 a 75 y más	7,46%										
<b>Condiciones de Vida:</b>	<b>Tasa de Natalidad:</b> 16.2% (Considerada baja)										
	<b>Tasa de Mortalidad:</b> 1,67% (Nacional 6,0%)										
	<b>Rango de Pobreza:</b> De 6% a 13%										
<b>Nro. de Hogares:</b>	10.591, distribuidos según estrato socioeconómico así:										
<b>Clases Sociales</b>	<b>Alta y media:</b> 90,24%										
	<b>Baja:</b> 9,76%										
	<b>Pobreza extrema:</b> 3,29%										

Fuente: (Alcaldía de El Hatillo, 2010)

#### II.4.2 Intercomunal El Hatillo-La Trinidad

La avenida Intercomunal El Hatillo- La Trinidad es la principal vía de acceso que posee el Municipio El Hatillo, la cual es una vía expresa de dos canales más hombrillo por sentido y posee isleta central. El tramo de estudio, el cual está comprendido desde el acceso al Municipio El Hatillo hasta la Avenida 2 del sector La Boyera, pertenece a dicha vía, tiene una longitud de 814 m. y cuenta con dos intersecciones intermedias a lo largo de todo su recorrido, que dan acceso a la zona de El Cigarral y a los Altos de la Boyera. Así mismo, en las zonas aledañas al tramo de investigación, están presentes comercios como el Centro Comercial Los Geranios, Plaza La Boyera y Party Depot, combinado con viviendas multifamiliares y apareadas.

La imagen que se presenta a continuación representa la ruta de estudio a evaluar.



Ilustración 2.5: Tramo de vía objeto de estudio  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **III.1 Método**

El método a utilizar en la investigación es de carácter exploratorio y descriptivo.

Según la investigación exploratoria, la etapa inicial o preliminar del proceso de investigación se efectúa normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado del cual se tienen muchas dudas y no se ha abordado antes. Este método sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa. En la investigación exploratoria, la información se recolecta de fuentes primarias y secundarias con el fin de suministrar información sobre el problema gerencial e identificar cursos de acción, es decir, el objetivo de dicho método es la búsqueda de la información y los conocimientos previos que permitan obtener nuevos datos y elementos que identifiquen el problema presente. (Lloyd Gasket, 2010).

Por otra parte, la investigación descriptiva es aquella que consiste en llegar a conocer las situaciones, eventos, hechos, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. (Blogia, 2010).

## **III.2 Metodología**

A los fines de cumplir con los objetivos propuestos, se plantea llevar a cabo las actividades que se señalan a continuación:

### **III.2.1 *Recopilación de información documental***

La actividad comprende la realización de visitas a diversas entidades públicas y privadas, con el fin de recopilar información existente acerca de los EIASC que se han realizado en la zona y el enfoque que se les ha dado, así como también, sobre estudios similares a la investigación que se desarrolla, que se han ejecutado en el área en estudio y en otras localidades vecinas, de similar dinámica urbana, cuyo contenido pueda constituir una guía de referencia acerca de los procedimientos que pueden ser implementados para evaluar la medición de ruido asociado al tránsito automotor.

De igual forma, se abarca en este punto, la búsqueda de información preliminar sobre planes, programas y proyectos, asociados a la vía cuyo tramo es de significación, con particular interés en sus características físicas y operacionales.

Al cierre de la compilación de la información recabada, se procederá a estudiarla para seleccionar aquella de utilidad para el trabajo y adaptarla al caso particular de investigación.

### **III.2.2 *Visitas de campo para reconocimiento del área e inmediaciones y determinación del tramo de estudio***

A este respecto, se plantea realizar una visita inicial de reconocimiento al municipio, en particular para recorrer la avenida Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, reconocer físicamente esta infraestructura vial en su contexto, así como los dispositivos en su trayectoria, tales como las intersecciones semaforizadas, con lo cual delimitar el tramo de estudio.

Una vez acotado el tramo de estudio e identificados los dispositivos en su discurrir por la zona, se debe definir el número de estaciones para la realización de los conteos vehiculares y las mediciones de ruido; así como también, el sentido en que se realizarán los mismos, es decir, si se realizarán tales labores en sentido La Trinidad- El Hatillo, sentido El Hatillo- La Trinidad o en ambos.

De la visita inicial y otras complementarias posteriores se elaborarán los croquis, mapas, planos o similares con la ubicación de cada una de las estaciones, al tiempo de describir las características físicas de mayor significación del tramo de la vía.

### **III.2.3** *Tramitación de permisos*

A los fines de emprender las labores asociadas a los conteos vehiculares y a la medición de ruido en el sitio de investigación, se plantea previamente tramitar ante la Alcaldía del municipio los permisos pertinentes para el trabajo de campo, especificando el tipo de estudio que se va a realizar, el período que se estima que dure la actividad en sitio, la cantidad de personal que operará por la zona, el carácter académico de la investigación y las personas a cargo del estudio.

### **III.2.4** *Estructuración de la estrategia de levantamiento de información en campo*

Con el objeto de planificar las labores, con base en las experiencias de estudios previos realizados en la zona y a juicio propio, se establece el lapso para la ejecución de los conteos vehiculares y las mediciones de ruido, que comprende los días miércoles y jueves, como días típicos laborales, y el día sábado como día típico no laboral, tendrá una duración de dos semanas.

A este respecto, las horas fijadas como lapso de tiempo para las labores señaladas en los días mencionados, varían para cada grupo de días. En los días laborales se medirá en las horas picos de la mañana entre 7:00 am y 9:00 am, mediodía entre 12:00 m y 2:00 pm y en la tarde entre 5:00 pm y 7:00 pm en cada

estación. De igual forma, para los días no laborales se realizarán las mediciones entre las 10:00 am y la 1:00 pm en todas las estaciones.

A efectos de los conteos vehiculares, se registrarán las cifras de volúmenes vehiculares cada cinco minutos diferenciando el tipo de vehículo a reportar, es decir, vehículos de carga, particulares o de transporte público; mientras que los registros de las mediciones de ruido se reportarán cada treinta segundos en cada estación y durante cada lapso de medición, respectivamente, y sin distinción de vehículos.

### III.2.5 Generación de material para la recopilación de información

Bajo esta denominación se abarca la labor de elaboración de material tipo planilla para la recopilación de información en campo, cuya realización es a juicio propio con base en los formatos de estudios previos revisados en la recopilación de información.

A continuación se presenta el formato de las planillas para el levantamiento de la información en campo:

#### III.2.5.1 Planilla de registro para la medición de ruido

Tabla 3.7: Planilla de datos acústicos

	SENTIDO			
HORA DE INICIO		HORA TÉRMINO		FECHA
NOMBRE OPERADOR			ESTACIÓN	
<b>CONDICIONES DE MEDICIÓN</b>				
IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO	MARCA	AIRFLOW		
	MODELO	SLM 130		
	Nº DE SERIE			
CALIBRACIÓN EN TERRENO	ANTES DE MEDIR	DESPUÉS DE MEDIR		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8: Planilla de registro de mediciones

DATOS ACUSTICOS									
t	dB	T	dB	t	dB	T	dB	t	dB
07:00:00		07:24:00		07:48:00		08:12:00		08:36:00	
07:00:30		07:24:30		07:48:30		08:12:30		08:36:30	
07:01:00		07:25:00		07:49:00		08:13:00		08:37:00	
07:01:30		07:25:30		07:49:30		08:13:30		08:37:30	
07:02:00		07:26:00		07:50:00		08:14:00		08:38:00	
07:02:30		07:26:30		07:50:30		08:14:30		08:38:30	
07:03:00		07:27:00		07:51:00		08:15:00		08:39:00	
07:03:30		07:27:30		07:51:30		08:15:30		08:39:30	
07:04:00		07:28:00		07:52:00		08:16:00		08:40:00	
07:04:30		07:28:30		07:52:30		08:16:30		08:40:30	
07:05:00		07:29:00		07:53:00		08:17:00		08:41:00	
07:05:30		07:29:30		07:53:30		08:17:30		08:41:30	
07:06:00		07:30:00		07:54:00		08:18:00		08:42:00	
07:06:30		07:30:30		07:54:30		08:18:30		08:42:30	
07:07:00		07:31:00		07:55:00		08:19:00		08:43:00	
07:07:30		07:31:30		07:55:30		08:19:30		08:43:30	
07:08:00		07:32:00		07:56:00		08:20:00		08:44:00	
07:08:30		07:32:30		07:56:30		08:20:30		08:44:30	
07:09:00		07:33:00		07:57:00		08:21:00		08:45:00	
07:09:30		07:33:30		07:57:30		08:21:30		08:45:30	
07:10:00		07:34:00		07:58:00		08:22:00		08:46:00	
07:10:30		07:34:30		07:58:30		08:22:30		08:46:30	
07:11:00		07:35:00		07:59:00		08:23:00		08:47:00	
07:11:30		07:35:30		07:59:30		08:23:30		08:47:30	
07:12:00		07:36:00		08:00:00		08:24:00		08:48:00	
07:12:30		07:36:30		08:00:30		08:24:30		08:48:30	
07:13:00		07:37:00		08:01:00		08:25:00		08:49:00	
07:13:30		07:37:30		08:01:30		08:25:30		08:49:30	
07:14:00		07:38:00		08:02:00		08:26:00		08:50:00	
07:14:30		07:38:30		08:02:30		08:26:30		08:50:30	
07:15:00		07:39:00		08:03:00		08:27:00		08:51:00	
07:15:30		07:39:30		08:03:30		08:27:30		08:51:30	
07:16:00		07:40:00		08:04:00		08:28:00		08:52:00	
07:16:30		07:40:30		08:04:30		08:28:30		08:52:30	
07:17:00		07:41:00		08:05:00		08:29:00		08:53:00	
07:17:30		07:41:30		08:05:30		08:29:30		08:53:30	
07:18:00		07:42:00		08:06:00		08:30:00		08:54:00	
07:18:30		07:42:30		08:06:30		08:30:30		08:54:30	
07:19:00		07:43:00		08:07:00		08:31:00		08:55:00	
07:19:30		07:43:30		08:07:30		08:31:30		08:55:30	
07:20:00		07:44:00		08:08:00		08:32:00		08:56:00	
07:20:30		07:44:30		08:08:30		08:32:30		08:56:30	
07:21:00		07:45:00		08:09:00		08:33:00		08:57:00	
07:21:30		07:45:30		08:09:30		08:33:30		08:57:30	
07:22:00		07:46:00		08:10:00		08:34:00		08:58:00	
07:22:30		07:46:30		08:10:30		08:34:30		08:58:30	
07:23:00		07:47:00		08:11:00		08:35:00		08:59:00	
07:23:30		07:47:30		08:11:30		08:35:30		08:59:30	
								09:00:00	

Fuente: Elaboración propia

### III.2.5.2 Planilla de registro para tráfico vehicular

Tabla 3.9: Planilla de registro vehicular

FECHA:		CONTADOR		SENTIDO		ESTACIÓN DE CONTEO	
TIPO DE VEH		VEHÍCULO PARTICULAR	VEHÍCULO DE CARGA	AUTOBUSES	TOTAL		
HORA							
05:00.	-	05:05					
05:05	-	05:10					
05:10	-	05:15					
05:15	-	05:20					
05:20	-	05:25					
05:25	-	05:30					
05:30	-	05:35					
05:35	-	05:40					
05:40	-	05:45					
05:45	-	05:50					
05:50	-	05:55					
05:55	-	06:00					
06:00	-	06:05					
06:05	-	06:10					
06:10	-	06:15					
06:15	-	06:20					
06:20	-	06:25					
06:25	-	06:30					
06:30	-	06:35					
06:35	-	06:40					
06:40	-	06:45					
06:45	-	06:50					
06:50	-	06:55					
06:55	-	07:00					
<b>SUMATORIA</b>							

Fuente: Elaboración propia

### **III.2.5.3 Instrucciones para el llenado de la planilla de datos acústicos**

- Sentido: dirección, con respecto a la circulación vehicular, en la que se mide. Puede ser sentido La Trinidad-El Hatillo o El Hatillo-La Trinidad.
- Hora de inicio: hora y minutos en que se inicia el proceso de medición.
- Hora término: hora y minutos en la que se finaliza el lapso de medición.
- Fecha: día/mes/año en el que se realiza la medición.
- Nombre del operador: nombre completo del colaborador que realiza la medición.
- Estación: estación de medición o punto de control donde se encuentra el operador.
- Número de serie: número de serie que posee el sonómetro.
- Antes de medir y después de medir: calibración del instrumento antes y después de finalizado el proceso de medición.

### **III.2.5.4 Instrucciones para el llenado de la planilla de mediciones acústicas**

- dB: lectura observada por el operador en la pantalla del sonómetro a la hora indicada en cada uno de los recuadros de la planilla.

### **III.2.5.5 Instrucciones para el llenado de la planilla de registro de tráfico vehicular**

- Fecha: día/mes/año en el que se realiza la medición.
- Nombre del operador: nombre completo del colaborador que realiza la medición.
- Sentido: dirección, con respecto a la circulación vehicular, en la que se mide. Puede ser sentido La Trinidad-El Hatillo o El Hatillo-La Trinidad.
- Estación: estación de medición o punto de control donde se encuentra el operador.

- En cada uno de los recuadros, el operador, deberá colocar la cantidad de vehículos observados de acuerdo a su clasificación, respetando el intervalo de tiempo que existe entre cada uno de ellos.
- Los recuadros de sumatoria y total no deberán ser llenados por los operadores.

### **III.2.6** *Captación y capacitación de talento humano para el trabajo de campo*

Con base en el número de estaciones, lapsos de medición y disponibilidad de equipos de medición de ruido, acorde además con el contexto urbano en que se inserta la vía de estudio, se establece la cantidad de personas necesarias para realizar las mediciones de acuerdo al tipo de información a recolectar.

Una vez estimado el número requerido de personal de apoyo, se procede a la captación de los voluntarios, luego de lo cual será necesario adiestrar a cada uno de los colaboradores, de acuerdo con la función a desempeñar, indicándole cómo funciona el equipo para medición de ruido de forma directa en campo, el sonómetro, y las instrucciones para el llenado de las planillas de conteos vehiculares y registro de niveles de ruido.

### **III.2.7** *Ejecución de labores de conteos vehiculares y medición de ruido*

Comprende los trabajos de registro de volúmenes vehiculares en el tramo objeto de estudio, así como de los niveles de ruido, para lo cual previamente se facilitará las planillas y el equipo a utilizar al personal de apoyo, según corresponda, y se procederá a ubicar a cada uno de los colaboradores en los puntos de control o estaciones establecidas, con suficiente antelación a los lapsos de medición.

Efectuados los conteos, se procederá a recopilar todas las planillas con los registros y a verificar que estén correctamente llenadas para poder ser clasificadas de acuerdo al tipo de medición correspondiente.

### **III.2.8 *Procesamiento de la información***

La información recaba en campo, será compilada de forma organizada en una base de datos, empleando como herramienta el programa Excel, con lo cual se facilita posteriormente el procesamiento e interpretación de la data.

### **III.2.9 *Estimación de los niveles de ruido***

Como el lapso de medición tiene una duración de dos semanas, se debe escoger, a juicio propio, la semana en que se registraron con mayor exactitud los datos. A tal fin, es necesario comparar los reportes de ambas semanas, para determinar en cuál se observa una concordancia aceptable en el registro de sus datos. Las comparaciones deberán realizarse por sentido, estación y día de medición, tanto para conteos vehiculares como para las mediciones de ruido. De igual forma, se debe tomar en cuenta la habilidad del operador en el proceso de toma de datos, ya que de ello dependen los resultados obtenidos. Es importante señalar que los datos seleccionados como datos finales, serán empleados en todos los métodos para la estimación del nivel de ruido.

A partir de la información recabada para la estimación de ruido asociado al tránsito automotor, se estimará el nivel de ruido en el tramo de vía ( $L_{EQ}$ ) empleando los siguientes métodos:

#### **III.2.9.1 Medición directa en campo**

Bajo este concepto de medición directa en campo, se trabajará con los datos registrados en las planillas de medición acústica por el sonómetro y serán comparados con los valores límites establecidos por el Decreto N° 2.217, específicamente en el artículo 5 del capítulo 2 “Ruido continuo equivalente”.

### **III.2.9.2 Métodos gráficos**

Los nomogramas existentes para la estimación del nivel de ruido vienen expresados en función de distintas variables. Así se tienen los siguientes métodos mediante el uso de los mapas de ruido:

- Método BRE/CIRIA (Método Inglés)
- Método CORTN (Método Inglés), Método RLS90 (Método Alemán) y Método SP96 (Método de los países Nórdicos)

### **III.2.9.5 Método analítico**

Como es conocido, adicional a los métodos gráficos para la estimación de los niveles de ruido, también se han desarrollado métodos analíticos que a través del uso de ecuaciones dependientes de diversas variables, permiten lograr este objetivo. Para tal fin, se estudiará el siguiente método:

- Método desarrollado por la Escuela de organización Industrial en Madrid, España.

### **III.2.10 *Realización del análisis comparativo entre los métodos gráficos y analítico, empleados para la medición de ruido, y el método de medición de ruido directo en campo.***

Con los valores de ruido registrados en campo, previamente organizados en la base de datos ya mencionada, y aquellos estimados a partir de los gráficos producto de la revisión documental, se procederá a contrastar las cifras sobre ruido obtenidas.

**III.2.11** *Generación de aspectos concluyentes a propósito de haber contrastado los resultados sobre mediciones de ruido por diversos métodos.*

Del análisis comparativo efectuado, se evidenciarán las semejanzas y las diferencias en los valores a través de gráficos, a partir de las cuales generar resultados en atención a los objetivos de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

#### **IV.1 Ubicación de las estaciones de medición o puntos de control**

Las estaciones fueron ubicadas de acuerdo a la accesibilidad y seguridad que poseía el sitio, y al volumen de tráfico vehicular existente. Se trató en lo posible de que las estaciones quedaran lo más equidistante unas con otras. Sin embargo, la estación 2 fue movilizadada porque se encontraba a pocos metros de una intersección semaforizada, facilidad vial que obliga al conductor a efectuar un cambio en la velocidad de manejo, aumentando así, la emisión de ruido producida por los vehículos.

En todas y cada una de las estaciones, se realizaron conteos vehiculares y mediciones de ruido para ambos sentidos de circulación, es decir, en dirección La Trinidad-El Hatillo y El Hatillo-La Trinidad, de manera simultánea.

##### **IV.1.1 Estación de medición 1**

Es la primera estación de medición y se encuentra ubicada en la intersección de la Avenida Intercomunal La Trinidad – El Hatillo con la Avenida 2 de La Boyera. Es una estación semaforizada, localizada en un área de carácter residencial y comercial, lo que significa que presenta zonas que inducen cambios de velocidad en los conductores, en ambos sentidos del movimiento de circulación. Está configurada por tres accesos, una parada de transporte público en sentido El Hatillo- La Trinidad y se diferencian seis movimientos en los turnos de semáforo.



Ilustración 4.6: Estación de medición 1  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.



Fotografía 4.2: Estación de medición 1  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.

#### IV.1.2 Estación de medición 2

Segunda estación de medición que se ubica en la intersección de la Avenida Intercomunal El Hatillo - La Trinidad con el acceso a la urbanización El Cigarral. Es una estación localizada en una intersección semofarizada, en área de carácter residencial, lo que significa que presenta zonas que generan cambios de velocidad en los vehículos a ambos sentidos del movimiento circulación. En su configuración se evidencian tres accesos y seis movimientos que controla el semáforo.



Ilustración 4.7: Estación de medición 2

Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.



Fotografía 4.3: Estación de medición 2

Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.

### IV.1.3 Estación de medición 3

Estación número tres de medición que se encuentra ubicada en la Avenida Intercomunal El Hatillo - La Trinidad. Es una estación localizada en un tramo recto de la Avenida de circulación libre en ambos sentidos, con una pendiente longitudinal significativa, la cual produce un mayor esfuerzo vehicular y un aumento en la emisión de ruido.



Ilustración 4.8: Estación de medición 3

Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.



Fotografía 4.4: Estación de medición 3

Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.

#### IV.1.4 Estación de medición 4

Es la última estación de medición y se encuentra ubicada en la frontera que limita al Municipio Baruta con el Municipio El Hatillo dentro de la Avenida Intercomunal La Trinidad – El Hatillo; punto de acceso al Municipio El Hatillo en dicha avenida. De igual forma que la estación anterior, se localiza en un tramo recto de la avenida y es de circulación libre en ambos sentidos.



Ilustración 4.9: Estación de medición 4  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.



Fotografía 4.5: Estación de medición 4  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la herramienta Google Earth.

## **IV.2 conteos, mediciones y resultados**

Antes de comenzar con esta etapa, se efectuó un sondeo entre las personas que tentativamente colaborarían en dicho proceso, para confirmar la cantidad de personal disponible. De esta manera, se estableció un criterio de medición, distinto para cada una de las semanas en las que se ejecutarían los conteos, con base además en los instrumentos requeridos para las mediciones, sonómetros y contadores manuales, que fueron facilitados por la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y la Alcaldía de Chacao, respectivamente.

Así, para los días laborales, las mediciones se realizaron en períodos de dos horas por tres turnos diarios, comprendidos entre las 7:00 am y 9:00 am, las 12:00 m y 2:00 pm y las 5:00 pm y 7:00 pm. Mientras que en los días no laborales las mediciones se desarrollaron desde las 11:00 am hasta la 1:00 pm. Ello en las semanas del 31 de mayo al 6 de junio de 2010 y del 7 de junio al 13 de junio del 2010, respectivamente.

El día miércoles, de la primera semana, se midió en sentido La Trinidad - El Hatillo para las cuatro estaciones y en todas las horas de conteo, mientras que el día jueves, las mediciones, se realizaron en sentido El Hatillo – La Trinidad, igualmente para todas las estaciones y todos los lapsos de conteos. El día sábado, de la semana en cuestión, se midió una hora y media en un sentido y la otra hora y media restante, en el sentido contrario (para todas las estaciones).

Para la segunda semana de conteos se estableció que el día miércoles se medirían únicamente las estaciones 3 y 4 en ambos sentidos de la vía, y el día jueves las estaciones 1 y 2, respectivamente. El día sábado de esa misma semana, se midió una hora y media la estación 1 y 3, la otra hora y media restante las estaciones 2 y 4, en ambos sentidos de la vía los dos turnos.

A partir de los conteos vehiculares y las mediciones acústicas realizadas, se obtuvo una cantidad de registros numéricos que constituyen una data física sin procesar. Por esta razón, se hace indispensable organizar y clasificar todas las

planillas de acuerdo al tipo de actividad realizada para, finalmente, volver a ser reorganizadas por estación, sentido de circulación y día de medición y poder comparar los datos recabados entre ambas semanas.

De dicha comparación, se decidió, a juicio propio y con base en la experiencia de asesores del área de investigación, que los datos recaudados en la segunda semana de medición, serían los valores con los cuales se evaluarían todos los métodos empleados para la estimación del nivel de ruido, descritos en el capítulo anterior. El argumento principal en que se basa la toma de esta decisión, es que en la segunda semana de conteos, las mediciones se realizaron de manera simultánea en ambos sentidos de la vía, lo que da mayor sustento al trabajo que se desarrolla.

Así además, se supone que las horas de conteos realizadas los días miércoles y jueves, en su conjunto, conformarán un día laboral, y el día sábado será tomado como día no laboral. Sin embargo, para efectos de cálculos, y de acuerdo a los resultados obtenidos en la segunda semana, se calculó la hora pico por estación de conteo, hora de mayor afluencia vehicular, para los días laborales y los días no laborales. Esta nueva hora pico, es la hora pico de todo el período diurno.

A continuación se reportan los resultados vehiculares de la hora pico calculada por sentido, estación y día de medición.

Tabla 4.10: Resultado vehicular hora pico sentido La Trinidad-El Hatillo en día laboral.

<b>RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR EN EL ÁREA EVALUADA</b>				
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>			
	<b>LIVIANO (veh/h)</b>	<b>PESADO (veh/h)</b>	<b>TOTAL (veh/h)</b>	<b>HORA PICO</b>
<b>1</b>	1446	61	1507	5:20pm - 6:20pm
<b>2</b>	1620	88	1708	12:05pm - 1:05pm
<b>3</b>	1811	50	1861	5:00pm - 6:00pm
<b>4</b>	1723	43	1766	5:10pm - 6:10pm
<b>PROM.</b>	<b>1650</b>	<b>61</b>	<b>1711</b>	
<b>MÁX.</b>	<b>1811</b>	<b>88</b>	<b>1861</b>	
<b>MÍN.</b>	<b>1446</b>	<b>43</b>	<b>1507</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.11: Resultado vehicular hora pico sentido El Hatillo-La Trinidad en día laboral.

<b>RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR EN EL ÁREA EVALUADA</b>				
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>			
	<b>LIVIANO (veh/h)</b>	<b>PESADO (veh/h)</b>	<b>TOTAL (veh(veh/h))</b>	<b>HORA PICO</b>
<b>1</b>	1506	31	1537	5:55pm - 6:55pm
<b>2</b>	1454	79	1533	7:15am - 8:15am
<b>3</b>	1807	80	1887	1:00pm - 2:00pm
<b>4</b>	1647	57	1704	12:00m - 1:00pm
<b>PROM.</b>	<b>1604</b>	<b>62</b>	<b>1665</b>	
<b>MÁX.</b>	<b>1807</b>	<b>80</b>	<b>1887</b>	
<b>MÍN.</b>	<b>1454</b>	<b>31</b>	<b>1533</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.12: Resultado vehicular hora pico sentido La Trinidad-El Hatillo en día no laboral.

<b>RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR EN EL ÁREA EVALUADA</b>				
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>			
	<b>LIVIANO (veh/h)</b>	<b>PESADO (veh/h)</b>	<b>TOTAL (veh/h)</b>	<b>HORA PICO</b>
<b>1</b>	1161	62	1223	10:00am-11:00am
<b>2</b>	1040	43	1083	11:50am - 12:50pm
<b>3</b>	1264	65	1329	10:00am-11:00am
<b>4</b>	1578	46	1624	11:25am -12:25pm
<b>PROM.</b>	<b>1261</b>	<b>54</b>	<b>1315</b>	
<b>MÁX.</b>	<b>1578</b>	<b>65</b>	<b>1624</b>	
<b>MÍN.</b>	<b>1040</b>	<b>43</b>	<b>1083</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.13: Resultado vehicular hora pico sentido El Hatillo-La Trinidad en día no laboral

<b>RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR EN EL ÁREA EVALUADA</b>				
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>			
	<b>LIVIANO (veh/h)</b>	<b>PESADO (veh/h)</b>	<b>TOTAL (veh/h)</b>	<b>HORA PICO</b>
<b>1</b>	1366	59	1425	10:00am-11:00am
<b>2</b>	1824	41	1865	12:00m - 1:00pm
<b>3</b>	1431	49	1480	10:10am - 11:10am
<b>4</b>	1773	41	1814	12:00m - 1:00pm
<b>PROM.</b>	<b>1599</b>	<b>48</b>	<b>1646</b>	
<b>MÁX.</b>	<b>1824</b>	<b>59</b>	<b>1865</b>	
<b>MÍN.</b>	<b>1366</b>	<b>41</b>	<b>1425</b>	

Fuente: Elaboración propia

Fueron definidos como vehículos livianos los de uso particular y como vehículos pesados los autobuses, minibuses y vehículos de carga.

El tráfico de vehículos ligeros representa aproximadamente un 96,40 % del total del volumen vehicular estudiado en la zona objeto de esta investigación, mientras que los vehículos pesados se presentaron en un 3,60 %. Éstos últimos, a pesar de que representan una minoría en cuanto a la cantidad de vehículos estudiada, emitieron mayores niveles de ruido que los vehículos particulares.

#### **IV.2.1 Medición directa en campo**

Este método de medición directa, se fundamenta en el empleo de instrumentos o aparatos para estimar el nivel de ruido directamente en el sitio donde se origina el sonido. Para fines de esta investigación, el sonómetro de marca Airflow y modelo SLM 130, será el instrumento utilizado en la lectura de los datos acústicos.

Antes de colocar el equipo de medición en manos del operador se verificó que las baterías del sonómetro estuvieran cargadas y que el mismo, funcionara

correctamente. Una vez encendido el aparato, se esperó a que se estabilizara el indicador del sonómetro y así poder calibrarlo de acuerdo a las indicaciones del fabricante; luego se seleccionó la escala de ponderación y el sector de respuesta de acuerdo al tipo de ruido a medir, que en este caso fue clasificado como ruido de respuesta rápida (“Fast (F)” según nomenclatura del instrumento usado) con una ponderación de frecuencia A (ilustración 2.1), debido a la variación constante de los ruidos vehiculares.

El sonómetro fue colocado a una altura de 1,20 metros del suelo, en la mano del operador, y se orientó en dirección perpendicular al eje de la vía y por tanto a los vehículos, ya que éstos son la fuente generadora de ruido.

Una vez finalizado el trabajo de medición, los datos recabados se vaciaron en una hoja de Excel para facilitar un mejor entendimiento y manejo de los mismos. Finalmente se calculó un valor promedio, un valor máximo y un valor mínimo de ruido por estación, sentido y día de medición.

El sonómetro utilizado se clasifica como un sonómetro integrador-promediador tipo 2 (Manual de instrucciones para el uso del sonómetro dadas por el fabricante), lo que significa que el valor obtenido representa directamente el valor de  $L_{EQ}$ , de acuerdo a lo citado en el capítulo II, apartado II.3.1.1 del presente trabajo, siendo el valor promedio de las mediciones tomadas, el valor representativo de la condición que más se repite en el tramo.

A pesar de que la condición más desfavorable puede representarse por el valor máximo y no por el valor promedio, se debe tomar en cuenta que en este tipo de medición los valores máximos vienen dados por situaciones que ocurren esporádicamente durante el período en que se realizan las mediciones y no duran un lapso de tiempo significativo para que sean considerados como valores reales.

Todos los resultados obtenidos fueron comparados con los valores referenciales establecidos en el Decreto N° 2.217 mencionados en el capítulo II, apartado II.2.5.1.

A continuación se presentan los resultados y análisis de los mismos ordenados por día de medición, sentido y estación, respectivamente.

– Día laboral. Sentido La Trinidad – El Hatillo

Tabla 4.14: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA</b>			
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>			
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>		
	<b>PROMEDIO</b>	<b>MÁX</b>	<b>MÍN</b>
<b>1</b>	74,35	102,30	61,40
<b>2</b>	74,52	105,50	60,30
<b>3</b>	74,57	103,50	55,50
<b>4</b>	74,16	103,80	56,60
<b>PROM.</b>	<b>74,40</b>	<b>103,78</b>	<b>58,45</b>
<b>MÁX.</b>	<b>74,57</b>	<b>105,50</b>	<b>61,40</b>
<b>MÍN.</b>	<b>74,16</b>	<b>102,30</b>	<b>55,50</b>

Fuente: Elaboración propia

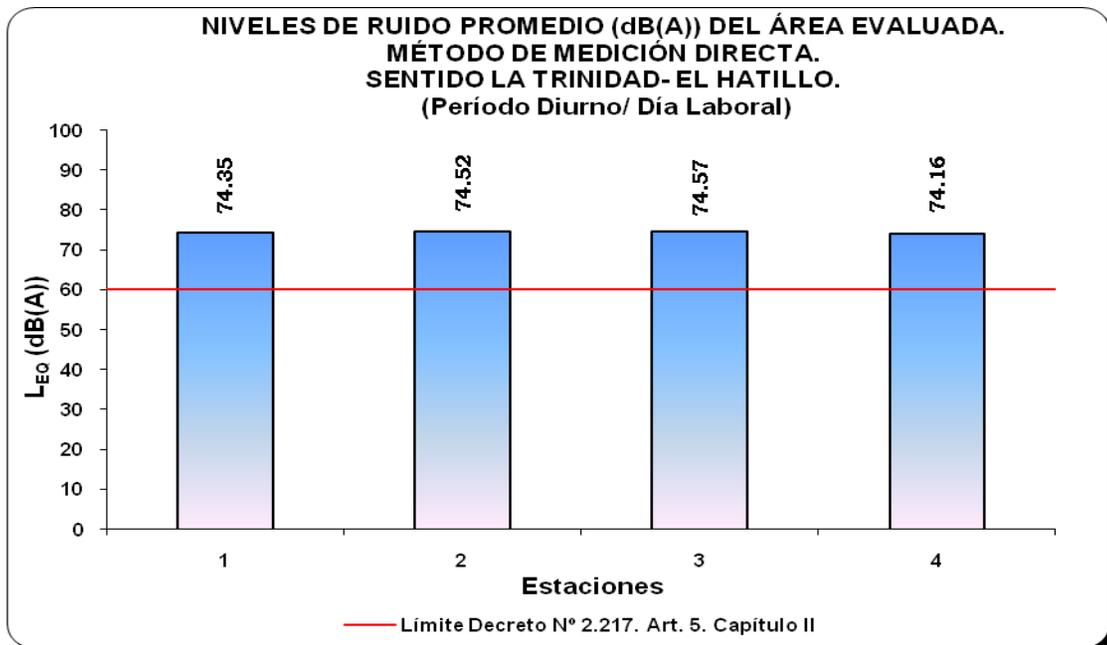


Gráfico 4.1: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día laboral. Sentido El Hatillo-La Trinidad

Tabla 4.15: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA</b>			
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>			
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>		
	<b>PROMEDIO</b>	<b>MÁX</b>	<b>MÍN</b>
<b>1</b>	72,97	91,80	60,20
<b>2</b>	77,77	105,50	60,00
<b>3</b>	74,33	103,50	59,70
<b>4</b>	72,54	102,70	54,20
<b>PROM.</b>	<b>74,40</b>	<b>100,88</b>	<b>58,53</b>
<b>MÁX.</b>	<b>77,77</b>	<b>105,50</b>	<b>60,20</b>
<b>MÍN.</b>	<b>72,54</b>	<b>91,80</b>	<b>54,20</b>

Fuente: Elaboración propia

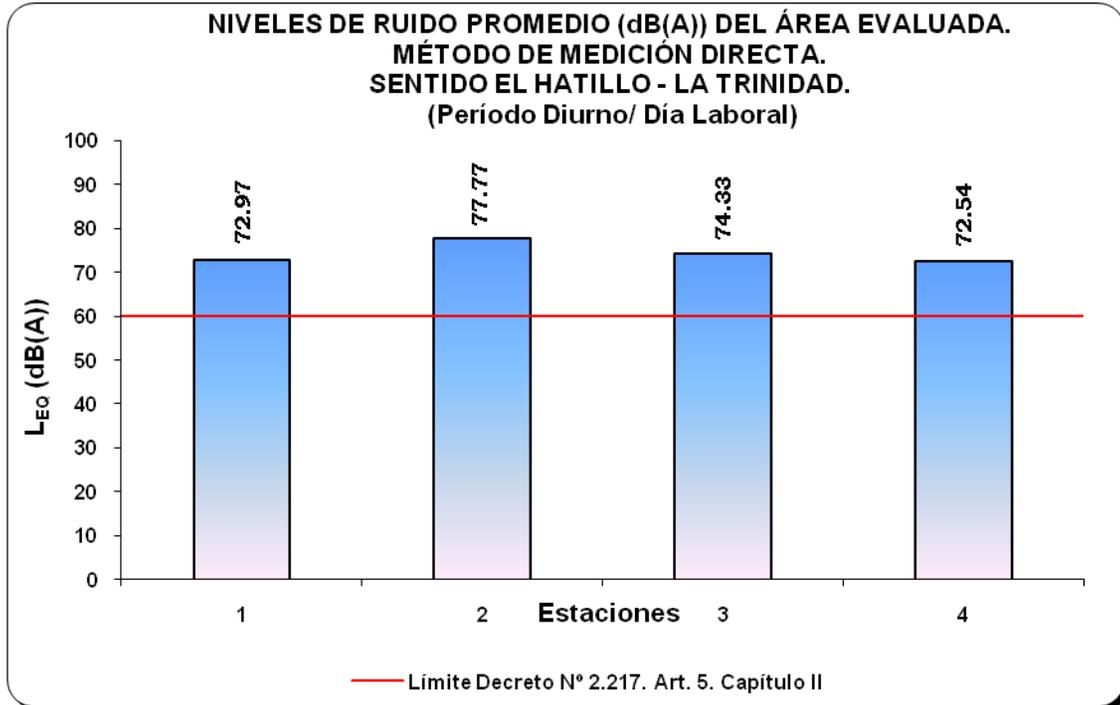


Gráfico 4.2: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido La Trinidad – El Hatillo

Tabla 4.16: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA</b>			
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>			
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>		
	<b>PROMEDIO</b>	<b>MÁX</b>	<b>MÍN</b>
<b>1</b>	74,06	98,00	62,50
<b>2</b>	74,48	116,00	63,30
<b>3</b>	75,08	90,30	61,50
<b>4</b>	79,59	103,90	57,50
<b>PROM.</b>	<b>75,80</b>	<b>102,05</b>	<b>61,20</b>
<b>MÁX.</b>	<b>79,59</b>	<b>116,00</b>	<b>63,30</b>
<b>MÍN.</b>	<b>74,06</b>	<b>90,30</b>	<b>57,50</b>

Fuente: Elaboración propia

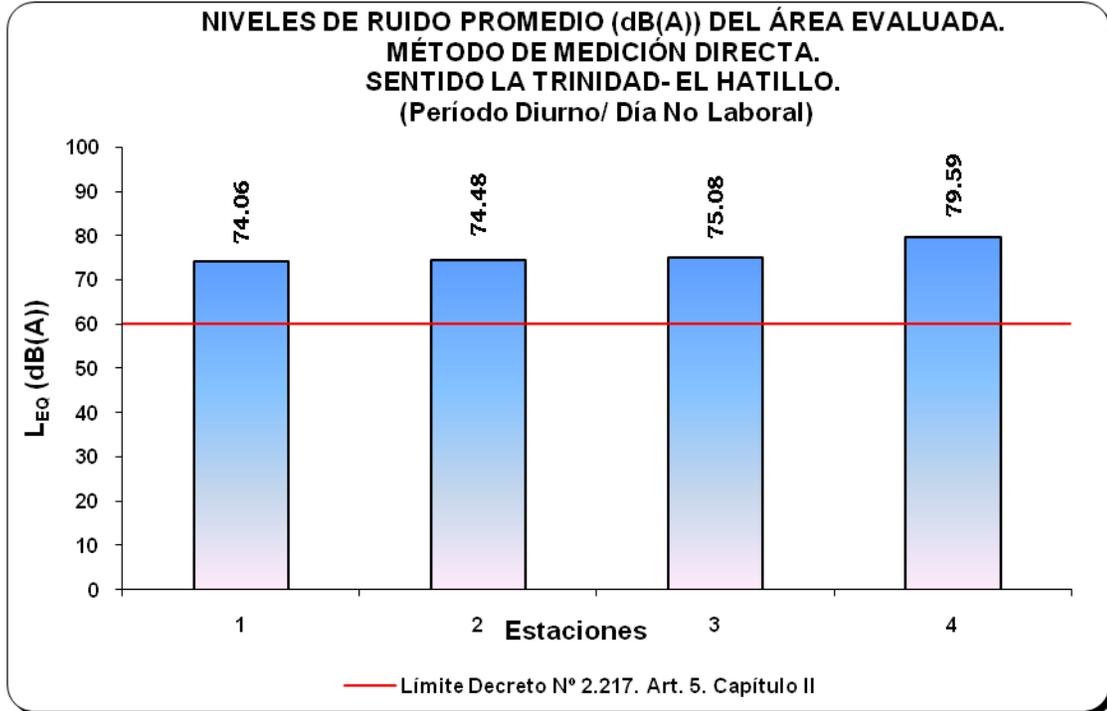


Gráfico 4.3: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido El Hatillo-La Trinidad

Tabla 4.17: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DIRECTA</b>			
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>			
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>		
	<b>PROMEDIO</b>	<b>MÁX</b>	<b>MÍN</b>
<b>1</b>	73,45	83,90	60,30
<b>2</b>	75,68	127,90	62,90
<b>3</b>	74,98	90,90	63,40
<b>4</b>	73,57	86,00	56,10
<b>PROM.</b>	<b>74,42</b>	<b>97,18</b>	<b>60,68</b>
<b>MÁX.</b>	<b>75,68</b>	<b>127,90</b>	<b>63,40</b>
<b>MÍN.</b>	<b>73,45</b>	<b>83,90</b>	<b>56,10</b>

Fuente: Elaboración propia

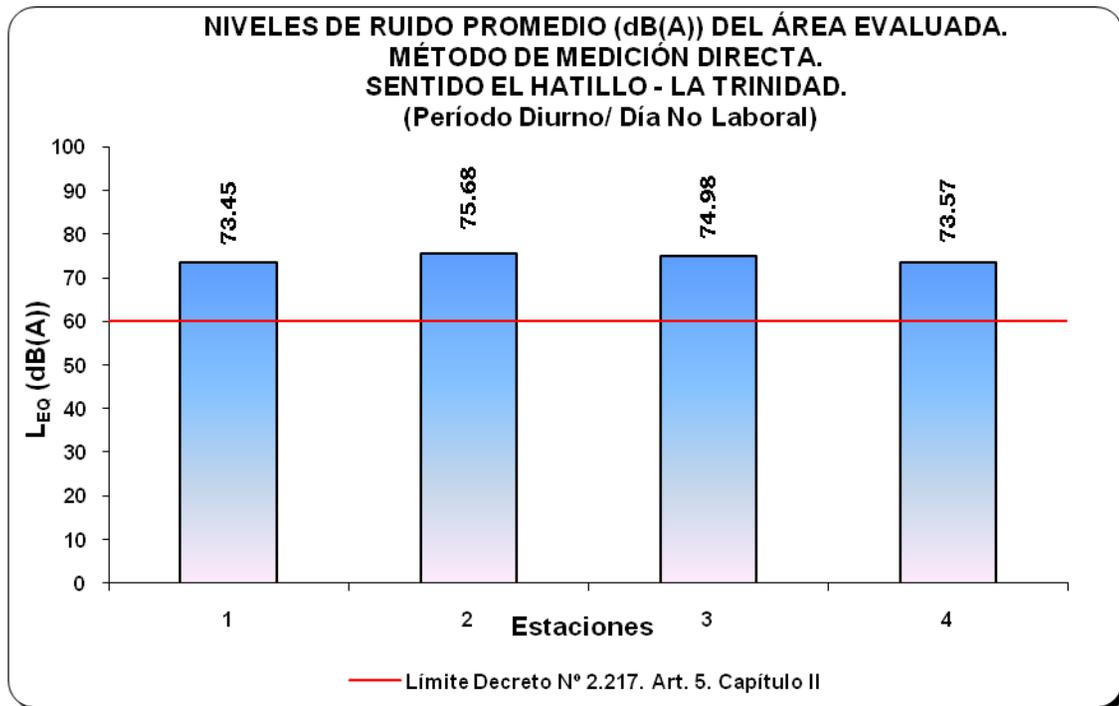


Gráfico 4.4 Resultado de niveles de estimación de ruido, método de medición directa, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral

Fuente: Elaboración propia

El Municipio El Hatillo ha tenido un auge significativo en los últimos años, bien sea por los complejos habitacionales que se encuentran en proceso de construcción, por el carácter turístico que se le ha dado en general o por ambas razones. De igual forma, la población que lo habita puede ser catalogada, en su mayoría, como clase media alta cuyos ingresos económicos les pueden permitir tener más de un vehículo como medio de transporte para todo el grupo familiar.

Así mismo, las zonas aledañas a la Avenida Intercomunal El Hatillo – La Trinidad, que pertenecen al Municipio El Hatillo, son en gran parte, de carácter residencial, lo que ocasiona la utilización de algún medio de transporte, público o privado, para trasladarse a centros comerciales, supermercados, farmacias, entre otros, y poder cubrir sus necesidades básicas diariamente.

Un indicativo de que todos estos hechos pueden ser o son verdaderos, es el congestionamiento vehicular al que se enfrenta hoy en día el municipio. Esto trae como consecuencia el exceso de ruido producido por el roce de los neumáticos con el pavimento, los toques continuos de cornetas y el esfuerzo de los motores, relacionado además a la magnitud de las pendientes longitudinales de las vías, a consecuencia de lo abrupto de la topografía del sector. Todos estos factores son claramente representados en los diversos puntos de medición que se establecieron en el presente trabajo con el fin de obtener las mayores emisiones de ruido.

Como es conocido, en la nación, el tema de la contaminación por ruido, con frecuencia es tratado dentro de los EIASC a través de métodos gráficos referenciales que no necesariamente responden a las condiciones reales que encara la población hoy día.

El Decreto N° 2.217 establece los principios básicos en los que se deben basar las evaluaciones de los EIASC en Venezuela por ruido. Sin embargo, han pasado dieciocho (18) años desde su publicación y el crecimiento sociocultural, económico y tecnológico que ha sufrido el país en este tiempo es evidente. No se afrontan los mismos problemas y sin duda alguna, no se resuelven de la misma manera. Por ende, las consideraciones sobre los valores de los límites que se estipulan en este

decreto son inferiores a los valores de las mediciones reales de ruido tomadas directamente en la zona de estudio.

Por otro lado, en el capítulo II, artículo 5 del decreto antes nombrado, se estipulan los valores máximos permisibles de acuerdo a la zona en la que se clasifica el área a evaluar. Estas categorías abarcan aspectos muy generales en cuanto a las especificaciones que se deben cumplir para ser clasificada en una u otra zona, puesto que no todas las investigaciones que se catalogan en una misma zona tienen la misma emisión de ruido.

El tramo objeto de estudio, se clasifica en una zona tipo II donde el valor máximo permisible es de 60 dB(A). Los valores obtenidos en este método, son valores reales, producto de las mediciones realizadas directamente en el lugar donde se origina el ruido, y los mismos superan claramente los valores estipulados en el Decreto N° 2.217, hecho que se ve reflejado en los gráficos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, en una proporción de 24,00 % en los días laborales y de 25,18 % en los días no laborales

Con base en los resultados en el sentido de circulación El Hatillo – La Trinidad, la estación que genera los mayores niveles de contaminación por ruido, es la estación dos (2), con un valor de 77,77 dB(A) en los días laborales y de 75,68 dB(A) en los días no laborales, representando un promedio de 4,49 dB(A) y de 1,68 dB(A), respectivamente, por encima de las otras estaciones. Esto se debe a que es un punto de acceso a la Urbanización El Cigarral o bien, un punto de incorporación vehicular a la Avenida Intercomunal para la salida de dicha urbanización. El toque continuo de bocinas y el roce de los neumáticos con el pavimento, producto de la disminución de las velocidades vehiculares para evitar ocasionar accidentes en la intersección y las maniobras previas de los giros, son factores que contribuyen en la emisión de ruido producida en esta estación.

En el sentido La Trinidad – El Hatillo, las estaciones presentaron un comportamiento similar en cuanto a las emisiones de ruido se refiere en los días laborales, teniendo un promedio de diferencia entre la máxima medida obtenida en la estación tres y el resto de las estaciones de 0,21 dB(A). Dicha estación se encuentra

ubicada en el tramo con mayor pendiente longitudinal (respecto al área objeto de estudio), haciendo que el estruendo producido por los motores sea mayor al que se origina cuando se circula por un trayecto plano. En los días no laborales la estación cuatro fue la que presentó mayor emisión de ruido vehicular con un valor de 79,59 dB(A) y un promedio de 3.35 dB(A) con respecto a las otras estaciones.

#### **IV.2.2 Métodos gráficos**

Los nomogramas existentes para la estimación del nivel de ruido vienen expresados en función de distintas variables. En tal sentido, se presentan los siguientes métodos gráficos, mediante el uso de los mapas de ruido.

Los resultados obtenidos en los métodos gráficos se compararon, por separados, con el método de medición directa y con los valores establecidos en capítulo II, artículo 5 del Decreto N° 2.217.

##### **IV.2.2.1 Método BRE/CIRIA (Método Inglés)**

Método desarrollado en la ciudad de Londres, Inglaterra, en el año 1993 por la BRE/CIRIA, en donde se establece que el nivel de ruido existente en una zona puede ser determinado mediante el empleo del ábaco “Nivel de ruido básico  $L_{10}$  vs Índice de flujo vehicular”.

A este ábaco (ver ilustración 2.3 del capítulo II del presente trabajo), se ingresa con el valor del índice de flujo vehicular, expresado en miles de vehículos por 18 horas de conteos diarias, se traza una recta vertical paralela al eje de las ordenadas hasta tocar la curva de correlación y una vez identificado el punto, se traza una recta paralela al eje de las abscisas para obtener el valor del nivel de ruido básico  $L_{10}$ , expresado en dB(A).

Con este nomograma solo se puede obtener, para un determinado índice de flujo vehicular y una hora específica, un solo nivel de ruido. Sabiendo esto, primero

se calculó para el día laboral y no laboral, una hora pico en cada estación y sentido, y luego el índice de flujo vehicular.

Con tal fin, se totalizaron todos los conteos vehiculares por día, sentido y estación (sin discriminar el tipo de vehículo), y se estableció una relación entre el índice de flujo vehicular (unidades en las que viene expresado) y los datos que se poseen (volumen vehicular). De esta manera y a juicio propio se establece la siguiente premisa:

- Como se trabajó en función de la hora pico, es necesario multiplicar el valor totalizado de cada conteo por dieciocho (18), para llegar a un valor de dieciocho horas de conteos diarias, y se divide entre mil, es decir:

$$\text{Índice de Flujo Vehicular} = \frac{\text{Total vehículos} * 18}{1.000}$$

Ecuación 4.2  
Fuente: Elaboración propia

La ecuación antes descrita, se empleó tanto en los cálculos de los días laborales como en los no laborales.

El valor de  $L_{10}$ , que obtiene mediante el uso del nomograma, es transformado a  $L_{EQ}$  mediante el empleo de la siguiente ecuación:

$$L_{EQ} = 0,8489 * L_{10} + 7,883$$

Ecuación 4.3  
Fuente: (Arana, 1989)

A continuación se presentan los resultados y el análisis de los mismos, acorde con el método utilizado.

– Día laboral. Sentido La Trinidad – El Hatillo

Tabla 4.18: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral

RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN BRE/CIRIA		
SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO		
ESTACIÓN Nº	DÍA LABORAL	
	L <sub>10</sub> TOTAL	L <sub>EQ</sub>
1	73,32	70,13
2	73,87	70,59
3	74,24	70,91
4	74,01	70,71
<b>PROM.</b>	<b>73,86</b>	<b>70,58</b>
<b>MÁX.</b>	<b>74,24</b>	<b>70,91</b>
<b>MÍN.</b>	<b>73,32</b>	<b>70,13</b>

Fuente: Elaboración propia

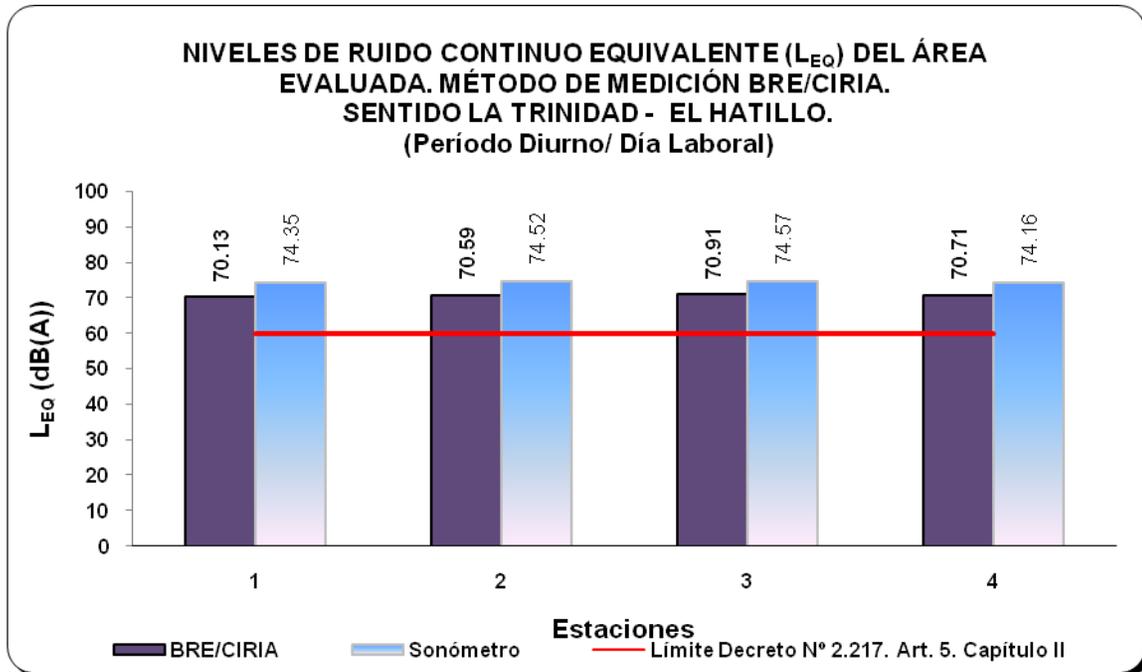


Gráfico 4. 5: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.19: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN BRE/CIRIA</b>		
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>		
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>	
	<b>L<sub>10</sub>TOTAL</b>	<b>L<sub>EQ</sub></b>
1	73,41	70,20
2	73,40	70,19
3	74,30	70,96
4	73,86	70,58
<b>PROM.</b>	<b>73,74</b>	<b>70,48</b>
<b>MÁX.</b>	<b>74,30</b>	<b>70,96</b>
<b>MÍN.</b>	<b>73,40</b>	<b>70,19</b>

Fuente: Elaboración propia

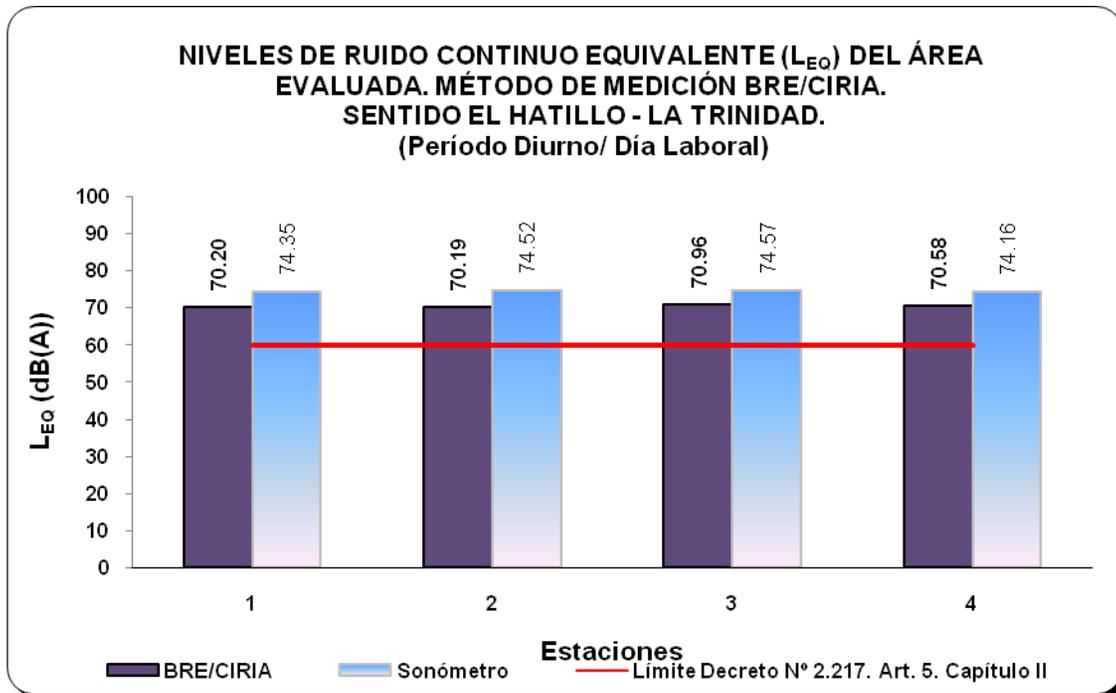


Gráfico 4. 6: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido La Trinidad - El Hatillo

Tabla 4.20: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral

RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN BRE/CIRIA		
SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO		
ESTACIÓN Nº	DÍA NO LABORAL	
	L <sub>10</sub> TOTAL	L <sub>EQ</sub>
1	72,42	69,36
2	71,89	68,91
3	72,78	69,66
4	73,65	70,40
<b>PROM.</b>	<b>72,68</b>	<b>69,58</b>
<b>MÁX.</b>	<b>73,65</b>	<b>70,40</b>
<b>MÍN.</b>	<b>71,89</b>	<b>68,91</b>

Fuente: Elaboración propia

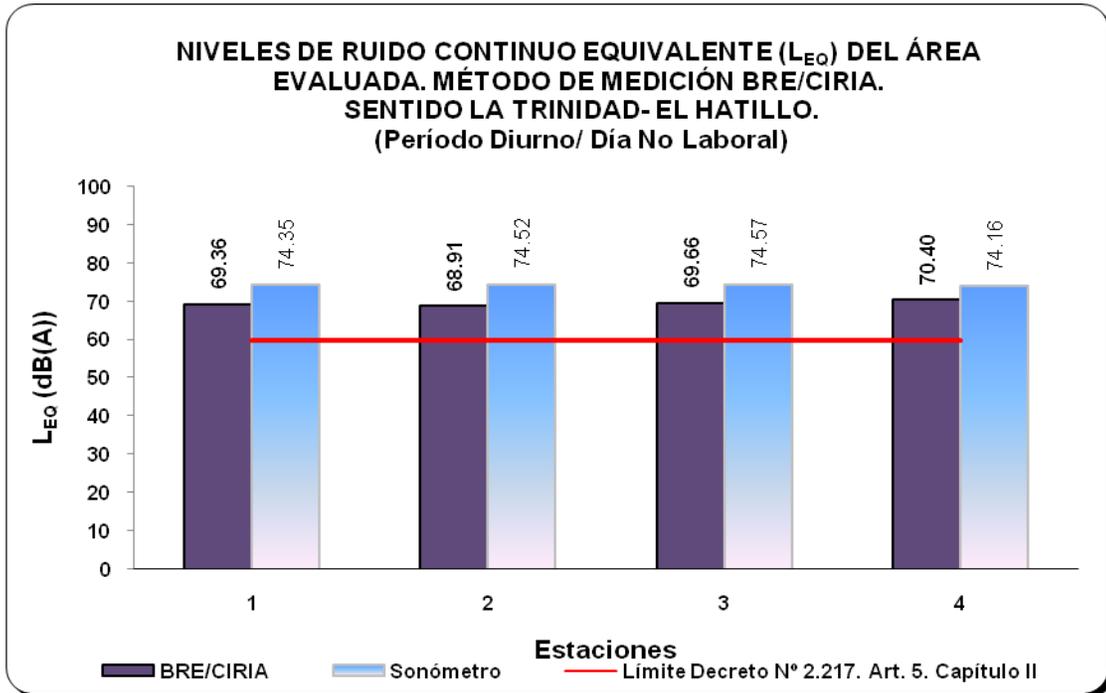


Gráfico 4. 7: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.21: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN BRE/CIRIA</b>		
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>		
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>	
	<b>L<sub>10</sub>TOTAL</b>	<b>L<sub>EQ</sub></b>
<b>1</b>	73,08	69,92
<b>2</b>	74,25	70,91
<b>3</b>	73,25	70,06
<b>4</b>	74,13	70,81
<b>PROM.</b>	<b>73,68</b>	<b>70,43</b>
<b>MÁX.</b>	<b>74,25</b>	<b>70,91</b>
<b>MÍN.</b>	<b>73,08</b>	<b>69,92</b>

Fuente: Elaboración propia

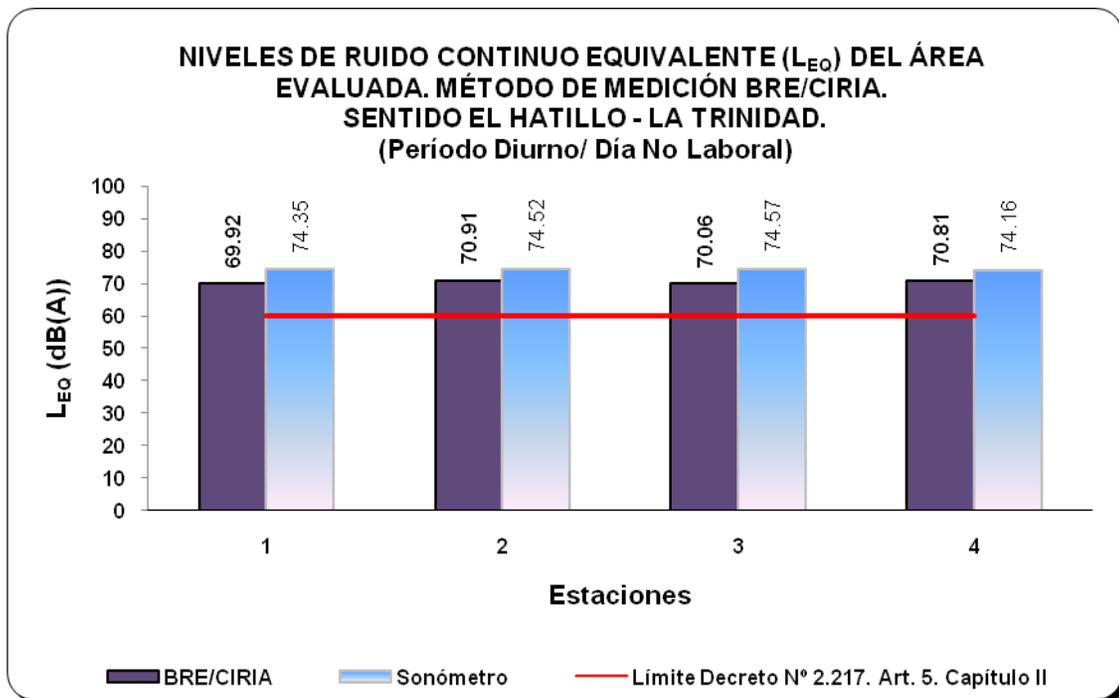


Gráfico 4.8: Resultado de niveles de estimación de ruido, método BRE/CIRIA, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral

Fuente: Elaboración propia

Si bien el ruido no se acumula, traslada o se mantiene en el tiempo, como los otros tipos de contaminación, éste también puede causar grandes daños. De igual forma, el sonido no se disipa de la misma manera a lo largo de una vía, éste cambia de intensidad y frecuencia dependiendo del volumen de tráfico vehicular que circula por zona.

Los resultados obtenidos en este método dependen directamente de los datos recabados en el proceso de medición vehicular, que a su vez dependen de la habilidad del operador.

El método se basa, principalmente, en la estimación de ruido mediante la cantidad de vehículos que circulan en una vía por un lapso de tiempo previamente determinado, sin discriminación al tipo de vehículo, mas no, en el ruido que es producido por ese mismo volumen vehicular evaluado para el mismo período de tiempo. Debido a esto, se puede decir que el método no toma en cuenta ni las características del tráfico vehicular ni las condiciones en las que se encuentre la vía, y éstas, son las principales fuentes de contaminación por ruido en zonas urbanas.

El método de medición directa en campo y el método BRE/CIRIA presentan un comportamiento similar en cuanto a la evaluación de sus resultados con un promedio diferencial de 1,17 dB(A), hecho que hace posible considerar la aplicación del método al área en estudio. Sin embargo, es importante señalar que ninguno de los dos métodos cumplen con los valores establecidos en el Decreto N°2.217 para la zona de estudio, en este caso el método BRE/CIRIA representa un promedio diferencial de 13,49 dB(A) por encima de la norma.

#### **IV.2.2.2 Método CORTN (Método Inglés), Método RLS90 (Método Alemán) y Método SP96 (Método de los países Nórdicos)**

Estos tres métodos se basan en variables de velocidad, expresada en km/h, y de sonido, expresado en dB(A), para obtener valores directos en cuanto a la estimación del nivel de ruido en una zona. El valor de dB(A), conseguido a través de la utilización de cada una de las curvas de correlación presentes en el ábaco descrito

en el capítulo II, ilustración 2.2 del presente trabajo, representa el valor real de  $L_{EQ}$  para vehículos pesados y livianos. El valor total de  $L_{EQ}$  será la sumatoria de estos dos valores.

A este ábaco, se ingresa con el valor de la velocidad, expresada en kilómetros por hora (km/h), se traza una recta vertical paralela al eje de las abscisas hasta tocar cada una de las curvas de correlación y una vez identificado el punto, se traza una recta horizontal para obtener el valor del nivel de ruido equivalente  $L_{EQ}$  para vehículos pesados y livianos, expresado en dB(A), en el eje de las ordenadas.

Los valores utilizados en las velocidades fueron tomadas del trabajo especial de grado realizado por Forsyth P., Jesús A. y Millán S., Agustín M., “Volúmenes y velocidades vehiculares en la red vial del Municipio El Hatillo, Edo. Miranda”, capítulo IV, apartado IV.1.3.1., presentada en el año 2008, ante la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela, donde establecen que las velocidades pico para el tramo en cuestión de estudio, son de 9 km/h en sentido La Trinidad – El Hatillo y de 10 km/h en sentido El Hatillo – La Trinidad.

A continuación se presentan los resultados, por separado, y lo que se desprende en el análisis de los tres métodos descritos anteriormente.

- Método CORTN (Método Inglés)
- Día laboral y no laboral. Sentido La Trinidad- El Hatillo

Tabla 4.22: Resultado de niveles de estimación de ruido, método CORTN, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral.

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN INGLÉS (CORTN)</b>				
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	9,00	40,60	54,70	95,30
2	9,00	40,60	54,70	95,30
3	9,00	40,60	54,70	95,30
4	9,00	40,60	54,70	95,30
<b>PROM.</b>	<b>9,00</b>	<b>40,60</b>	<b>54,70</b>	<b>95,30</b>
<b>MÁX.</b>	<b>9,00</b>	<b>40,60</b>	<b>54,70</b>	<b>95,30</b>
<b>MÍN.</b>	<b>9,00</b>	<b>40,60</b>	<b>54,70</b>	<b>95,30</b>

Fuente: Elaboración propia

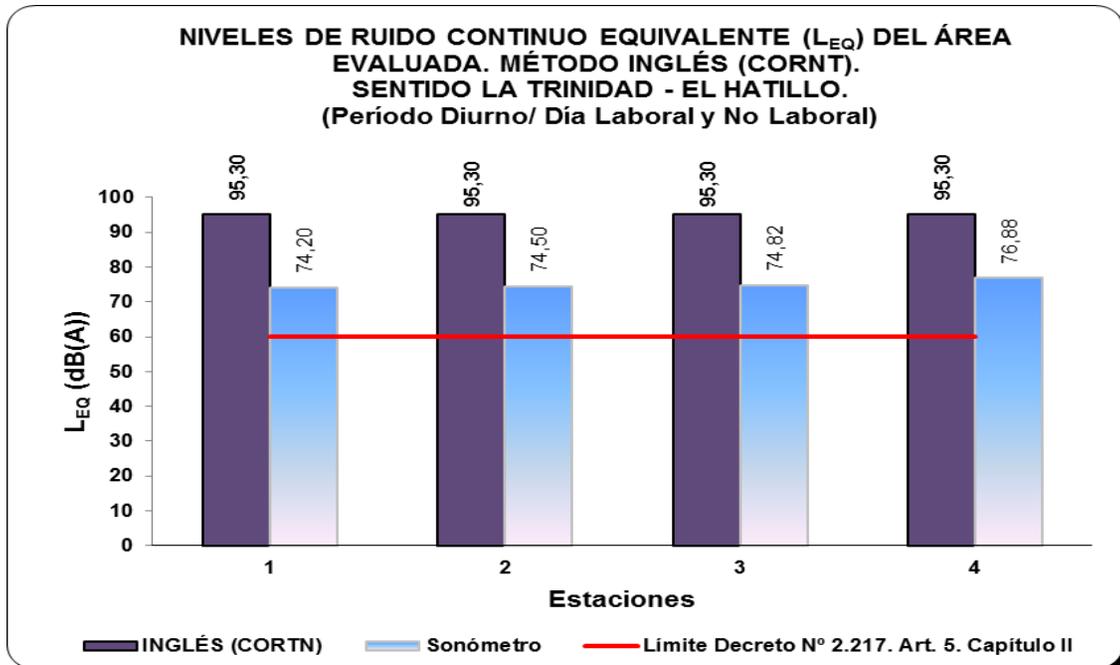


Gráfico 4.9: Resultado de niveles de estimación de ruido, método CORTN, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral.

Fuente: Elaboración propia

– Día laboral y no laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.23: Resultado de niveles de estimación de ruido, método CORTN, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)). MÉTODO DE MEDICIÓN INGLÉS (CORTN)</b>				
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>				
<b>ESTACIÓN N°</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	10,00	40,33	53,60	93,93
2	10,00	40,33	53,60	93,93
3	10,00	40,33	53,60	93,93
4	10,00	40,33	53,60	93,93
<b>PROM.</b>	<b>10,00</b>	<b>40,33</b>	<b>53,60</b>	<b>93,93</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,00</b>	<b>40,33</b>	<b>53,60</b>	<b>93,93</b>
<b>MÍN.</b>	<b>10,00</b>	<b>40,33</b>	<b>53,60</b>	<b>93,93</b>

Fuente: Elaboración propia

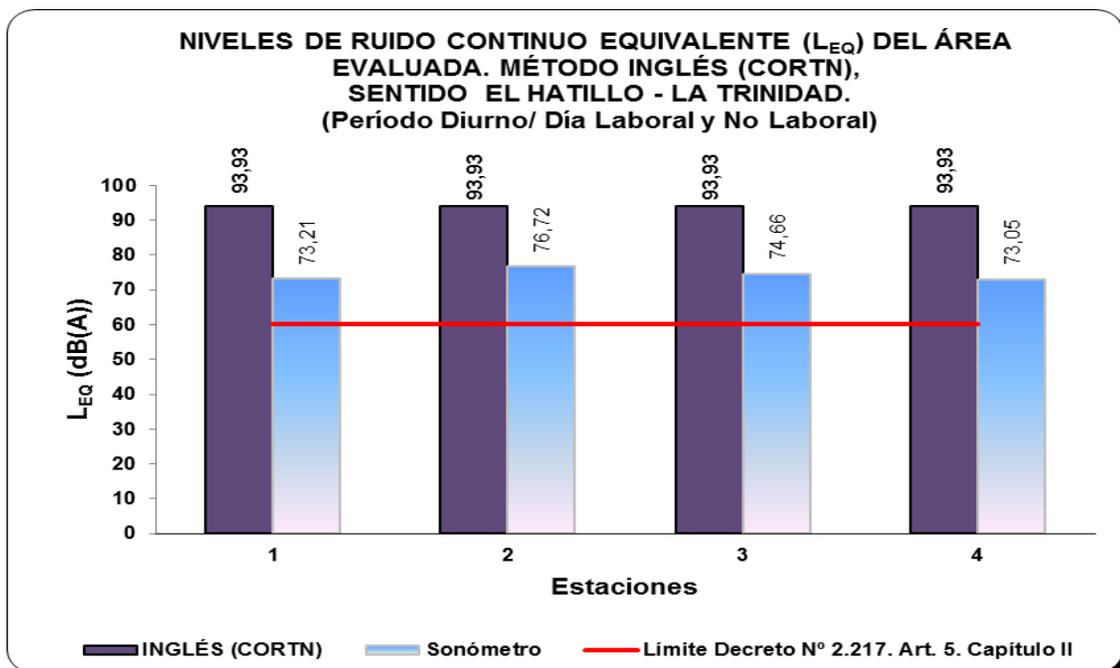


Gráfico 4.10: Resultado de niveles de estimación de ruido, método CORTN, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

Fuente: Elaboración propia

- Método RLS90 (Método Alemán)
- Día laboral y no laboral. Sentido La Trinidad - El Hatillo

Tabla 4.24: Resultado de niveles de estimación de ruido, método RLS90, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)). MÉTODO DE MEDICIÓN ALEMÁN (RLS 90)</b>				
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	9,00	32,50	45,50	78,00
2	9,00	32,50	45,50	78,00
3	9,00	32,50	45,50	78,00
4	9,00	32,50	45,50	78,00
<b>PROM.</b>	<b>9,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>
<b>MÁX.</b>	<b>9,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>
<b>MÍN.</b>	<b>9,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>

Fuente: Elaboración propia

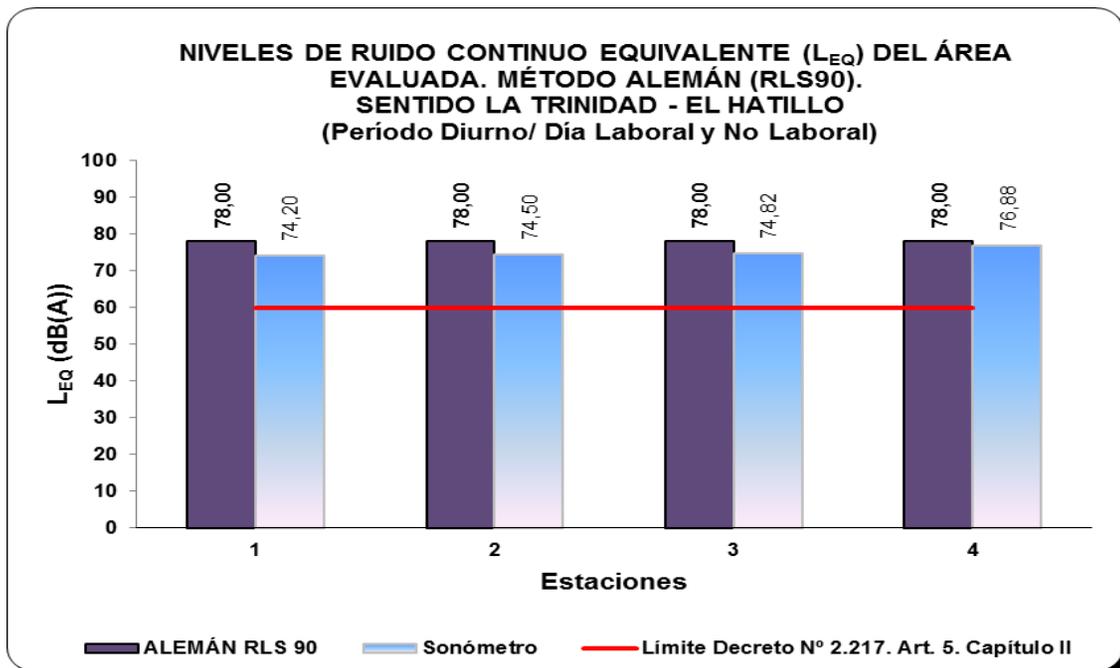


Gráfico 4.11: Resultado de niveles de estimación de ruido, método RLS90, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día laboral y no laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.25: Resultado de niveles de estimación de ruido, método RLS90, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)). MÉTODO DE MEDICIÓN ALEMÁN (RLS 90)</b>				
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>				
<b>ESTACIÓN N°</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	10,00	32,50	45,50	78,00
2	10,00	32,50	45,50	78,00
3	10,00	32,50	45,50	78,00
4	10,00	32,50	45,50	78,00
<b>PROM.</b>	<b>10,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>
<b>MÍN.</b>	<b>10,00</b>	<b>32,50</b>	<b>45,50</b>	<b>78,00</b>

Fuente: Elaboración propia

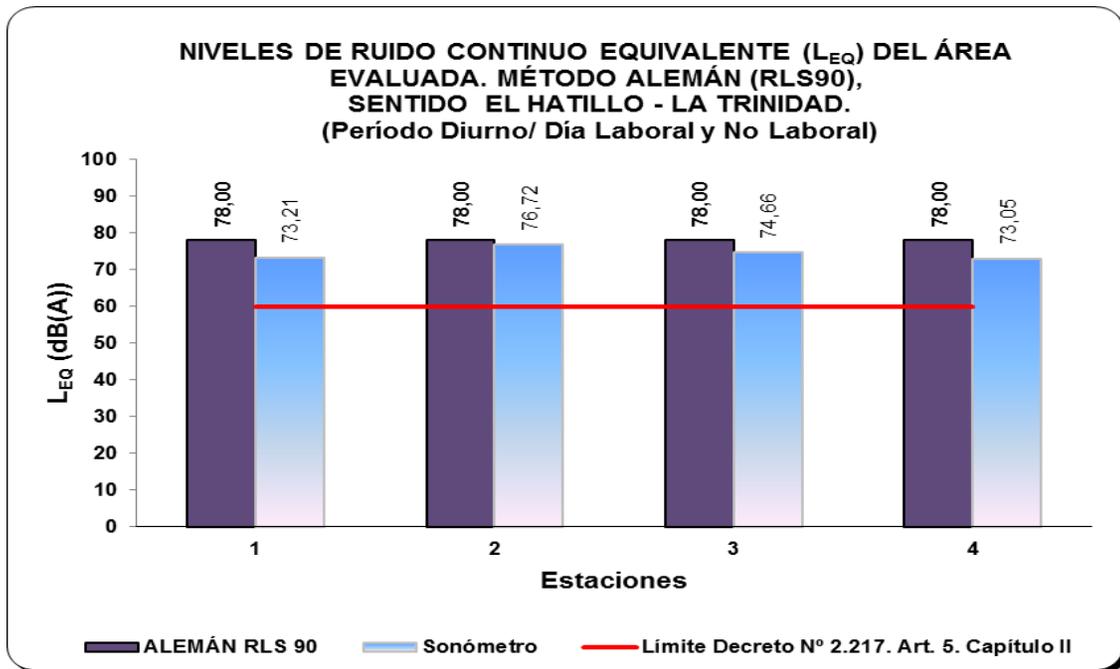


Gráfico 4.12: Resultado de niveles de estimación de ruido, método RLS90, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

Fuente: Elaboración propia

- Método SP96 (Método de los países Nórdicos)
- Día laboral y no laboral. Sentido La Trinidad - El Hatillo

Tabla 4.26: Resultado de niveles de estimación de ruido, método SP96, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)). MÉTODO DE MEDICIÓN NÓRDICO (SP96)</b>				
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>				
<b>ESTACIÓN N°</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	9,00	35,53	45,50	81,03
2	9,00	35,53	45,50	81,03
3	9,00	35,53	45,50	81,03
4	9,00	35,53	45,50	81,03
<b>PROM.</b>	<b>9,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>
<b>MÁX.</b>	<b>9,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>
<b>MÍN.</b>	<b>9,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>

Fuente: Elaboración propia

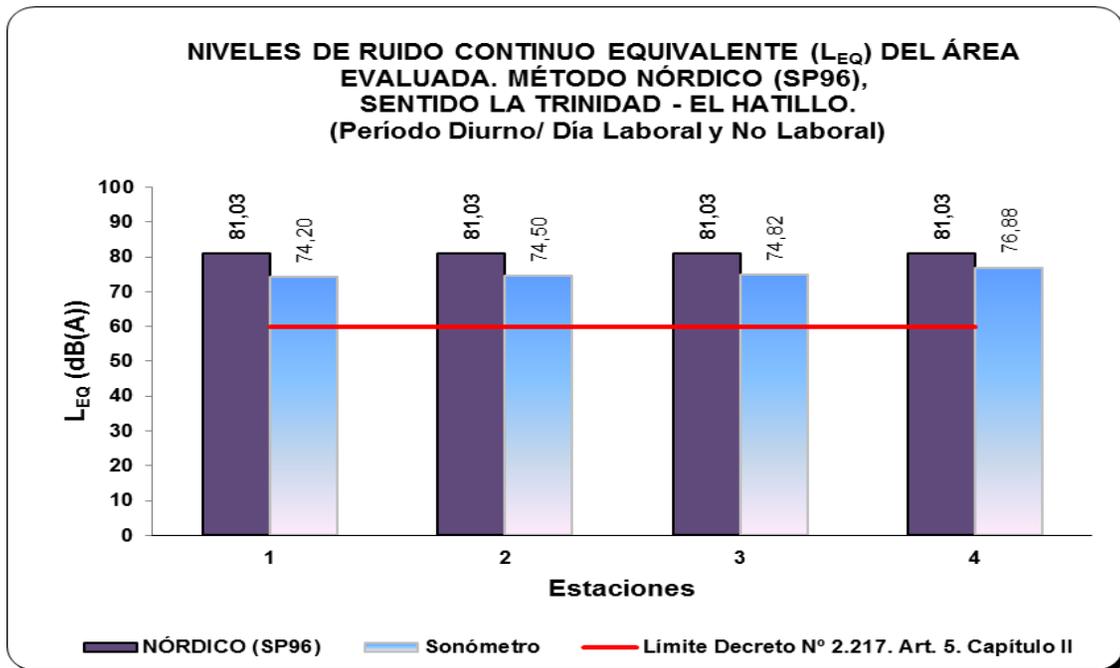


Gráfico 4.13: Resultado de niveles de estimación de ruido, método SP96, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral y no laboral

Fuente: Elaboración propia

– Día laboral y no laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.27: Resultado de niveles de estimación de ruido, método SP96, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)). MÉTODO DE MEDICIÓN NÓRDICO (SP96)</b>				
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>				
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL Y NO LABORAL</b>			
	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> TOTAL</b>
1	10,00	35,53	45,50	81,03
2	10,00	35,53	45,50	81,03
3	10,00	35,53	45,50	81,03
4	10,00	35,53	45,50	81,03
<b>PROM.</b>	<b>10,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>
<b>MÍN.</b>	<b>10,00</b>	<b>35,53</b>	<b>45,50</b>	<b>81,03</b>

Fuente: Elaboración propia

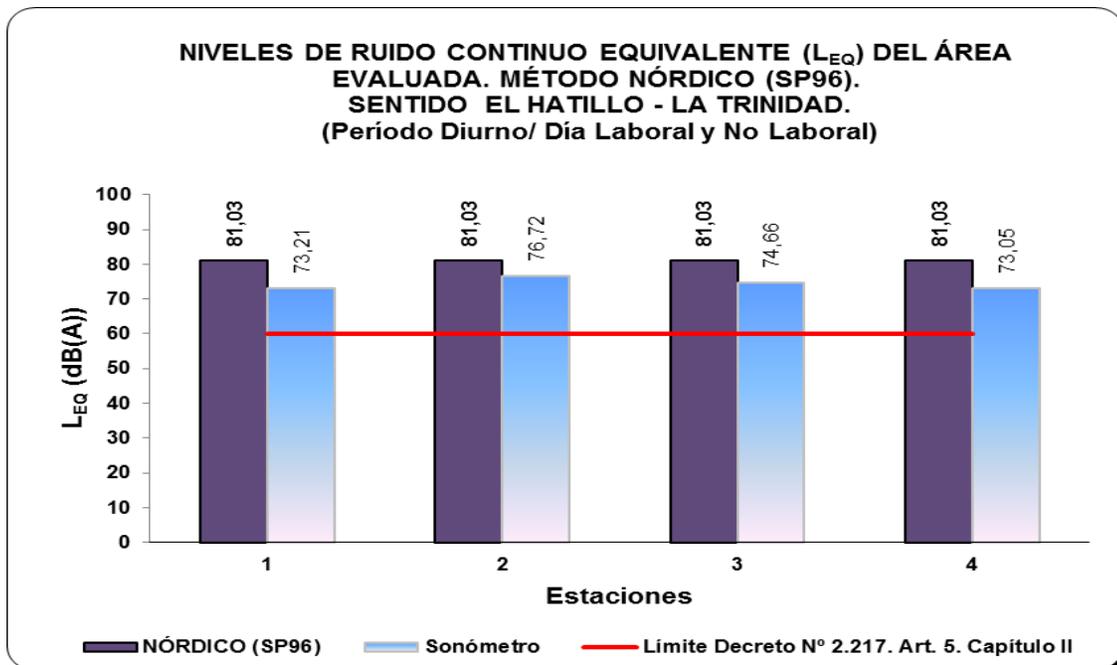


Gráfico 4.14: Resultado de niveles de estimación de ruido, método SP96, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral y no laboral

Fuente: Elaboración propia

Ninguna sociedad, región o localidad es igual a otra. Cada ser humano trata de aprovechar las oportunidades que se le presentan en la vida de la mejor manera que puede. Esto ocasiona que los países se desarrollen de formas distintas y Venezuela no es ajena a esta situación. De allí la importancia de elaborar métodos para la estimación del nivel de ruido que se fundamenten en la realidad del país.

La elaboración de un modelo de predicción del ruido de tráfico rodado debe contemplar, esencialmente, dos aspectos: el modelo de fuente y el modelo de propagación. El modelo de fuente asigna una potencia acústica por unidad de longitud de la vía en función de las variables de la circulación y de la vía, tales como densidad, velocidad y composición del tráfico, naturaleza y pendiente de la vía, entre otros. Los tres métodos gráficos descritos anteriormente, fueron desarrollados en función de la variable de circulación (velocidad) en el continente europeo, donde las congestiones o colapsos vehiculares no son iguales a los que ocurren en la nación, y donde el parque automotor es renovado frecuentemente debido a la regulación de emisiones sonora, gaseosas y seguridad vial de los vehículos en mal estado.

El método Inglés (CORTN) presenta un comportamiento significativamente alejado, por exceso, de los resultados obtenidos a través del método de medición directa en campo, presentando un promedio diferencial de 19,96 dB(A) por encima del mismo; al igual que los resultados conseguidos del método desarrollado en los países Nórdicos (SP96), este con una diferencia moderado de 6,37 dB(A).

Así mismo, el método desarrollado en Alemania (RLS 90) se separa de los resultados obtenidos empleando el método de medición directa pero en un nivel menor que los métodos CORTN y SP96, por lo que se pudiera considerar aplicable, a la zona de estudio, debido a que presenta una diferencia por exceso de 3,34 dB(A).

Es importante resaltar que todos los resultados alcanzados en estos tres métodos son notablemente superiores a los estipulados en el Decreto N° 2.217 evaluados para la zona de estudio, obteniendo un promedio diferencial por exceso en los métodos de:

- Inglés (CORTN): 34,62 dB(A)

- Nórdico (SP96): 21.03 dB(A)
- Alemán (RLS 90): 18,00 dB(A)

### **IV.2.3 Método analítico**

Tal como se conoce, no solo se pueden emplear los métodos gráficos para la estimación de los niveles de ruido, también se han desarrollado métodos analíticos que a través del uso de ecuaciones dependientes de diversas variables, permiten lograr o alcanzar este objetivo.

Si bien el método analítico no es parte de los objetivos planteados para este trabajo de investigación, de igual forma lo se considerará para tener otro punto de comparación con respecto al método de medición directa. Los resultados obtenidos en este método serán comparados con los resultados conseguidos a través del método de medición directa y los valores referenciales del Decreto N° 2.217.

#### **IV.2.3.1 Método español**

Metodología desarrollada en Madrid, España, por la Escuela de Organización Industrial en el año 1996, citada en el material de apoyo del curso de formación medioambiental para consultores venezolanos.

Para este método, se calculará un  $L_{EQ\ TOTAL}$  que proviene de la suma de un valor  $L_{EQ}$  para vehículos livianos y un valor  $L_{EQ}$  para vehículos pesados empleando la ecuación 2.1 descrita en el capítulo II. La clasificación de vehículos livianos corresponde a los vehículos particulares, mientras que la de vehículos pesados es la sumatoria de los vehículos de carga más los de transporte público.

De igual forma que en los métodos gráficos, los valores de velocidad serán tomados del trabajo antes señalado, desarrollado por Forsyth P., Jesús A. y Millán S., Agustín M.

El valor de flujo vehicular (Q) es la sumatoria de la cantidad de vehículos (por clasificación) que se encuentran comprendidos en la hora pico del período diurno previamente establecido.

Los datos obtenidos de  $L_{EQ}$  para vehículos livianos y pesados deben compararse, tanto para días laborales como no laborales. Para esto, se calcula la diferencia que existe entre ellos en decibeles (dB) y se le debe sumar al valor mayor el número que le corresponda (según la tabla 2.4 del capítulo II del marco teórico). Este último valor será el valor real de  $L_{EQ}$ .

A continuación se presentan los resultados y las ideas que se desprenden del análisis de los mismos, ordenados por día de conteo, sentido y estación, respectivamente.

– Día laboral. Sentido La Trinidad - El Hatillo

Tabla 4.28: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DESARROLLADO EN LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL EN MADRID</b>										
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>										
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA LABORAL</b>									
	<b>do (m)</b>	<b>Q LIVIANO (Veh)</b>	<b>Q PESADO (Veh)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>d (m)</b>	<b>L<sub>EQ</sub> LIVIANOS</b>	<b>L<sub>EQ</sub> PESADO</b>	<b>L<sub>EQ</sub> MAYOR</b>	<b>DIF</b>	<b>L<sub>EQ</sub> REAL</b>
1	7,2	1446	61	9	7,2	47,65	54,50	54,50	7,00	55,50
2	10,8	1620	88	9	10,8	49,91	57,85	57,85	8,00	58,85
3	7,2	1811	50	9	7,2	48,63	53,64	53,64	5,00	54,64
4	7,2	1723	43	9	7,2	48,41	52,98	52,98	5,00	53,98
<b>PROM.</b>	<b>8,10</b>	<b>1.650,00</b>	<b>60,50</b>	<b>9,00</b>	<b>8,10</b>	<b>48,65</b>	<b>54,74</b>	<b>54,74</b>	<b>6,25</b>	<b>55,74</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,80</b>	<b>1811,00</b>	<b>88,00</b>	<b>9,00</b>	<b>10,80</b>	<b>49,91</b>	<b>57,85</b>	<b>57,85</b>	<b>8,00</b>	<b>58,85</b>
<b>MIN.</b>	<b>7,20</b>	<b>1.446,00</b>	<b>43,00</b>	<b>9,00</b>	<b>7,20</b>	<b>47,65</b>	<b>52,98</b>	<b>52,98</b>	<b>5,00</b>	<b>53,98</b>

Fuente: Elaboración propia

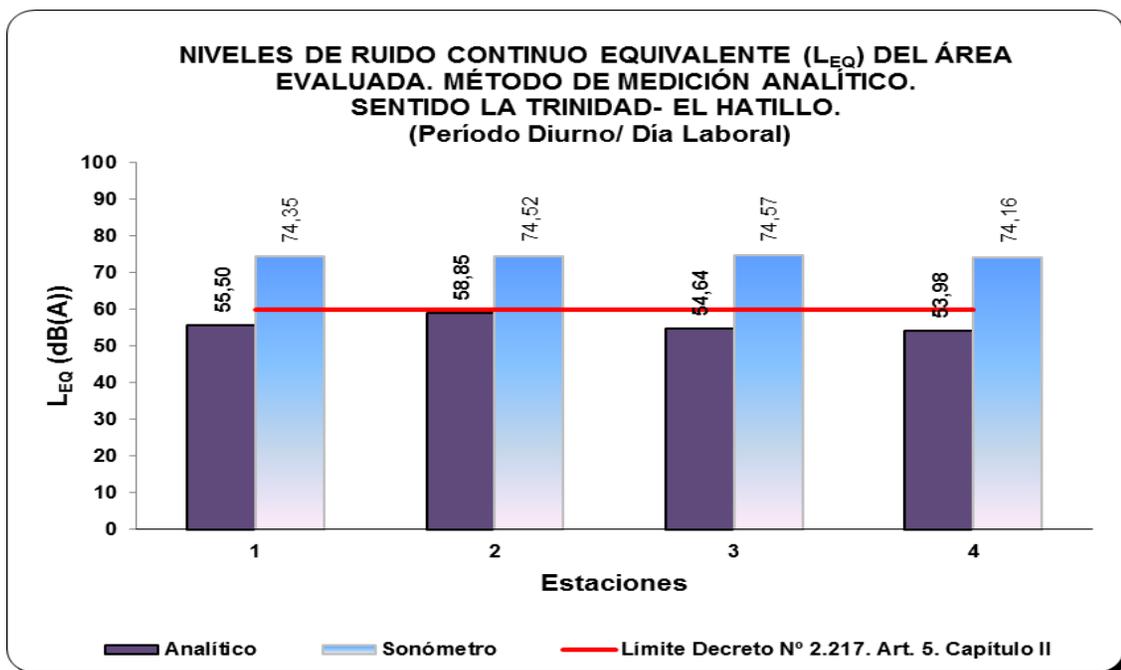


Gráfico 4.15: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido La Trinidad-El Hatillo, día laboral  
Fuente: Elaboración propia.

– Día laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.29: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral

RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DESARROLLADO EN LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL EN MADRID										
SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD										
DÍA LABORAL										
ESTACIÓN Nº	do (m)	Q LIVIANO (Veh)	Q PESADO (Veh)	Velocidad (km/h)	d (m)	$L_{EQ}$ LIVIANOS	$L_{EQ}$ PESADO	$L_{EQ}$ MAYOR	DIF	$L_{EQ}$ REAL
1	10,8	1506	31	10	10,8	50,81	53,95	53,95	3,00	55,95
2	7,2	1454	79	10	7,2	48,90	56,25	56,25	7,00	57,25
3	7,2	1807	80	10	7,2	49,84	56,30	56,30	6,00	57,30
4	10,8	1647	57	10	10,8	51,20	56,59	56,59	5,00	57,59
PROM.	9,00	1.603,50	61,75	10,00	9,00	50,19	55,77	55,77	5,25	57,02
MÁX.	10,80	1807,00	80,00	10,00	10,80	51,20	56,59	56,59	7,00	57,59
MÍN.	7,20	1.454,00	31,00	10,00	7,20	48,90	53,95	53,95	3,00	55,95

Fuente: Elaboración propia

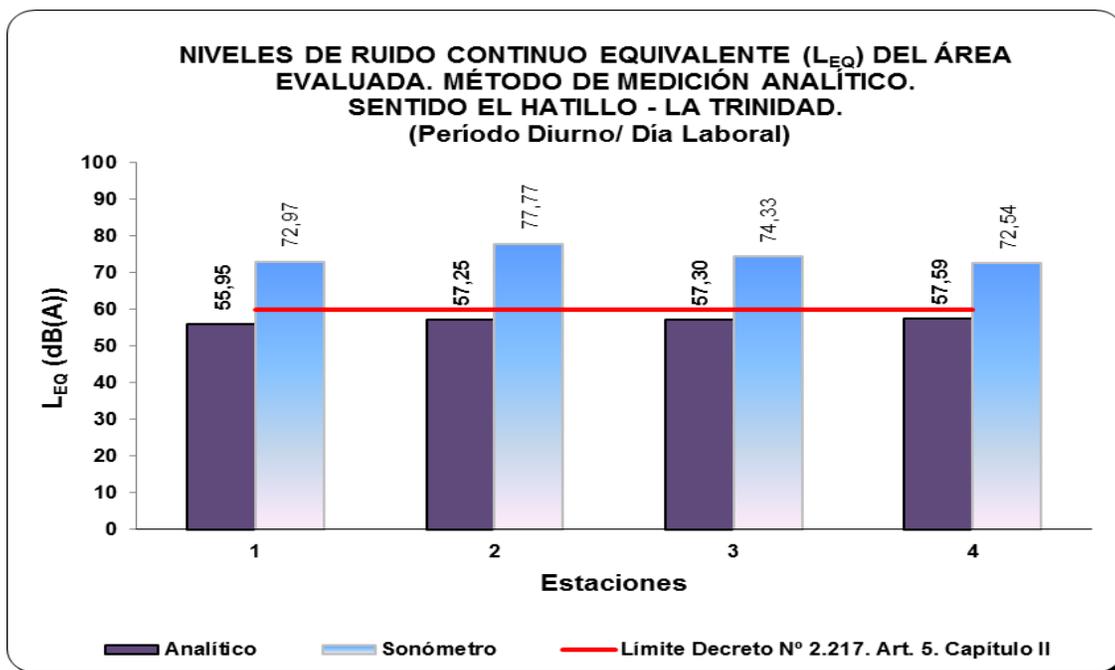


Gráfico 4.16: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid sentido El Hatillo-La Trinidad, día laboral  
Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido La Trinidad - El Hatillo

Tabla 4.30: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DESARROLLADO EN LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL EN MADRID</b>										
<b>SENTIDO LA TRINIDAD-EL HATILLO</b>										
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>									
	<b>do (m)</b>	<b>Q LIVIANO (Veh)</b>	<b>Q PESADO (Veh)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>d (m)</b>	<b><math>L_{EQ}</math> LIVIANOS</b>	<b><math>L_{EQ}</math> PESADO</b>	<b><math>L_{EQ}</math> MAYOR</b>	<b>DIF</b>	<b><math>L_{EQ}</math> REAL</b>
1	7,2	1161	62	9	7,2	46,70	54,57	54,57	8,00	55,57
2	10,8	1040	43	9	10,8	47,98	54,74	54,74	7,00	55,74
3	7,2	1264	65	9	7,2	47,07	54,78	54,78	8,00	55,78
4	7,2	1578	46	9	7,2	48,03	53,27	53,27	5,00	54,27
<b>PROM.</b>	<b>8,10</b>	<b>1.260,75</b>	<b>54,00</b>	<b>9,00</b>	<b>8,10</b>	<b>47,45</b>	<b>54,34</b>	<b>54,34</b>	<b>7,00</b>	<b>55,34</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,80</b>	<b>1578,00</b>	<b>65,00</b>	<b>9,00</b>	<b>10,80</b>	<b>48,03</b>	<b>54,78</b>	<b>54,78</b>	<b>8,00</b>	<b>55,78</b>
<b>MIN.</b>	<b>7,20</b>	<b>1.040,00</b>	<b>43,00</b>	<b>9,00</b>	<b>7,20</b>	<b>46,70</b>	<b>53,27</b>	<b>53,27</b>	<b>5,00</b>	<b>54,27</b>

Fuente: Elaboración propia

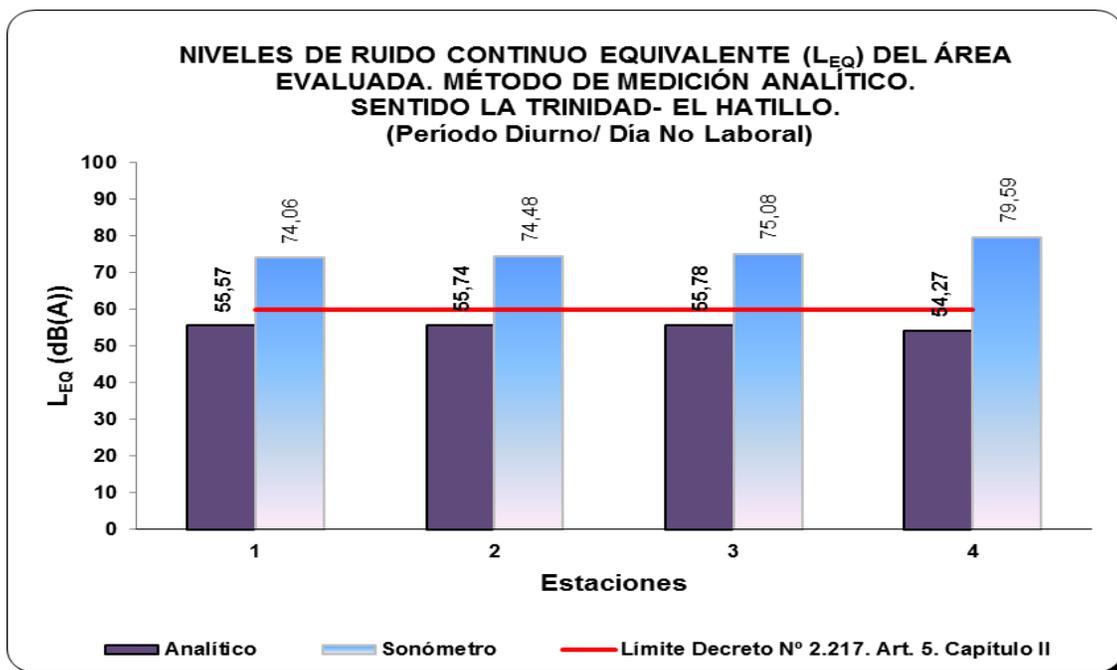


Gráfico 4.17: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido La Trinidad-El Hatillo, día no laboral  
Fuente: Elaboración propia

– Día no laboral. Sentido El Hatillo - La Trinidad

Tabla 4.31: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral

<b>RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO EN EL ÁREA EVALUADA (dB(A)) MÉTODO DE MEDICIÓN DESARROLLADO EN LA ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL EN MADRID</b>										
<b>SENTIDO EL HATILLO-LA TRINIDAD</b>										
<b>ESTACIÓN Nº</b>	<b>DÍA NO LABORAL</b>									
	<b>do (m)</b>	<b>Q LIVIANO (Veh)</b>	<b>Q PESADO (Veh)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>d (m)</b>	<b><math>L_{EQ}</math> LIVIANOS</b>	<b><math>L_{EQ}</math> PESADO</b>	<b><math>L_{EQ}</math> MAYOR</b>	<b>DIF</b>	<b><math>L_{EQ}</math> REAL</b>
1	10,8	1366	59	10	10,8	50,39	56,74	56,74	6,00	57,74
2	7,2	1824	41	10	7,2	49,88	53,40	53,40	4,00	54,40
3	7,2	1431	49	10	7,2	48,83	54,18	54,18	5,00	55,18
4	10,8	1773	41	10	10,8	51,52	55,16	55,16	4,00	56,16
<b>PROM.</b>	<b>9,00</b>	<b>1.598,50</b>	<b>47,50</b>	<b>10,00</b>	<b>9,00</b>	<b>50,16</b>	<b>54,87</b>	<b>54,87</b>	<b>4,75</b>	<b>55,87</b>
<b>MÁX.</b>	<b>10,80</b>	<b>1824,00</b>	<b>59,00</b>	<b>10,00</b>	<b>10,80</b>	<b>51,52</b>	<b>56,74</b>	<b>56,74</b>	<b>6,00</b>	<b>57,74</b>
<b>MIN.</b>	<b>7,20</b>	<b>1.366,00</b>	<b>41,00</b>	<b>10,00</b>	<b>7,20</b>	<b>48,83</b>	<b>53,40</b>	<b>53,40</b>	<b>4,00</b>	<b>54,40</b>

Fuente: Elaboración propia

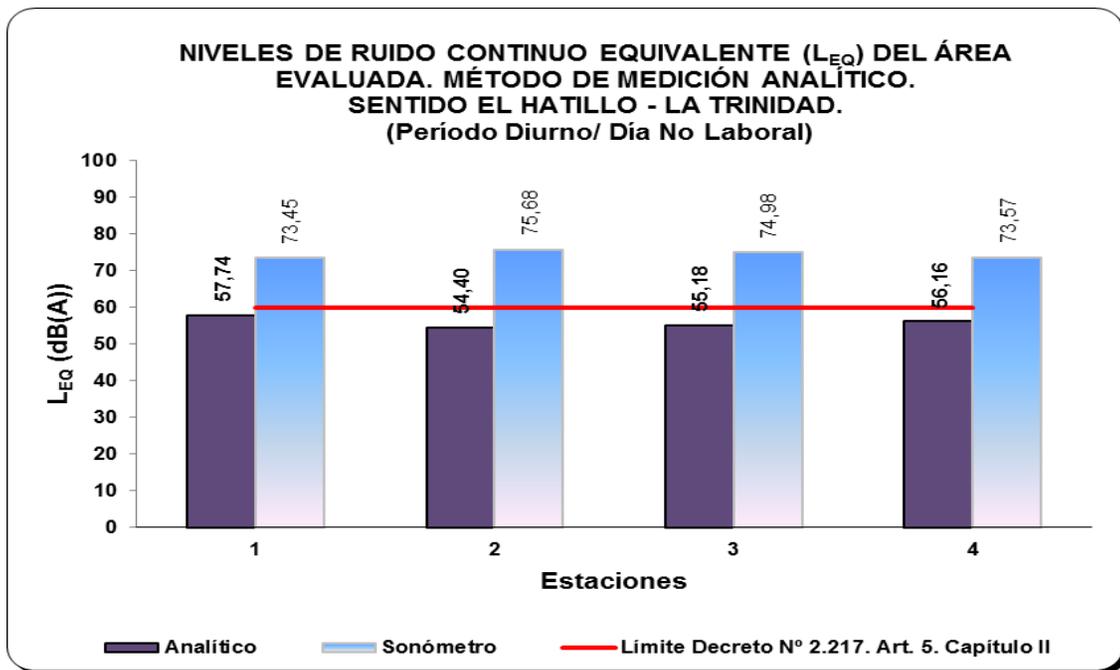


Gráfico 4.18: Resultado de niveles de estimación de ruido, método de la Escuela de organización industrial Madrid, sentido El Hatillo-La Trinidad, día no laboral  
Fuente: Elaboración propia

El método analítico desarrollado en la Escuela de Organización Industrial de Madrid, España, presenta un comportamiento significativamente alejado de las mediciones tomadas en campo de forma directa, con un promedio diferencial por defecto de 18,67 dB(A).

Este método, es el único de los métodos estudiados, que presenta valores de ruido inferiores al estipulado por la el Decreto N° 2.217 en la zona de estudio con un valor promedio de 4,01 dB(A) por debajo de lo que se estipula en la norma. Sin embargo, este valor no es representativo de la zona estudiada como se puede apreciar en los gráficos 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18, reflejando que el método no es aplicable a zonas urbanas.

La variable con mayor influencia en este método es la velocidad, factor que se observa en la ecuación 2.1, y en el presente caso de estudio, la misma, no posee un valor elevado debido a que se estudia el comportamiento del tránsito automotor en las horas pico.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Acorde con los alcances de la investigación y tal como se plantearon los mismos, se fueron desarrollando y evaluando cuatro métodos gráficos para la estimación del nivel de ruido asociados al tránsito automotor (BRE/CIRIA, SP96, CORTN, RLS90), al tiempo que el método analítico desarrollado en la Escuela de Organización Industrial de Madrid como valor agregado, aplicados todos al tramo de la Av. Intercomunal El Hatillo-La Trinidad, entre el acceso al Municipio El Hatillo y la Avenida 2 de La Boyera, en el Municipio El Hatillo del Edo. Miranda.

De allí se obtiene que las emisiones de ruido dependen, principalmente, del tipo de tránsito automotor y de las características de la vía a evaluar, razón por la cual, fue necesario establecer relaciones entre los aspectos que definen a las zonas urbanas, el nivel de ruido emitido, el tránsito vehicular y los límites expuestos en el Decreto N° 2.217 en el sector objeto de estudio, con cada uno de los métodos de estimación utilizados.

Uno de los aspectos más influyentes en las emisiones de ruido vehicular, como fue destacado anteriormente, es el tipo de zona a ser evaluada, dicho aspecto en el presente trabajo especial de grado, nos permitió mejorar el tiempo de muestreo, debido a que la zona de estudio está caracterizada por poseer aceras adecuadas para el tránsito peatonal e intersecciones correctamente diseñadas, entre otras, donde fue posible ubicar las estaciones en los lugares donde se estimó que se generarían los más altos niveles de ruido vehicular, como es el caso de las intersecciones semaforizadas. De igual forma las emisiones de ruido vehicular, se ven afectadas por aspectos como la pendiente longitudinal de la vía, asociado al

peso de los automotores, con especial incidencia en el caso de los de tipo pesado en subida; lo que consecuentemente se traduce en ruido producido por el roce de los neumáticos con el pavimento, el toque continuo de cornetas y el estruendo de los esfuerzos de los motores que emanan de los vehículos.

De la evaluación de cada uno de los factores influyentes en la zona de estudio y la comparación de las cifras de ruido resultantes de cada uno de los métodos aplicados, con aquellas recabadas empleando el método de medición directa en campo con el sonómetro, utilizando como marco de referencia además los valores establecidos en el Decreto N° 2.217, se concluye que los métodos cuyos valores de ruido mejor se ajustan a los valores generados por medición directa en campo, son el de la Building Research Establishment (BRE)/ Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), desarrollado en la ciudad de Londres, Inglaterra, en 1993, en el estudio “Sound Control for Homes”, por defecto con un 1,56%, y el método RLS90 desarrollado en Alemania, por exceso con un 4,47% con respecto a los resultados obtenidos con sonómetro; hecho que se ve reflejado en los gráficos presentados a continuación, en los que se visualizan los resultados en el conjunto de métodos considerados.

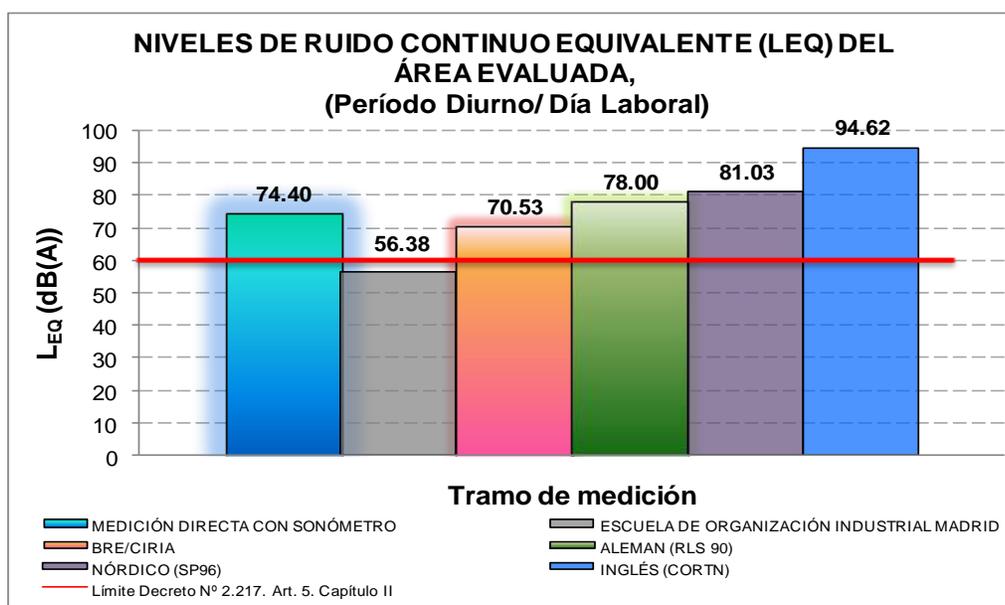


Gráfico 5.19: Gráfico comparativo entre todos los métodos de medición estudiados para la estimación de los niveles de ruido en la zona de estudio. Día laboral. Período Diurno.

Fuente: “elaboración propia”

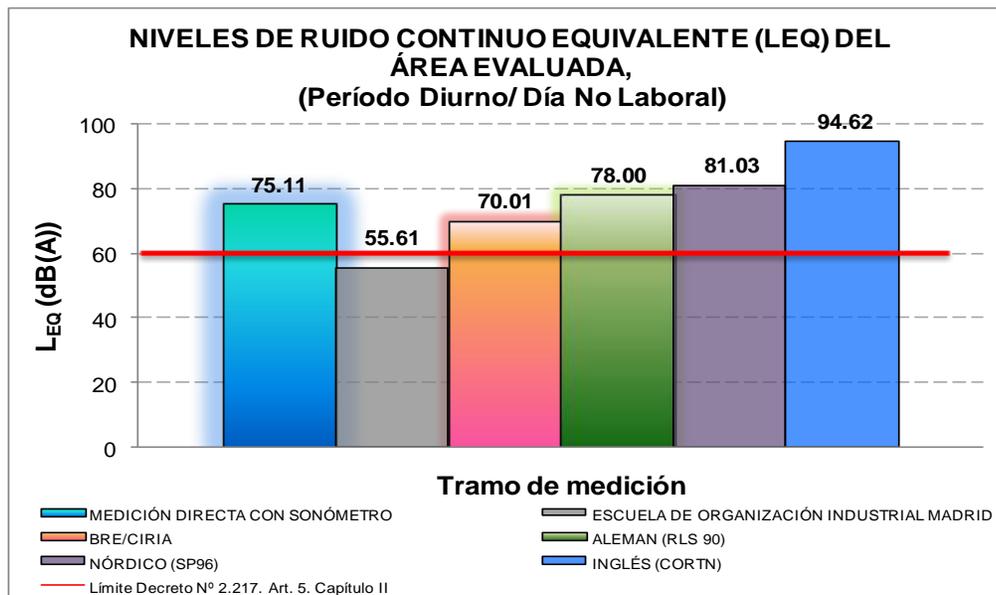


Gráfico 5.20: Gráfico comparativo entre todos los métodos de medición estudiados para la estimación de los niveles de ruido en la zona de estudio. Día no laboral. Período Diurno.  
Fuente: “elaboración propia”

De los gráficos antes descritos, se evidencia claramente que los niveles de ruidos registrados como admisibles en el Decreto N° 2.217 son superados en la mayoría de las aplicaciones desde un 22,48 % en el caso del método BRE/CIRIA hasta en un 57,69 % en el método CORTN y rebasadas por los niveles emitidos por las motocicletas, que a pesar de representar una notable minoría en la composición volumétrica del tránsito automotor, reflejan picos en los registros de niveles de ruido en el orden de los 88 dB(A), por lo cual es de suma importancia su consideración en los estudios de impacto ambiental y sociocultural por ruido, particularmente en estos nuevos tiempos en que su participación en el componente tránsito se incrementa hacia los principales centros generadores de tránsito de la ciudad capital.

Una de las razones a las que se puede argumentar dicho hecho, es que la Avenida Intercomunal El Hatillo-La Trinidad se encuentra en proceso de cambio de uso de suelo, es decir, cada vez están surgiendo un mayor número de actividades comerciales lo que ocasiona que la zona en estudio pudiera ser considerada como un área en transición que puede ser catalogada como Zona tipo III según el Decreto N° 2.217 y por ende, los valores establecidos como límites varían en comparación a

los estudiados como si fuera clasificada como Zona tipo II. Finalmente, se concluye que el área en estudio se clasifica como una zona ruidosa y que se encuentra por encima de la norma por cualquier método que se considere.

Estos hechos además, hacen necesario alertar a las autoridades de la localidad para que se tomen acciones al respecto, debido a que se conocen los efectos nocivos causados por la constante exposición a la contaminación sónica de los seres humanos, debido a que la vía de estudio presenta características físicas apreciables que favorecen el incremento de los niveles de ruido en la zona, como efecto del transporte. Así se observan cambios en la sección transversal de la calzada que hacen que la fluidez vehicular en el tramo de estudio disminuya, trayendo como consecuencia el aumento considerable en el congestionamiento de la misma y en las emisiones sonoras. Así también, la magnitud significativa de la pendiente longitudinal del trazado, dado la topografía de la zona, propicia una mayor incidencia en los niveles de ruido ambiental que impacta sobre los habitantes en las adyacencias de la vía.

## CAPÍTULO VI

### RECOMENDACIONES

En función a las conclusiones se plantean algunas recomendaciones a manera de acciones que sería interesante plantear ante las autoridades y entes competentes en la materia:

- El crecimiento inmobiliario descontrolado del Municipio El Hatillo y la vocación turística de éste, conlleva a una crisis inminente en el sistema vial local, por lo cual las instancias en materia de transporte deben llevar a cabo más iniciativas para controlar las emisiones de ruido vehicular y ser ejemplo para otros municipios con las mejoras que implementarán a partir de los resultados obtenidos de estos trabajos.
- Uno de los factores que incrementa las emisiones de ruido vehicular es el tránsito libre de vehículos en mal estado, deteriorando la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, por lo que es recomendable la regulación de su libre circulación.
- Es necesario que las autoridades locales retomen la obligatoriedad de exigencia de los estudios de impacto ambiental y socio-cultural. Ello en virtud de la importancia de la evaluación de la contaminación sonora y el deterioro de la calidad de vida que ésta ocasiona, aprovechado la oportunidad que las evaluaciones brindan para la realización de estudios de similar naturaleza al que se desarrolla en el presente trabajo especial de grado, con los que se actualiza información de interés y se aporta documentación vital para la generación de medidas que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes.
- Para solventar los problemas de tránsito existente y permitir el desarrollo residencial, turístico, comercial e industrial de la zona a corto y mediano plazo, es

necesario ampliar y mejorar la red vial existente en el municipio, así como crear nuevos corredores viales en conjunto con el Municipio Baruta, ya que existe una relación directa con este municipio respecto al uso de las vías existentes. Con esto las autoridades del municipio, podrán mejorar la calidad de vida de los habitantes, objetivo primordial de su servicio.

- Puesto que han pasado dieciocho años desde la publicación del Decreto N° 2.217 y la actualización del mismo debe realizarse cada dos años, se recomienda a las autoridades competentes, retomar esta actividad puesto que los datos recabados por mediciones directas en campo con sonómetro en el presente trabajo especial de grado demuestran que los valores estipulados en dicho decreto son superados claramente por los valores de las mediciones reales. Así mismo, se debe considerar las emisiones de ruido producidas por las motocicletas en la actualización de dicho Decreto, ya que si bien en ocasiones no son consideradas como muestra significativa respecto a todo el volumen vehicular estudiado, las mismas, producen niveles de ruido mayores a los emitidos por vehículos particulares y pueden llegar a producir niveles de ruido similares y hasta superiores a los emitidos por vehículos carga o transporte público.

## BIBLIOGRAFÍA

### Textos

Arana, M. (1989). *Estudio del ruido ambiental en Pamplona*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

Báez, M. (2009). *El Ruido y la Salud*. República Dominicana.

Comisión Electrónica Internacional. (1979). *Standard for Sound Level Meters 60.651*.

Contasti, Y. (2009). Análisis técnico-económico de la viabilidad de barreras antirruído laterales de vías expresas. Caso de estudio corredor vial La Trinidad- El Hatillo. Caracas.

Decreto N°2.217 Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido. (1992)., Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.418 Extraordinaria,. Caracas, Venezuela.

Escuela de Organización Industrial. (1996). *Metodología de Formación Medición Ambiental*. Madrid, España.

Fletcher, H., & Munson, W. (1993). *Intensidad, su definición, medida y cálculo*. En J. Acoust: Sociedad Americana 5. Páginas 82-108.

Gruber, F. (2000). *Análisis de la viabilidad de construcción de barreras antirruído tipo terraplenes y muros de pantallas de concreto como reductor de ruido en laterales de vías expresas*. VI Jornadas de Transporte y Vialidad, págs 695 - 707.

Díaz, K. (2008). Impacto Ambiental para Ingenieros Viales. Apuntes de clase Postgrado de Ingeniería Vial. Facultad de Ingeniería-UCV. Caracas, Venezuela.

Herrera, C. (2008). Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes de clase Proyectos Viales I y II. Facultad de Ingeniería-UCV. Caracas, Venezuela.

Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnología y sistemas de gestión*. McGrawHill.

Manual de instrucciones para el uso del instrumento dadas por el fabricante. (s.f.). *Airflow modelo SLM 130*.

Montbrun, N., Rastelli, V., Oliver, K., & Chacón, R. (2006). Medición del impacto ocasionado por ruidos esporádicos de corta duración. *Interciencia* , págs. 411-416.

Organización Mundial de la Salud. (1999). *Guía para el Ruido Urbano*. Londres: Berglund, Birgitta Thomas Lidvall, Dietrich H Schewela.

Universidad Pública de Navarra. (2000). Modelos de predicción del ruido de tráfico rodado. Comparación de diferentes standards europeos. *Acústica 2000*. Pamplona, España: Tecni Acústica.

### **Artículos de prensa escrita y revistas**

Bonzón, G. (2009). Ruidos Molestos. *Periodismo Médico* .

González Zambrano, B. (29 de Mayo de 2008). Población de El Hatillo crecerá 50%en la próxima década. *El Universal* , págs. 20-50.

### **Medios electrónicos**

*Blogia*. (s.f.). Recuperado el 25 de septiembre de 2010, de Método de investigación descriptiva: <http://noemagico.blogia.com>

Building Research Establishment (BRE)/ Construction Industry Research and Information Association (CIRIA). (1993). Sound control for homes . *BRE/CIRIA* . Londres.

Disponible en <http://www.alcaldiaelhatillo.gob.ve/hatillo.php>. Alcaldía de El Hatillo. Recuperado el 7 de abril de 2010,

Disponible en [www.elhatillo.gov.ve](http://www.elhatillo.gov.ve). (15 de octubre de 2006). *El Hatillo*. Recuperado el 17 de julio de 2009.

Disponible en [proyectosfindecarrera.com](http://www.proyectosfindecarrera.com):  
<http://www.proyectosfindecarrera.com/definicion/estudio-impacto-ambiental.htm>.

(s.f.). Estudio de Impacto Ambiental. Recuperado el 20 de enero de 2010.

Disponible en <http://www.venezuelatuya.com/caracas/elhatillo.htm>. (2007).  
Venezuela Tuya. Recuperado el 10 de diciembre de 2009.

*Lloyd Gasket*. (s.f.). Recuperado el 25 de septiembre de 2010, de  
<http://lloydgasket.wordpress.com>

Ruiz Padillo, D. P. (10 de marzo de 2000). *Ruidos*. Recuperado el 15 de enero de  
2010, de <http://www.ruidos.org/Documentos/sonometros.html>

Sánchez, L. E. (enero de 2010). *Unesci.org.uy*. Recuperado el 20 de enero de 2010,  
de <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/4evaluacion.pdf>

Sexto, L. F. (12 de junio de 2009). *Facultad de Ciencias, Exactas, Ingeniería y  
Agrimensura*. Recuperado el 25 de febrero de 2010, de  
<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/sonometr.htm>