

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN
DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE PARA
RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.
AÑO 2014”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Realizado por:

OMAR ESTEBAN SÁNCHEZ ESPINOSA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Director del Proyecto:

ING. JORGE ESTEBAN OVIEDO COSTALES

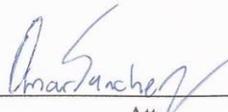
Quito, 12 de septiembre 2014.



DECLARATORIA JURAMENTADA

Yo, Omar Esteban Sánchez Espinosa, con cédula de identidad 172602974-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que ha consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Att.

OMAR ESTEBAN SÁNCHEZ ESPINOSA
C.I.:172602974-5



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
ISEK

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN
DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE PARA EL
RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.”**

Realizado por:

OMAR ESTEBAN SÁNCHEZ ESPINOSA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO

Ha sido dirigido por el/la Profesor (a):

ING. JORGE OVIEDO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

ING: JORGE OVIEDO
DIRECTOR



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

ING. JORGE OVIEDO

ING. KATTY CORAL

ING. ALONSO MORETA

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno **OMAR ESTEBAN SÁNCHEZ ESPINOSA**.

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante:

El tribunal examinador.

ING. JORGE OVIEDO
DIRECTOR

ING. KATTY CORAL
TRIBUNAL

ING. ALONSO MORETA
TRIBUNAL

Quito, 08 de septiembre de 2014

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a toda mi familia, a mi novia, a mis amigos y a mis mascotas, a quienes siempre he dedicado todos mis esfuerzos.

También quiero dedicar este trabajo a mis difuntos abuelos quienes nunca abandonaron mi corazón.

Y por último quiero dedicar este el presente estudio a la Universidad Internacional SEK y a sus alumnos para que les sirva de apoyo y ayuda en futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia quienes me otorgaron la vida y me han enseñado todo lo necesario para haber cumplido esta meta y estar listo para las siguientes. Quiero agradecer el apoyo incondicional de mi padre, mi madre, mi hermano, mis primos y mis tíos. De manera especial agradezco a mi novia Gabriela quien con su amor, apoyo y su sabiduría me dió fuerzas para cumplir esta meta y las siguientes. Agradezco también a mis amigos más cercanos que me han ayudado, apoyado e incluso distraído de la universidad.

También agradezco a la Universidad Internacional SEK por acogerme todos los días con amistad y confianza, logrando llamar a la UISEK un segundo hogar. Dentro de la UISEK quiero agradecer a cada uno de los profesores quienes mostraron su amistad en la tarea de enseñar. Agradezco a Katty, Alonso y Esteban por guiarme a lo largo de esta investigación y a lo largo de toda la carrera.

Tabla de Contenidos

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos específicos.....	4
Formulación del problema.....	4
Sistematización del Problema.....	4
Justificación.....	5
CAPITULO II.....	6
Marco teórico.....	6
Estado Actual del Conocimiento Sobre el Tema.....	6
Adopción de una Perspectiva Teórica.....	9
Marco Conceptual.....	9
Marco Legal.....	12
Identificación y Caracterización de Variables.....	15
El modelo de linearización de una función lineal.....	16
El modelo de análisis multivariante.....	16
CAPITULO III.....	16
Metodología.....	16
Nivel de Estudio.....	16
Modalidad de Investigación.....	17
Método.....	17
Población y Muestra.....	17
Metodología de Investigación.....	18
Selección de puntos de muestreo.....	18
Selección de Instrumentos de Investigación.....	19
Instrumentos Usados en la Investigación.....	19
Metodología de toma de muestras NPSeq.....	19
Metodología para Medir el Caudal de Vehículos.....	24
Metodología para Medir la Velocidad Promedio.....	26
Tratamiento Estadístico de los las Muestras.....	29

Linearización de una Función no Lineal	29
Análisis Multivariante	31
Validación de los modelos matemáticos	32
CAPITULO IV	34
Resultados.....	34
Estación 1 Confiteca.....	34
Descripción de la estación	34
Levantamiento de datos y presentación de resultados.....	35
Estación 2 Universidad Salesiana Sur	49
Descripción de la estación	49
Levantamiento de Datos y Presentación de Resultados	50
Estación 3 Mena 2.....	62
Definición de la estación.....	62
Levantamiento de Datos y Presentación de Resultados	63
Estación 4 Fuerte Militar el Pintado	75
Descripción de la estación	75
Levantamiento de Datos y Presentación de Resultados	76
Estación 5 Plaza Grande	88
Descripción de la Estación.....	88
Levantamiento de Datos y Presentación de Resultados	89
Estación 6 Parque del Arbolito.....	102
Descripción del Punto.....	102
Levantamiento de Datos y Presentación de Resultados	103
CAPITULO V.....	124
Conclusiones.....	124
Generales	124
Específicas.....	126
Estación 1 Confiteca.....	126
Estación 2 Salesiana	127
Estación 3 Mena 2.....	128
Estación 4 Fuerte Militar el Pintado	129
Estación 5 Plaza Grande	131
Estación 6 Parque del Arbolito.....	132
CAPITULO VI	134
Recomendaciones.....	134

Generales	134
Específicas.....	135
Estación 1 Confiteca	135
Estación 2 Salesiana	135
Estación 3 Mena 2.....	135
Estación 4 Fuerte militar	136
Estación 5 Plaza Grande	136
Estación 6 Parque del Arbolito.....	136
CAPÍTULO VII:.....	137
Bibliografía	139

Anexos:

Anexo 1: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 1 Confiteca.

Anexo 2: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 2 Universidad Salesiana Sur.

Anexo 3: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 3 La Mena 2.

Anexo 4: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 4 Fuerte Militar el Pintado.

Anexo 5: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 5 Plaza Grande.

Anexo 6: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 6 Parque del Arbolito.

Anexo 7: Integración de Medicion De Ruido.

Anexo 8: Anexo Fotográfico.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: TULAS libro VI, anexo 5, Tabla 1.	13
Tabla 2: TULAS libro VI, Anexo 5, Tabla 3.	14
Tabla 3: Ordenanza Metropolitana 213, Resolución No 0002-DMA-2008, Tabla 2.	15
Tabla 4: Tabla de integración de ruido.	21
Tabla 5: Integración de ruido ejemplo del día lunes a las 6 am, Plaza Grande.	22
Tabla 6: Tabla de registro de NPS integrado.	23
Tabla 7: Tabla de ejemplo de NPS integrado Estación 6 Parque del Arbolito.	23
Tabla 8: Tabla de registro del caudal medido en Q/5min.	25
Tabla 9: Tabla de registro ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito.	25
Tabla 10: Cálculo de caudal en hora Q/h.	26
Tabla 11: Tabla de registro de velocidad livianos.	27
Tabla 12: Tabla ejemplo del día lunes por la mañana de la estación 6 Parque del Arbolito.	28
Tabla 13: Tabla ejemplo de velocidad de vehículos pesados.	28
Tabla 14: Tabla ejemplo de promedio de velocidades.	29
Tabla 15: Tabla de registro para linearización de una función no lineal.	30
Tabla 16: Tabla de registro el análisis multivariante.	31
Tabla 17: Tabla de registro para la validación de los modelos.	32
Tabla 18: Tabla de integración de ruido, Estación 1.	36
Tabla 19: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 1.	36
Tabla 20: Tabla de registro de Caudal, Estación 1.	38
Tabla 21: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 1.	39
Tabla 22: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 1.	40
Tabla 23: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 1.	41
Tabla 24: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 1.	41
Tabla 25: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 1.	42
Tabla 26: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 1.	43
Tabla 27: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 1.	45
Tabla 28: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 1.	46
Tabla 29: Validación de modelos matemáticos, Estación 1.	47
Tabla 30: Tabla de integración de ruido, Estación 2.	51
Tabla 31: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 2.	51
Tabla 32: Tabla de registro de Caudal, Estación 2.	53

Tabla 33: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 2.....	53
Tabla 34: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 2.....	54
Tabla 35: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 2.....	55
Tabla 36: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 2.....	55
Tabla 37: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 2.....	56
Tabla 38: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 2.....	57
Tabla 39: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 2.....	58
Tabla 40: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 2.....	59
Tabla 41: Validación de modelos matemáticos, Estación 2.....	60
Tabla 42: Tabla de integración de ruido, Estación 3.....	63
Tabla 43: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 3.....	64
Tabla 44: Tabla de registro de Caudal, Estación 3.....	66
Tabla 45: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 3.....	66
Tabla 46: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 3.....	67
Tabla 47: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 3.....	68
Tabla 48: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 3.....	68
Tabla 49: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 3.....	69
Tabla 50: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 3.....	70
Tabla 51: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 3.....	71
Tabla 52: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 3.....	72
Tabla 53: Validación de modelos matemáticos, Estación 3.....	73
Tabla 54: Tabla de integración de ruido, Estación 4.....	77
Tabla 55: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 3.....	77
Tabla 56: Tabla de registro de Caudal, Estación 4.....	79
Tabla 57: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 4.....	79
Tabla 58: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 4.....	80
Tabla 59: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 4.....	81
Tabla 60: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 4.....	81
Tabla 61: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 4.....	82
Tabla 62: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 4.....	83
Tabla 63: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 4.....	84
Tabla 64: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 4.....	85
Tabla 65: Validación de modelos matemáticos, Estación 4.....	86
Tabla 66: Tabla de integración de ruido, Estación 5.....	90
Tabla 67: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 5.....	90

Tabla 68: Tabla de registro de Caudal, Estación 5.....	92
Tabla 69: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 5.....	92
Tabla 70: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 5.....	94
Tabla 71: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 5.....	94
Tabla 72: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 5.....	95
Tabla 73: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 5.....	95
Tabla 74: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 5.....	97
Tabla 75: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 5.....	98
Tabla 76: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 5.....	99
Tabla 77: Validación de modelos matemáticos, Estación 5.	100
Tabla 78: Tabla de integración de ruido, Estación 6.....	104
Tabla 79: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 6.	104
Tabla 80: Tabla de registro de Caudal, Estación 6.	106
Tabla 81: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 6.....	106
Tabla 82: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 6.....	107
Tabla 83: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 6.....	108
Tabla 84: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 6.....	108
Tabla 85: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 6.....	109
Tabla 86: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 6.....	110
Tabla 87: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 6.....	111
Tabla 88: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 6.....	112
Tabla 89: Validación de modelos matemáticos, Estación 6.	113
Tabla 90: Promedios semanales del Sector Sur Occidental, NPS.	116
Tabla 91: Promedios semanales del Sector Sur Occidental, Caudal.	117
Tabla 92: Promedios Semanales del Sector Sur Occidental, Velocidad.	118
Tabla 93: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.	119
Tabla 94: Análisis multivariante, Sector Sur Occidental.....	121
Tabla 95: Validación de los Modelos Matemáticos, Sector Sur Occidental.	122

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Gráfica del NPS Experimental ejemplo de la Estación 6 Parque del Arbolito.....	24
Gráfica 2: Gráfica ejemplo para obtener el modelo de linearización de una función no lineal.....	30
Gráfica 3: Nivel de Presión sonora, Estación 1.....	37
Gráfica 4: Flujo vehicular, Estación 1.....	39
Gráfica 5: Velocidades promedio, Estación 1.....	42
Gráfica 6: Linearización de una Función no Lineal, Estación 1.....	44
Gráfica 7: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 1 Confiteca.....	48
Gráfica 8 Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 1 Confiteca.....	48
Gráfica 9: Nivel de Presión sonora, Estación 2.....	52
Gráfica 10: Flujo vehicular, Estación 2.....	54
Gráfica 11: Velocidades promedio, Estación 2.....	56
Gráfica 12: Linearización de una Función no Lineal, Estación 2.....	57
Gráfica 13 Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 2 Salesiana.....	61
Gráfica 14: Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 2 Salesiana.....	61
Gráfica 15: Nivel de Presión sonora, Estación 3.....	65
Gráfica 16: Flujo vehicular, Estación 3.....	67
Gráfica 17: Velocidades promedio, Estación 3.....	69
Gráfica 18: Linearización de una Función no Lineal, Estación 3.....	70
Gráfica 19: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 3 Mena 2.....	74
Gráfica 20 Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 3 Mena 2.....	74
Gráfica 21: Nivel de Presión sonora, Estación 4.....	78
Gráfica 22: Flujo vehicular, Estación 4.....	80
Gráfica 23: Velocidades promedio, Estación 4.....	82
Gráfica 24: Linearización de una Función no Lineal, Estación 4.....	83
Gráfica 25: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 4 Fuerte Militar.....	87
Gráfica 26: Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 4 Fuerte Militar.....	87

Gráfica 27: Nivel de Presión sonora, Estación 5.	91
Gráfica 28: Flujo vehicular, Estación 5.....	93
Gráfica 29: Velocidades promedio, Estación 5.....	96
Gráfica 30: Linearización de una Función no Lineal, Estación 5.....	97
Gráfica 31: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 5 Plaza Grande.....	101
Gráfica 32: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Estación 5 Plaza Grande.	101
Gráfica 33: Nivel de Presión sonora, Estación 6.	105
Gráfica 34: Flujo vehicular, Estación 6.....	107
Gráfica 35: Velocidades promedio, Estación 6.....	109
Gráfica 36: Linearización de una Función no Lineal, Estación 6.....	110
Gráfica 37: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 6 Parque del Arbolito.....	114
Gráfica 38: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Estación 6 Parque del Arbolito.	114
Gráfica 39: Comparación de NPS entre el Sector Sur occidental.	118
Gráfica 40: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.	120
Gráfica 41: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.	123
Gráfica 42: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Sector Sur Occidental.....	123

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Nivel de presión sonora equivalente.	20
Ecuación 2: Linearización de una función no lineal.	29
Ecuación 3: Análisis multivariante.	31
Ecuación 4: Estación 1, Linearización de una función no lineal.	44
Ecuación 5: Estación 1, Análisis Multivariante método 1.	45
Ecuación 6: Estación 1, Análisis multivariante método 2.	46
Ecuación 7: Estación 2, Linearización de una función no lineal.	58
Ecuación 8: Estación 2, Análisis multivariante método 1.	59
Ecuación 9: Estación 2, Análisis multivariante método 2.	59
Ecuación 10: Estación 3, Linearización de una función no lineal.	71
Ecuación 11: Estación 3, Análisis multivariante método 1.	72
Ecuación 12: Estación 3, Análisis multivariante método 2.	72
Ecuación 13: Estación 4, Linearización no lineal.	84
Ecuación 14: Estación 4, Análisis multivariante método 1.	85
Ecuación 15: Estación 4, Análisis multivariante método 2.	85
Ecuación 16: Estación 5, Linearización de una función no lineal.	98
Ecuación 17: Estación 5, Análisis multivariante método 1.	99
Ecuación 18: Estación 5, Análisis multivariante método 2.	99
Ecuación 19: Estación 6, Linearización de una función no lineal.	111
Ecuación 20: Estación 6, Análisis multivariante método 1.	112
Ecuación 21: Estación 6, Análisis multivariante método 2.	112
Ecuación 22: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.	120
Ecuación 23: Análisis multivariante, Sector Sur Occidental.	121

RESUMEN

Durante los últimos años, la Universidad Internacional SEK, ha realizado varias investigaciones sobre el ruido urbano, con el fin de generar modelos matemáticos predictivos de ruido. El presente estudio es un aporte más a la base de datos del comportamiento del ruido en la ciudad de Quito, enfocando la investigación en la zona Sur-occidental de la ciudad en la primera mitad del año 2014. Este estudio ha sido realizado utilizando métodos matemáticos de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante, para generar modelos matemáticos que representen la realidad del comportamiento del ruido en seis estaciones de la ciudad. Para obtener dichos modelos se trabajó con un total de 756 muestras en la zona y junto a una revisión bibliográfica amplia. Los modelos matemáticos generados en esta investigación fueron validados usando los métodos de validación de las anteriores investigaciones de la Universidad Internacional SEK. Como resultados se puede observar que los modelos desarrollados en la práctica se ajustan satisfactoriamente a la realidad de las estaciones de investigación de la zona Sur-Occidental de la ciudad de Quito. Sin embargo la metodología utilizada no permite la validación de los modelos generados en anteriores investigaciones.

Palabras Clave:

Modelo Matemático

Flujo Vehicular

Validación

Ruido

Tráfico Urbano

ABSTRACT

The International University SEK has been implementing research about urban noise in order to generate predictive mathematical modelling of noise during the last years. This study constitutes another input for the database of noise modelling in the city of Quito and was deployed in the South West zone of the city in the first half of 2014. In order to create mathematical models that reflect the real noise behaviour in six stations of the city, mathematical methods of linearization of a non-linear function and multivariate analysis were used. To do so, 756 samples were taken in the area and literature review supported this modelling. The validation was done using methods taken from previous research of the International University SEK. Among the findings, it can be seen that the models implemented in practice can successfully be adjusted to the settings of the investigation stations in the South West zone of Quito. Nonetheless, the methodology used does not allow validation of the modelling generated in foregoing research.

Key words

Mathematical Modelling

Traffic Flow

Validation

Noise

Urban Traffic

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

CAPÍTULO I:

1. INTRODUCCIÓN.

“La contaminación acústica se asemeja mucho al crimen perfecto” (Sánchez, 2007). Esto es debido a que no deja un residuo después de su acción. La contaminación acústica, el ruido, tiene un componente subjetivo que permite percibir a cada persona un diferente efecto. A causa de que el ruido posee muchas fuentes distintas, fijas y móviles, dentro de la ciudad y que cada una de estas tiene una diferente intensidad y persistencia, su medición es compleja. Especialmente el componente percepción subjetivo: entendiendo así que para unos un sonido puede ser agradable, mientras que para otros puede ser un ruido molesto (Coral, 2012). En este sentido, la finalidad de medir el ruido es comprender el umbral entre los sonidos: como herramienta de comunicación y disfrute, y la presencia de estos como una agresión, llegando a ser un contaminante.

Una de las fuentes más representativas cuando se habla de contaminación acústica, es el ruido generado por el tráfico en la zona urbana. En el caso de estudio en la ciudad de Quito, el parque automotor ha aumentado considerablemente. Considerando que en Pichincha se concentra el 28% del parque automotriz del país, se puede inferir que este incremento se da en la ciudad de Quito. Una de las razones es que las familias ecuatorianas deciden tener uno o más autos en casa. Adicionalmente, en base a las estadísticas de un estudio realizado en Quito, en cada vehículo privado viajan aproximadamente 1,02 pasajeros, exacerbando así éste problema (Simbaña, 2012). Como resultado, la contaminación acústica se ha incrementado en una manera directamente proporcional al tráfico en ciertas zonas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

Estos niveles considerables de contaminación acústica pueden causar varios efectos sobre la salud humana, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha considerado que algunos de dichos efectos serían: pérdida de la audición, tinnitus, problemas cardiovasculares, desordenes del sueño, estrés y problemas de aprendizaje y desarrollo (OMS, 2007). Consecuentemente se han implementado

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

leyes que regulan los niveles de ruido que pueden darse en diferentes áreas. En el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), Libro VI, anexo 5; se especifican los niveles máximos permisibles de generación de ruido de fuentes fijas. Como por ejemplo para una zona residencial en las horas del día es de 50 dB(A). Todo esto con el fin de controlar la contaminación acústica y evitar impactos ambientales, sociales y a la salud humana (TULAS, 2003).

En el marco de la medición de ruido para aplicar estas leyes, existen varios métodos matemáticos que facilitan el análisis de las mediciones. La medición simple de ruido se la puede realizar mediante el uso de un sonómetro, pero para comprender los flujos de ruido variables debido al tráfico y otros factores, existe la necesidad de aplicar modelos matemáticos. En este sentido, modelos matemáticos como el usado en un caso de estudio de contaminación acústica en la ciudad de Curitiba-Brasil, denominado "German Standard RLS-90", en donde se consideran variables de niveles de presión sonora, duración de cada medición (en segundos), y cantidad de automóviles (motocicletas, autobuses incluidos), ha resultado factible para una apropiada predicción y medición de ruido (Calixto *et al.*, 2003).

La Universidad Internacional SEK junto a Kattán F., han desarrollado un modelo matemático predictivo de ruido en el periodo 2012-2013, el cuál es necesario validar para comprobar su eficacia. La finalidad es obtener un modelo matemático predictivo de ruido eficaz para la ciudad de Quito, que permita ayudar a la toma de decisiones ante la contaminación acústica en pro del bienestar de la sociedad y el ambiente.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La molestia causada por el ruido ha estado presente desde la antigüedad, pero su importancia como agente contaminante no ha sido considerada en la toma de decisiones para la planificación del transporte, sino hasta estos últimos años. Época en la que este problema ha crecido a causa del desarrollo de las ciudades, el incremento de vehículos en estas y la disminución de las horas de silencio en la noche (Ouis, 2001).

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

La ciudad de Quito ha experimentado un aumento en el “parque automotor” debido a la demanda de automóviles y al constante crecimiento poblacional. Generando que la contaminación por ruido sea cada vez más preocupante para la población.

Con el fin de diagnosticar la contaminación por ruido, se han desarrollado alrededor del mundo modelos predictivos de ruido desde hace ya 50 años atrás, en los cuales los resultados han sido apropiados. Pero para poder aplicar algunos de estos modelos en las diferentes ciudades se necesitan analizar las peculiaridades de cada ciudad, como por ejemplo caminos, edificios, tipo de vehículos, clima, etc. (Quartieri *et al*, 2009).

Para lograr medir la cantidad de ruido generado y así verificar el impacto ambiental en Quito, la Universidad Internacional SEK desarrolló un modelo predictivo de ruido. El cuál es necesario validar a través de un sistema estadístico, para llegar a aumentar su precisión y confiabilidad, convirtiéndolo en herramienta que ayude a predecir el ruido en nuestra ciudad.

Sin los modelos matemáticos predictivos de ruido, y sin una correcta validación de estos, el ruido no tendrá información verídica y confiable afectando la capacidad de tomar decisiones frente a la contaminación acústica en Quito. Y como resultado, aumentando el riesgo de afecciones a la salud y reduciendo la calidad de vida de los ciudadanos.

1.2 OBJETIVO GENERAL.

Validar modelos matemáticos predictivos de ruido, proporcionados por la Universidad Internacional SEK para la Ciudad de Quito, con un conjunto de muestras de niveles de presión sonora tomadas en la zona Sur-occidente de Quito, dentro del periodo 2014.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Validar los modelos matemáticos realizados en el proceso de monitoreo de ruido, en el periodo 2012-2013, por Kattán F., con el apoyo de la Universidad Internacional SEK, mediante un muestreo en la Zona Sur-occidental de Quito en el periodo 2014.
- Obtener muestras suficientes que representen la contaminación acústica en la zona Sur-occidental de Quito.
- Determinar si los datos experimentales obtenidos en la práctica se ajustan a un modelo matemático de linearización de una función no lineal.
- Determinar si los datos experimentales obtenidos en la práctica se ajustan al modelo matemático de análisis multivariante.
- Generar modelos matemáticos de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante, que representen el comportamiento de la contaminación por ruido en los puntos de muestreo.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Son eficaces los modelos matemáticos predictivos de ruido por linearización de una función no lineal y análisis multivariante, para la zona sur occidental de la ciudad de Quito?

1.5 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.

- ¿Se ajustan los datos obtenidos en la práctica a una función no lineal?
- ¿Estos datos obtenidos en la práctica, se ajustan a un modelo de análisis multivariante?
- ¿Cuál es el ajuste de estos modelos matemáticos para los puntos de muestreo seleccionados?

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- ¿Los modelos matemáticos son eficaces para el comportamiento vehicular de la zona Sur-occidental de la ciudad de Quito?

1.6 JUSTIFICACIÓN.

Es de los contaminantes más comunes en el ambiente, ya que éste es todo sonido que cause molestia al receptor (Coral, 2012). Al tener este componente subjetivo, su medición y su tratamiento son difíciles de definir. Uno de los factores que aumentan el ruido en la ciudad de Quito, es el ruido generado por el tráfico rodado. Este ruido depende de varios factores, entre ellos el volumen de vehículos que existe y la velocidad a la que estos transitan.

Factores como la dolarización, el envío de remesas por parte de los migrantes y las oportunidades de financiamiento, aumentó los niveles de vida de los ecuatorianos y su capacidad de pago. Llevando a que los consumidores puedan adquirir con mayor facilidad los vehículos. Aumentando el parque automotor y la contaminación por ruido en la ciudad de Quito (Simbaña, 2012).

En estos tiempos, el ruido es considerado un problema de salud. Las molestias que éste causa se han conocido desde la antigüedad, pero es desde tiempos recientes que se lo define como factor contaminante del medio ambiente y como riesgo para la salud humana (Ouis, 2001). La contaminación acústica afecta de manera negativa en la salud de los pobladores y sus efectos van a variar de persona a persona (IDEAM, 2006).

De los efectos más importantes están la pérdida de audición, alteraciones de la presión arterial, las cefaleas crónicas y el aumento del riesgo de sufrir paros cardíacos. Se conocen alteraciones como el aumento del estrés y la irritabilidad, y también se ven afectadas la capacidad de concentración, aprendizaje y productividad. El ruido pone el cuerpo en alerta, y su repetición reduce los niveles de energía y puede causar cambios químicos en la sangre y en el volumen de la circulación (IDEAM, 2006).

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Es debido a estos problemas, que es emergente controlar la contaminación por ruido que causa el tráfico rodado. Pero para poder encontrar solución a este problema de contaminación, es necesario tener una metodología que permita medir la cantidad de ruido y a través de leyes lograr controlarlo.

Para esto se realizó el presente estudio, con el fin de obtener un modelo matemático que represente las condiciones de ruido relacionadas con el tráfico rodado, correctamente validadas. Con esto se puede ayudar a predecir el ruido por tráfico rodado y así tomar decisiones en los estudios ambientales y controlar el ruido.

CAPÍTULO II:

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA.

Es necesaria la creación de un modelo matemático predictivo de ruido de tráfico rodado en la ciudad de Quito, puesto que no se puede adaptar un modelo extranjero. Debido a que cada ciudad tiene sus diferentes condiciones ya sean sociales, económicas, organizacionales, estructurales, etc. al tener Quito sus propias condiciones, las propiedades del comportamiento de ruido van a ser muy diferentes a las de cualquier otra ciudad.

Debido a esto la Universidad Internacional SEK ha realizado el estudio del comportamiento del ruido por tráfico rodado en la ciudad de Quito con el fin de obtener un modelo que represente estas condiciones únicas de Quito. A lo largo de los últimos años se realizaron varias investigaciones por parte de alumnos de la Universidad Internacional SEK. Las cuales se citan a continuación:

- Kattán, F. (2013). *Validación de los modelos matemáticos de ruido urbano UISEK de linearización de una función no lineal y análisis multivariante en el sector sur-oriental de la ciudad de Quito*. (Trabajo de fin de carrera 2013), Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Vega, S. (2013). *Validación de los modelos matemáticos de ruido urbano UISEK de linearización de una función no lineal y análisis multivariante en la zona periferia norte de Quito.* (Trabajo de fin de carrera 2013), Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Vélez, P. (2013). *Validación de modelos matemáticos de ruido urbano UISEK de linearización de una función no lineal y análisis multivariante en el sector centro occidente de la ciudad de Quito.* (Trabajo de fin de carrera 2013), Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Moreno, D. (2012). *Realización de un modelo matemático predictivo para ruido urbano de la ciudad de Quito y comparación con el modelo de CoRTN.* (Trabajo de fin de carrera 2012), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Lombeida, M. (2012). *Realización de un modelo matemático predictivo de ruido urbano, para la ciudad de Quito, basado en el modelo de predicción de Sánchez.* (Trabajo de fin de carrera 2012), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Andrade C. (2011). *Elaboración de Mapa de Ruido de la Red Vial del Distrito Metropolitano de Quito: Zona Norte 1.* (Trabajo de fin de carrera 2011), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Peña E, Rodríguez L. (2011). *Elaboración de un Mapa de Ruido de la Red Vial del Distrito Metropolitano de Quito, Zona Centro – Norte.* (Trabajo de fin de carrera 2011), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Rojas C. (2010). *Diseño del Mapa de ruido ambiental de los sectores: Cofavi, Solca, Jipijapa, Estación norte y Belisario en el Distrito Metropolitano de Quito.* (Trabajo de fin de carrera 2012), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Amores J. (2010). *Elaboración de un mapa de ruido del distrito metropolitano de Quito – zona sur.* (Trabajo de fin de carrera 2010), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Mora P. (2010). *Diseño de un mapa de ruido de la contaminación acústica de la zona urbana norte (Carapungo, Calderón, Cotocollao, La Delicia, Pablo Arturo Suárez) de la Ciudad de Quito.* (Trabajo de fin de carrera 2010), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Izurieta A. (2009). *Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad de la Ubicación de los puntos de Monitoreo para la Red de Monitoreo de ruido ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 4 (Norte de Quito).* (Trabajo de fin de carrera 2009), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Díaz J. 2009. *Elaboración de un mapa de Contaminación Acústica del Distrito Metropolitano de Quito – Sur.* (Trabajo de fin de carrera 2009), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Rubianes F. 2009. *Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental para Determinar la Ubicación más Apropiada de los Puntos de Monitoreo para la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona 2 Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco.* (Trabajo de fin de carrera 2009), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Vásquez N. (2009). *Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad para la Ubicación de los Puntos de Monitoreo de la Red de Monitoreo Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito Zona Norte.* (Trabajo de fin de carrera 2009), Universidad Internacional SEK del Ecuador, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

A estos estudios se suman los de la promoción de alumnos del año 2014. Con el fin de generar nuevos modelos matemáticos que representen las zonas de Quito delimitadas para este estudio.

2.2 ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA.

La Universidad Internacional SEK ha llevado a cabo una serie de investigaciones del ruido generado por tráfico rodado a lo largo de estos años, con el fin de generar un modelo matemático predictivo de ruido que pueda ser usado en la ciudad de Quito en la toma de decisiones ambientales y urbanas. Para el correcto procesamiento de las muestras tomadas, se definieron estaciones de muestreo que no se hayan analizado en trabajos anteriores para aumentar la base de datos de la Universidad y así poco a poco se logre obtener este modelo matemático que represente a la ciudad.

La utilización de nuevas metodologías puede verificar el proceso del estudio, logrando comprobar la validez de la aplicación de nuevas metodologías para la creación de los modelos matemáticos predictivos de ruido generado por tráfico rodado.

Se realizó el proceso de muestreo en la zona sur-occidente de la ciudad de Quito, con el fin de generar modelos matemáticos predictivos de ruido que representen el comportamiento de dicha zona.

2.3 MARCO CONCEPTUAL.

Ruido: Se define como sonidos molestos o desagradables para el receptor y vibraciones. Es un contaminante que solo puede ser percibido por el sentido del oído, su apreciación es subjetiva, va a depender del receptor. La exposición a este contaminante puede resultar en pérdida de audición, problemas psicológicos y fisiológicos (Coral, 2012).

Ruido ambiental: Es el ruido envolvente asociado a un ambiente específico en un momento determinado, compuesto de varias fuentes a varias distancias. Donde ningún sonido es particularmente dominante (Harris, 1995).

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ruido urbano: Es la contaminación acústica generada por las actividades humanas desarrolladas en las ciudades, tales como tráfico, medios de transporte, obras públicas, personas, etc. Es el ruido causado por las actividades humanas dentro de la ciudad (Coral, 2012).

Ruido de fondo: Es aquel ruido que prevalece en la ausencia de la fuente que se está analizando (TULAS, 2003).

Ruido Intermitente: es aquel que presenta fluctuaciones bruscas e imprevistas de la intensidad en forma periódica. Ejemplo, vehículos aislados o aviones (IDEAM, 2008)

Receptor: Persona o grupo de personas que son afectadas por el ruido (TULAS, 2003).

Nivel de presión sonora equivalente: Es el nivel de presión sonora constante que está en el mismo intervalo de tiempo. Que se expresa en decibeles A, dB(A) (TULAS, 2003).

Respuesta Lenta: Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía medida en un intervalo en un segundo. Cuando se aplica la respuesta lenta junto con el filtro de ponderación A, el instrumento de medición arrojará datos en decibeles A, dB(A) lento (TULAS, 2003).

Uso de suelo: Es la separación por zonas del territorio de la ciudad, en las cuales se dedica una parte del territorio a las actividades económicas, ambientales y sociales a realizarse en él. Una vez creada la zona, se aplican leyes para evitar el uso indebido de estas zonas.

Zona Residencial: Es una zona determinada por la planificación territorial que corresponde a residencial, donde la tranquilidad y la serenidad son necesarias para asegurar el descanso de los habitantes (TULAS, 2003).

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Zona Comercial: Es la zona en la cual sus usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es aquella donde los seres humanos requieren conversar, con fines comerciales (TULAS, 2003).

Zona Industrial: Aquellas zonas que están destinadas a actividades industriales, en las cuales los seres humanos requieren protección contra daños o pérdida de la audición (TULAS, 2003).

Zonas Mixtas: Son aquellas zonas en las cuales coexisten varios usos de suelo que se definieron anteriormente, en las cuales existe en mayoría zonas residenciales en las que se encuentran actividades comerciales, o a su vez industriales (TULAS, 2003).

Modelo matemático: Es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático. Utilizando técnicas y métodos matemáticos se llega a desarrollar con el fin de representar lo que existe en la realidad (Rodríguez & Steegmann, *s.f.*).

Linearización de una función no lineal: Es el proceso por el cual se obtiene una aproximación lineal de una función no lineal. La cual cumple con las propiedades de los sistemas lineales, la cual puede generar un modelo que permite proyectar la función. (Kattán, 2013)

Análisis Multivariante: Es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente un conjunto de datos multivariantes, en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado (Figueras, 2000).

Índice de correlación: Es un índice que mide el grado de covariación entre variables relacionadas linealmente, el cual verifica que tan aproximado se encuentra el modelo a los datos experimentales. (Kattán, 2013)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

2.4 MARCO LEGAL.

Para la investigación realizada, se utilizará el siguiente marco legal como referencia:

- Texto unificado de legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo 5:

La siguiente norma técnica se basa en la prevención y control de la contaminación ambiental con el principal objetivo de preservar la salud y el bienestar de las personas y el medio ambiente, mediante el establecimiento de niveles máximos permisibles de diferentes agentes contaminantes, así como detalla procedimientos de diferentes actividades contaminantes para prevenir que estas contaminen.

Es precisamente el Anexo número cinco del Libro Sexto de la presente norma, el cual hace referencia a los temas de esta investigación, como por ejemplo:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

Permitiendo así que este anexo sirva como guía en varios procedimientos de la investigación. Se tiene como referencia los niveles máximos permisibles de ruido para fuentes fijas y móviles. En las dos referencias se debe considerar que el ruido debe estar medido en Niveles de Presión Sonora, NPSeq, expresados en decibeles de escala A (dB(A)).

En la siguiente tabla se habla de los niveles máximos permisibles de ruido que una fuente fija de emisión no puede exceder, según la el uso de suelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 1: TULAS libro VI, anexo 5, Tabla 1.

TABLA 1
NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

(Tabla extraída de TULAS, Libro VI, Anexo 5. 2003)

Ayuda como una referencia, sin embargo, no es competente para la investigación realizada, puesto que la investigación verifica niveles de presión sonora para fuentes móviles (tráfico). Para ello existe dentro de esta misma norma técnica, la tabla de niveles máximos permisibles de ruido para vehículos automotores y la descripción de estos:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 2: TULAS libro VI, Anexo 5, Tabla 3.

TABLA 3
NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
Vehículos de Carga:	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

(Tabla extraída de TULAS, Libro VI, Anexo 5. 2003)

- Ordenanza Municipal No. 404 del Concejo Metropolitano de Quito, Resolución No 0002-DMA-2008:

Esta norma técnica se aplica dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) con el fin de garantizar el bienestar de la comunidad con respecto a la contaminación por ruido existente en las zonas urbanas. La presente norma técnica especifica niveles máximos permisibles de ruido para motocicletas, automóviles, camiones, autobuses, tractocamiones y similares. Expresando el Nivel de Presión Sonora en decibeles de escala A.

La siguiente tabla detalla los niveles máximos permisibles de ruido generado por vehículos automotores dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 3: Ordenanza Metropolitana 213, Resolución No 0002-DMA-2008, Tabla 2.

TABLA 2 NIVELES PERMITIDOS DE RUIDO PARA AUTOMOTORES

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA [rpm]	NPS MÁXIMO (dB[A])
Motocicletas o similares	Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos	De 4.000 a 5.000	90
Vehículos livianos	Automotores de cuatro ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos.	De 2.500 a 3.500	88
Vehículos pesados para carga	Automotores de cuatro ó más ruedas, destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilogramos.	De 1.500 a 2.500	90
Buses, busetas	Automotores pesados destinados al transporte de personas, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilos.	De 1.500 a 2.500	90

(Tabla extraída de la Ordenanza Metropolitana 213 Resolución No 0002-DMA-2008)

En esta norma técnica se detalla que el control de los niveles permitidos para los automotores se realizara en los Centros de Revisión y Control Vehicular y en la vía pública.

2.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES.

Para la siguiente investigación, se plantearán diferentes variables dependientes e independientes para los dos casos:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

2.5.1 EL MODELO DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN LINEAL:

- Variable independiente:

Caudal de vehículos por hora (Q): Velocidad de flujo vehicular que existe en el periodo de una hora. (Número de vehículos/h)

- Variable dependiente:

Nivel de presión sonora (NPS): Ruido Ambiental provocado por tráfico vehicular. (dB(A))

2.5.2 EL MODELO DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE:

- Variables independientes:

Caudal de vehículos por hora (Q): Velocidad de flujo vehicular que existe en el periodo de una hora. (Número de vehículos/h)

Velocidad promedio de los vehículos (v): El tiempo que tardan los vehículos en trasladarse 100 metros. (km/h)

- Variable dependiente:

Nivel de presión sonora (NPS): Ruido Ambiental provocado por tráfico vehicular. (dB(A))

CAPÍTULO III:

3. METODOLOGÍA.

3.1 NIVEL DE ESTUDIO.

Exploratorio: La generación de los modelos matemáticos predictivos de ruido de la zona sur occidental de la ciudad de Quito, se la realizó mediante revisión bibliográfica, toma de muestras y levantamiento de datos de nivel de presión sonora, determinación del flujo vehicular y la velocidad del tráfico.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Descriptivo: Se describió los flujos vehiculares en la ciudad de Quito, analizando su relación con la contaminación acústica por el ruido que estos generan. Se analizó el comportamiento del ruido a lo largo del día y se describió las posibles causas del mismo.

3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.

La investigación planteada consistió en un trabajo de campo, donde en los puntos previamente establecidos y seleccionados bajo diferentes criterios en la zona sur occidente de la ciudad de Quito, se realizó el muestreo de datos de nivel de presión sonora a diferentes horas del día cumpliendo con la metodología establecida. En dichos puntos también se tomó datos del flujo vehicular y la velocidad con la que transitaban los vehículos.

Es a su vez una investigación bibliográfica debido a que la metodología de selección de puntos de muestreo se encuentra en los estudios anteriores de la Universidad Internacional SEK.

3.3 MÉTODO.

Por la metodología de muestreo, la recolección de datos para los modelos matemáticos predictivos de ruido desarrollados por la Universidad Internacional SEK, el proyecto será de estilo deductivo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

Para realizar el análisis de los modelos matemáticos predictivos de ruido, se seleccionaron 6 puntos de muestreo en la zona Sur-occidental de la ciudad de Quito. La muestra consiste en completar una semana (lunes-domingo), con mediciones del nivel de presión sonora en el periodo de las 06h00 hasta las 24h00, realizando una medición por hora un total de 18 horas. Dándonos un total de 756 muestras en el periodo de investigación. Donde se obtuvo el nivel de presión sonora, el análisis del flujo vehicular y la velocidad con la que transitan los vehículos.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

3.5 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

3.5.1 SELECCIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO:

Para la selección de las estaciones de muestreo, se realizó una reunión con el grupo de investigadores y los profesores de la Universidad Internacional SEK. En la cual se definieron las estaciones de muestreo alrededor de todo Quito, evitando seleccionar sectores que se han analizado en anteriores investigaciones. A la ciudad de Quito se la dividió en seis zonas diferentes (Nororiente, noroccidente, centro-oriente, centro-occidente, sur-oriente y sur-occidente), en las cuales se seleccionaron seis estaciones por zona. En dicha reunión, se designó las zonas a las cuales los investigadores irían a realizar las muestras, analizando la cercanía de sus hogares y la accesibilidad. Se explicó la metodología para la investigación y se propusieron fechas para las siguientes reuniones.

En una segunda reunión, se realizó una visita técnica a todas las estaciones seleccionadas y se confirmó la utilidad de dichos puntos para el estudio. Se verificó si las condiciones del lugar seleccionado eran óptimas para la investigación, analizando fuentes extras de ruido aparte del tráfico, obstáculos que alteren las mediciones y distancias adecuadas de observación para medir el tiempo que dura un automóvil en recorrer cierta distancia (velocidad). Una vez seleccionados de esta forma se procedió al proceso de muestreo. El proceso de muestreo se lo realizó en el periodo de Marzo a Julio.

Para esta investigación se designaron los puntos de la zona sur-occidental de la ciudad de Quito, los cuales son los siguientes:

- **Estación 1:** “Confiteca”, Avenida Pedro Vicente Maldonado y Condorñan.
- **Estación 2:** “Universidad Salesiana (Sur)”, Avenida Rumichaca y morán Valverde.
- **Estación 3:** “Mena 2”, Avenida Mariscal Antonio José de Sucre y Tabiazo.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- **Estación 4:** “Fuerte Militar El Pintado”, Avenida Mariscal Antonio José de Sucre y la Michelena.
- **Estación 5:** “Plaza Grande”, Venezuela y Espejo.
- **Estación 6:** “Parque Del Arbolito”, Avenida 12 de octubre y Tárqui.

3.5.2 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.

Observación: Los instrumentos que se usaron para el levantamiento de datos de nivel de presión sonora fue un sonómetro no integrador. Los puntos seleccionados fueron ubicados por posicionamiento geográfico mediante GPS, se realizó un conteo de automóviles y a su vez se midió el tiempo que tarda en trasladarse un vehículo 100 metros.

Experimentación: Los datos fueron sistematizados en Excel, obteniendo el modelo matemático por linearización de una función no lineal y por análisis multivariante.

3.5.3 INSTRUMENTOS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.

- Sonómetro no integrador
- GPS (UTM WGS 84)
- Computadora HP TouchSmart
- Cámara de fotos/video
- Cronómetro
- Teléfono celular

3.5.4 METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS NPSeq.

- Para medir el nivel de presión sonora generado por el tráfico rodado en los puntos designados, se utilizó un sonómetro no integrador marca Extech modelo 407750 previamente calibrado.
- Al ubicarse en el punto de muestreo y al haber extraído el sonómetro de su estuche, se debe colocar el sonómetro no integrador a una altura entre 1,2 y 1,5m de altura con respecto al nivel del suelo (IDEAM, 2008).

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Prender el Sonómetro con la tecla llamada ON/OFF y esperar a que termine la cuenta regresiva de la pantalla desde 99.9 hasta 00.0.
- Ajustar el sonómetro no integrador a las condiciones de respuesta lenta y en ponderación con escala A, con la ayuda de las teclas llamadas F/S y C/A respectivamente.
- Registrar la medición.

En esta investigación se utilizó un sonómetro no integrador, para lo cual era necesario integrar de forma matemática los datos obtenidos en la experimentación para obtener un único valor cercano a la realidad. Para ello se necesitó tomar 1 minuto de muestra cada 12 minutos en la hora, total de 5 muestras. Y en este minuto se registró cada 5 segundos el nivel de presión sonora, un total de 12 muestras. Teniendo en total 60 muestras individuales por hora para obtener el valor representativo de la hora completa.

Para lograr integrar estas muestras se necesitó la fórmula de integración del nivel de presión sonora la cual es la siguiente:

Ecuación 1: Nivel de presión sonora equivalente.

$$NPSeq = 10 * \log * \sum (Pi) 10^{\frac{NPSi}{10}}$$

(Formula extraída de TULAS, Libro VI, Anexo 5, 2003)

Donde,

- Pi es la fracción del tiempo que tomo realizar una sola muestra, dividido para el total del tiempo que se necesitó para cumplir las 5 muestras.
- NPSi es el promedio de los niveles de presión sonora de una muestra.

Para que el análisis completo de la muestra no sea complejo, se desarrolló una tabla en Excel que simplificara el trabajo de integrar las muestras. La cual es la siguiente:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 4: Tabla de integración de ruido.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción * $10^{NPSi/10}$
6:00																		
6:12																		
6:24																		
6:36																		
6:48																		
													Σ	0				Σ
																		Log
																		NPSeq

(Tabla desarrollada por Coral, 2014. Modificada por Omar Sánchez, 2014)

- Una columna donde se especifica la hora en la que se tomó las muestras.
- Posee 12 espacios para llenar con los niveles de presión sonora que se obtuvieron cada 5 segundos en el minuto medido.
- Pi(s) Se llena con los segundos que duran las muestras individuales, es decir 60 segundos, y posee una celda de sumatoria del tiempo total de las 5 muestras.
- Pi Fracción, es la división de la celda Pi (s) con el total del tiempo.
- PROM (NPSi), es el promedio de las 12 mediciones de niveles de presión sonora.
- NPSi/10, es una celda que aplica una parte de la fórmula de integración de ruido.
- $10^{NPSi/10}$, así mismo genera una parte de la fórmula de integración de ruido.
- La celda llamada Pi fracción * $10^{NPSi/10}$, es la multiplicación de las dos celdas llamadas así. Con el fin de lograr completar la fórmula de integración de ruido.
- Estos 5 datos son sumados, para después aplicarles el logaritmo en base 10.
- Por ultimo a este logaritmo se lo multiplica por 10 para obtener el resultado de la integración de los niveles de presión sonora medidos en la experimentación.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ejemplo de tabla de integración, con los datos obtenidos a las 6 am en el Estación 5 Plaza Grande:

Tabla 5: Integración de ruido ejemplo del día lunes a las 6 am, Plaza Grande.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}	
6:00	62,00	73,30	79,40	76,40	70,40	71,70	72,70	71,70	70,10	73,40	73,30	66,60	60	0,2	71,8	7,18	14962356,6	2992471,3	
6:12	62,80	60,50	60,60	64,70	65,30	73,60	71,60	68,20	68,90	71,70	74,00	72,10	60	0,2	67,8	6,78	6072022,0	1214404,4	
6:24	71,90	66,10	69,20	66,80	71,20	69,70	83,60	80,60	82,90	72,50	72,50	69,10	60	0,2	73,0	7,30	19990945,4	3998189,1	
6:36	71,20	81,20	82,10	79,70	76,70	69,50	66,80	70,10	66,20	73,00	68,00	67,20	60	0,2	72,6	7,26	18372432,8	3674486,6	
6:48	72,10	84,60	77,90	70,50	67,40	72,70	70,40	73,00	69,00	63,80	62,70	61,00	60	0,2	70,4	7,04	11028082,3	2205616,5	
													Σ	300				Σ	14085168
																		Log	7,15
																		NPSeq	71,5

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se puede observar en la tabla las 12 medidas por minuto y el trato individual a cada minuto con la fórmula de integración, y al final el resultado indica que el nivel de presión sonora equivalente en la hora de 6 am - 7 am es de 71,5 dB(A).

Finalmente se registra cada hora muestreada en el día en una tabla destinada a ello. En la cual se ha dividido en mañana, tarde y noche, para representar en un cuadro resumen los promedios diarios y semanales de la mañana, tarde y noche. Como se muestra en la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 6: Tabla de registro de NPS integrado.

NPSeq dB(A)	PARQUE DEL ARBOLITO								Promedio
	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Mañana	06h00 - 07h00								
	07h00 - 08h00								
	08h00 - 09h00								
	09h00 - 10h00								
	10h00 - 11h00								
	11h00 - 12h00								
Tarde	12h00 - 13h00								
	13h00 - 14h00								
	14h00 - 15h00								
	15h00 - 16h00								
	16h00 - 17h00								
	17h00 - 18h00								
Noche	18h00 - 19h00								
	19h00 - 20h00								
	20h00 - 21h00								
	21h00 - 22h00								
	22h00 - 23h00								
	23h00 - 24h00								

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

El siguiente ejemplo es la tabla de registros del Estación 6 Parque del Arbolito:

Tabla 7: Tabla de ejemplo de NPS integrado Estación 6 Parque del Arbolito.

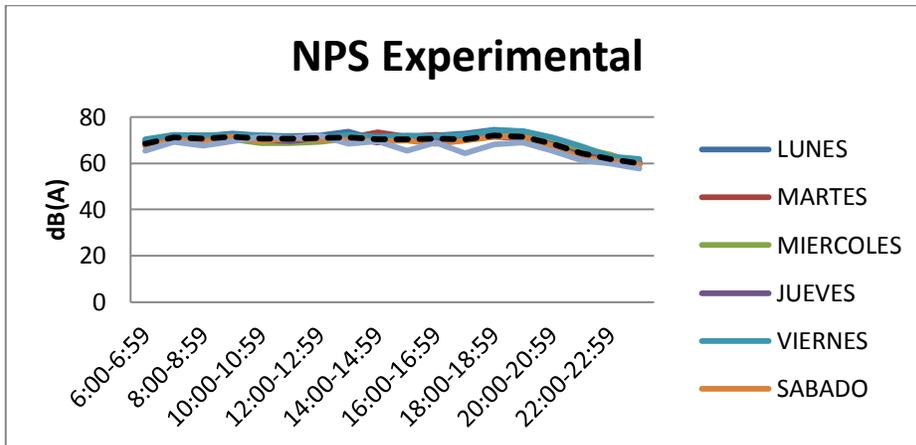
	PARQUE DEL ARBOLITO								Promedio
	HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	
MAÑANA	6:00-6:59	69,8	69,3	68,1	69,3	70,3	67,3	65,3	68,5
	7:00-7:59	72	71,9	71,3	71,8	72,3	70,1	69,3	71,2
	8:00-8:59	71,7	72	70,4	71,3	72	69,6	67,5	70,6
	9:00-9:59	72,7	72	70,2	71,9	72,2	71,5	69,5	71,4
	10:00-10:59	72	70,8	68,8	70,1	72	69,4	71,3	70,6
	11:00-11:59	71,8	70,9	68,7	69,4	71,4	71	71	70,6
TARDE	12:00-12:59	72	70	69,1	71	71	70,3	72	70,8
	13:00-13:59	73,6	70,9	70,6	71,2	72,2	70,1	68,5	71,0
	14:00-14:59	70,1	73,4	69,3	68,9	71,3	69,5	69,6	70,3
	15:00-15:59	71,3	71,4	71	70,9	72	69,8	65,3	70,2
	16:00-16:59	72,1	72,3	71,6	70,1	71,6	68,4	68,9	70,7
	17:00-17:59	72,7	71	70,9	72	72,3	69,8	64,3	70,4
NOCHE	18:00-18:59	74,4	72	71,7	71,3	74,3	71,3	68,2	71,9
	19:00-19:59	73,7	70,3	71,3	70,8	73,9	71,4	68,9	71,5
	20:00-20:59	69,9	68,1	69,2	68,2	71,2	67,5	65,3	68,5
	21:00-21:59	65,8	64,5	66,4	63,1	67,3	62,1	61,2	64,3
	22:00-22:59	61,4	62,5	63,6	61	63	61,2	59,8	61,8
	23:00-23:59	60,8	60,6	59,5	59,2	61,7	59,4	57,6	59,8

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014, modificada por Omar Sánchez)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Para observar mejor los datos obtenidos en las muestras, se genera un gráfico que represente los datos. Continuando con el ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito, se tiene la siguiente gráfica:

Gráfica 1: Gráfica del NPS Experimental ejemplo de la Estación 6 Parque del Arbolito.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

3.5.5 METODOLOGÍA PARA MEDIR EL CAUDAL DE VEHÍCULOS.

- Para la medición del caudal de vehículos se instaló en un lugar, dentro de la estación de muestreo, que permita contar el número de vehículos que pasan durante la toma de muestra.
- El objetivo de la medición es llegar a contar cuantos vehículos pasan por la zona durante 5 minutos, es necesario discriminar entre vehículos livianos y pesados. Debido a la diferencia de velocidad, caudal y NPSeq que existen entre los dos.
- Se deben registrar los datos en unidades de número de vehículos/5 minutos.
- Para el análisis de datos se asumirá que el comportamiento dentro de estos 5 minutos, se repetirá 12 veces en la hora. Con el fin de proyectar el número de vehículos que transitan en una hora específica.
- Esto se registró en una tabla diseñada para estos datos. La cual se encuentra a continuación.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 8: Tabla de registro del caudal medido en Q/5min.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59			
	07H00 - 07H59			
	08H00 - 08H59			
	09H00 - 09H59			
	10H00 - 10H59			
	11H00 - 11H59			
TARDE	12H00 - 12H59			
	13H00 - 13H59			
	14H00 - 14H59			
	15H00 - 15H59			
	16H00 - 16H59			
	17H00 - 17H59			
NOCHE	18H00 - 18H59			
	19H00 - 19H59			
	20H00 - 20H59			
	21H00 - 21H59			
	22H00 - 22H59			
	23H00 - 23H59			

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito:

Tabla 9: Tabla de registro ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	195	13	208
	07H00 - 07H59	193	24	217
	08H00 - 08H59	185	23	208
	09H00 - 09H59	180	18	198
	10H00 - 10H59	195	24	219
	11H00 - 11H59	189	25	214
TARDE	12H00 - 12H59	185	26	211
	13H00 - 13H59	189	26	215
	14H00 - 14H59	170	22	192
	15H00 - 15H59	165	18	183
	16H00 - 16H59	145	15	160
	17H00 - 17H59	166	64	230
NOCHE	18H00 - 18H59	200	37	237
	19H00 - 19H59	185	29	214
	20H00 - 20H59	163	12	175
	21H00 - 21H59	80	8	88
	22H00 - 22H59	54	4	58
	23H00 - 23H59	42	4	46

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Procesados estos datos y obteniendo un promedio semanal, se procede a multiplicar cada hora por 12, dado que lo que se busca es tener el caudal del tráfico en “Numero de vehículos/hora”.

Tabla 10: Cálculo de caudal en hora Q/h.

Caudal prom	Caudal * 12
194	2330
208	2498
195	2343
189	2268
194	2325
194	2330
195	2337
194	2326
191	2292
187	2242
182	2184
204	2446
194	2325
182	2184
151	1815
81	970
59	710
35	425

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Con estos datos se procede a realizar el análisis matemático y estadístico con el fin de obtener los modelos matemáticos predictivos de ruido.

3.5.6 METODOLOGÍA PARA MEDIR LA VELOCIDAD PROMEDIO.

- Para la correcta medición de la velocidad, se seleccionó un punto que se encuentre a 100 metros de distancia del lugar donde se está muestreando. Con la condición de que se pueda observar todo el trayecto de los 100 metros. En ambas direcciones de la calle.
- Se midió el tiempo que tardaron 6 vehículos livianos en trasladarse los 100 metros, 3 en cada dirección de la calle.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Se midió el tiempo que tardaron 4 vehículos pesados en trasladarse los 100 metros, 2 en cada dirección de la calle.
- Se realizó el cálculo de la velocidad: $v = \frac{x}{t}$ donde x es la distancia y t el tiempo.
- Se transformaron los datos para obtener la velocidad en km/h.
- Se registraron los datos en tablas diseñadas en las cuales se efectúa un promedio entre las velocidades de ambas direcciones en vehículos livianos y en pesados por separado.
- Finalmente se elaboró un promedio entre la velocidad de los vehículos livianos y los vehículos pesados.

En la siguiente tabla se muestra como se registra las mediciones de la velocidad de vehículos livianos:

Tabla 11: Tabla de registro de velocidad livianos.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59				
	07H00 - 07H59				
	08H00 - 08H59				
	09H00 - 09H59				
	10H00 - 10H59				
	11H00 - 11H59				

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Donde en los espacios en blanco se registran las 6 mediciones (3 por cada sentido) del tiempo, en segundos, que tardaron en trasladarse los vehículos livianos. Se realiza un promedio de estos tiempos y finalmente la transformación de unidades a km/h.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Se puede observar a detalle el tratamiento de estas mediciones en el ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito:

Tabla 12: Tabla ejemplo del día lunes por la mañana de la estación 6 Parque del Arbolito.

		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	7,80	6,90	8,20	43,90
		7,20	10,20		
		8,60	8,50		
	07H00 - 07H59	7,20	7,60	7,80	46,15
		6,40	8,50		
		7,50	9,60		
	08H00 - 08H59	7,50	9,50	7,55	47,68
		7,80	6,80		
		8,10	5,60		
	09H00 - 09H59	8,20	6,70	7,58	47,47
		7,60	7,50		
		6,90	8,60		
	10H00 - 10H59	6,20	8,50	7,50	48,00
		10,20	6,50		
		7,40	6,20		
11H00 - 11H59	7,40	8,40	7,72	46,65	
	8,40	6,10			
	9,20	6,80			

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

El registro de las mediciones del tiempo que tardaron en trasladarse los vehículos pesados, se especifica en el siguiente ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito

Tabla 13: Tabla ejemplo de velocidad de vehículos pesados.

		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	9,10	11,20	11,00	32,73
		10,20	13,50		
	07H00 - 07H59	9,50	13,50	11,50	31,30
		8,50	14,50		
	08H00 - 08H59	19,00	10,20	12,58	28,63
		12,30	8,80		
	09H00 - 09H59	8,40	8,60	8,93	40,34
		10,20	8,50		
	10H00 - 10H59	11,50	8,60	9,38	38,40
		9,90	7,50		
	11H00 - 11H59	12,80	10,20	15,13	23,80
		18,50	19,00		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Finalmente se realiza un promedio entre las dos velocidades y se registra como se muestra en la siguiente tabla, continuando con el ejemplo de la estación 6 Parque del Arbolito:

Tabla 14: Tabla ejemplo de promedio de velocidades.

		LUNES
MAÑANA	06H00 - 06H59	38,31
	07H00 - 07H59	38,73
	08H00 - 08H59	38,16
	09H00 - 09H59	43,90
	10H00 - 10H59	43,20
	11H00 - 11H59	35,23

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

3.5.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS LAS MUESTRAS.

Una vez tabulados los datos de todas las muestras (NPSeq, caudal y velocidad), se procede al análisis estadístico de estas:

3.5.7.1 LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL.

- Para realizar el análisis por linearización de una función no lineal, se deben obtener los promedios semanales de cada hora, para el nivel de presión sonora y para el caudal.
- La fórmula que se usó es función logarítmica, basándose en esta forma:

Ecuación 2: Linearización de una función no lineal.

$$Leq = A + B * \log(Q)$$

- Para que el análisis no se vuelva muy complejo, se elaboró una tabla donde se muestran el promedio del nivel de presión sonora equivalente semanal, y el cálculo del logaritmo en base 10 del promedio del caudal.
- Al graficarlos NPSeq vs Log(Q), se obtuvo una gráfica representativa, a la cual se le agregó una línea de tendencia, para observar la tendencia lineal de los puntos y así obtener el modelo matemático de linearización de una función no lineal.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

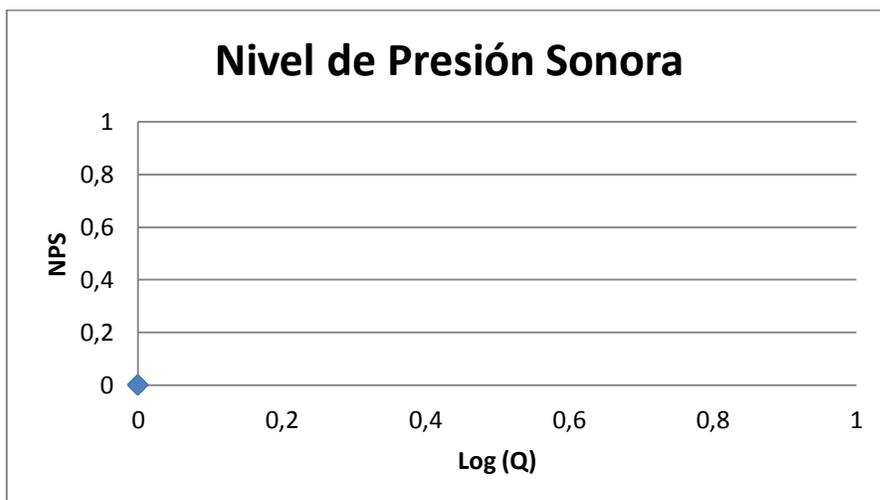
Ejemplo de tablas para aplicar la linearización de una función no lineal.

Tabla 15: Tabla de registro para linearización de una función no lineal.

Hora	Caudal (Q)*12	log(Q)	NPSeq
6:00-6:59			
7:00-7:59			
8:00-8:59			
9:00-9:59			
10:00-10:59			
11:00-11:59			
12:00-12:59			
13:00-13:59			
14:00-14:59			
15:00-15:59			
16:00-16:59			
17:00-17:59			
18:00-18:59			
19:00-19:59			
20:00-20:59			
21:00-21:59			
22:00-22:59			
23:00-23:59			

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Gráfica 2: Gráfica ejemplo para obtener el modelo de linearización de una función no lineal.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

3.5.7.2 ANÁLISIS MULTIVARIANTE.

- Para realizar el análisis multivariante, fue necesario obtener los promedios semanales de los niveles de presión sonora, el caudal y la velocidad promedio.
- Estos datos se los procesaron a través del análisis de datos del Excel, buscando una regresión de varias variables.
- El programa arrojó el análisis multivariante completo con el cual se puede analizar las condiciones de los puntos de investigación más a detalles.
- El análisis multivariante se interpreta bajo la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Analisis multivariante.

$$Leq = y + Ax1 + bx2 \dots + xn$$

Tabla 16: Tabla de registro el análisis multivariante.

Hora	NPSeq	Caudal (Q)*12	Velocidad pro
6:00-6:59			
7:00-7:59			
8:00-8:59			
9:00-9:59			
10:00-10:59			
11:00-11:59			
12:00-12:59			
13:00-13:59			
14:00-14:59			
15:00-15:59			
16:00-16:59			
17:00-17:59			
18:00-18:59			
19:00-19:59			
20:00-20:59			
21:00-21:59			
22:00-22:59			
23:00-23:59			

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

3.5.7.3 VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS.

- Para validar los modelos matemáticos es necesario obtener los niveles de presión sonora que se representarían con los modelos de linearización y de análisis multivariante.
- Una vez obtenido se registran los valores en la siguiente tabla:

Tabla 17: Tabla de registro para la validación de los modelos.

ESTACIÓN						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59						
07H00 - 07H59						
08H00 - 08H59						
09H00 - 09H59						
10H00 - 10H59						
11H00 - 11H59						
12H00 - 12H59						
13H00 - 13H59						
14H00 - 14H59						
15H00 - 15H59						
16H00 - 16H59						
17H00 - 17H59						
18H00 - 18H59						
19H00 - 19H59						
20H00 - 20H59						
21H00 - 21H59						
22H00 - 22H59						
23H00 - 23H59						
X media [dB(A)]				Mínimo [dB(A)]		
IC 99%				Máximo [dB(A)]		
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]				
				Desv. Est. { S }		
				Coef. Corr. { r }		
				\sqrt{n}		

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificaciones del grupo de investigación 2014)

- NPSeq Exp, es el nivel de presión sonora obtenido en la práctica.
- NPSeq LNFL, es el nivel de presión sonora que se obtuvo al aplicar el modelo de linearización de una función no lineal.
- NPSeq AM, es el nivel de presión sonora que se obtuvo al aplicar el modelo de análisis multivariante.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- $Q(A/h)$, es el caudal medido en horas.
- ABS, son los valores absolutos de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante comparados con los medidos experimentalmente.
- IC, es el índice de confianza, el cual nos ayuda a validar los modelos. Si la media de las muestras se encuentra dentro de los índices de confianza, el modelo está validado y se marcará con el color verde claro. De lo contrario, si el modelo no está validado por este proceso se marcará de rojo.

3.5.8 SECTOR SUR OCCIDENTAL.

Finalmente se generaron los modelos matemáticos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante para el sector donde se realizaron las mediciones y muestreos. Para lo cual fue necesario obtener un promedio de los promedios de las estaciones muestreadas.

Para realizar estos modelos matemáticos del sector Sur Occidental, solo se pudieron usar 4 de las 6 estaciones muestreadas, debido a que solo las primeras 4 estaciones de investigación se encuentran dentro del sector Sur Occidental.

Con el fin de obtener los modelos matemáticos, se mantuvo la misma metodología de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante, con la correspondiente validación de estos modelos, se observó al final si se puede representar el sector con los datos obtenidos en la experimentación.

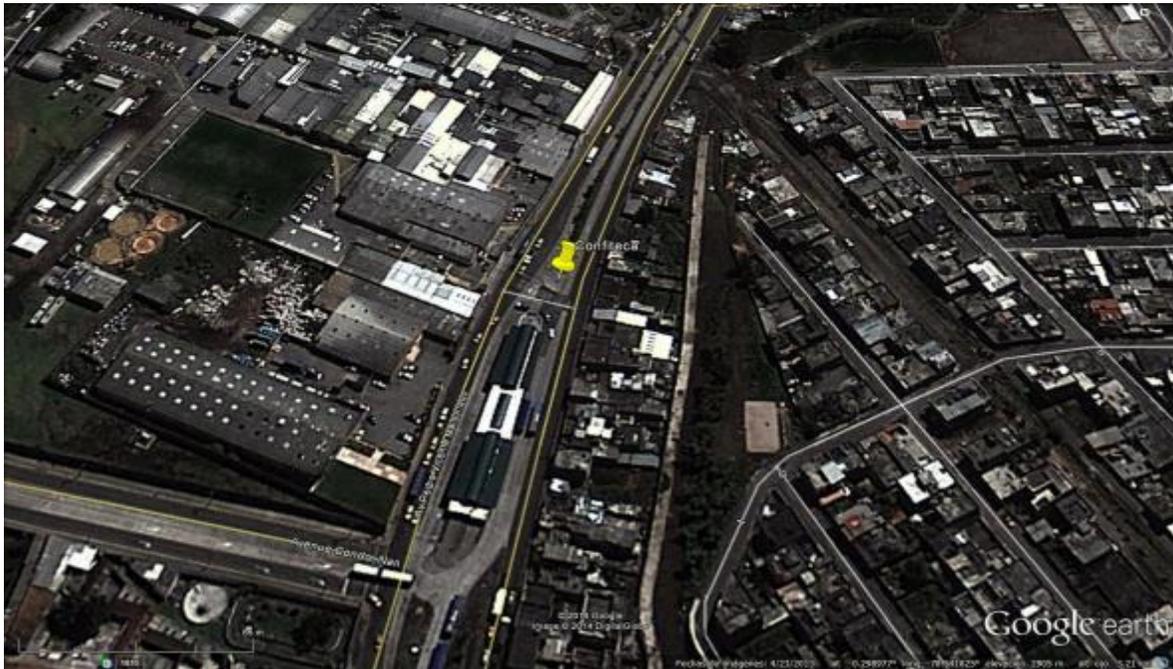
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

CAPÍTULO IV:

4. RESULTADOS.

4.1 ESTACIÓN 1 CONFITECA.

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 773602 UTM 9966949
Altura	2901.2 msnm
Uso de Suelo	Industrial mixto
Periodo de muestreo	Junio-Julio 2014
Tipo de calzada	Asfalto semi-rugoso, concreto rugoso (línea de Ecovía)
Número de carriles	3 Carriles sentido sur-norte y 3 carriles sentido norte-sur.
Lugares de referencia	Candy world, Confiteca, estación de la Ecovía "estación Capulí".
Pendiente	0%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Posee muy poco flujo peatonal en las calles.
- El flujo de buses y vehículos pesados es grande debido a Confiteca, Keramikos y la estación Capulí de la Ecovía.
- Es una avenida recta con pocas intersecciones.
- Posee un parterre de 2 metros entre los 6 carriles (3 sur-norte, 3 norte-sur).
- Por esta avenida circulan, por carril exclusivo, buses articulados de la Ecovía y buses de la ruta Corredor Sur Oriental.
- En la entrada a Confiteca existe un semáforo de dos tiempos, que permite cruzar a los peatones y virar a los vehículos.
- No existen rompe velocidades a lo largo de una gran distancia en ambas direcciones.
- No existen edificios en la zona.
- Existe una diferencia de altura entre el carril Norte-sur y el carril Sur-norte.
- La estación de la Ecovía, Keramikos y Confiteca generan un gran flujo de vehículos pesados en la zona.

4.1.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Para que el proceso de datos sea ordenado se usó tablas de registro para los datos obtenidos. Una vez integrados los datos, como se explicó en la tabla 1 y 2, se fueron registrando en la tabla los niveles de presión sonora según la hora muestreada.

La siguiente es una tabla ejemplo de la integración de ruido de la hora 06h00 – 07h00 del día lunes de la Estación 1 Confiteca. En el anexo 7 se encuentran las tablas completas de la integración de ruido.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 18: Tabla de integración de ruido, Estación 1.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi*10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
6:00	70,00	70,50	68,50	69,30	66,50	72,30	71,10	72,80	79,60	75,50	69,80	69,00	60	0,2	71,2	7,12	13309651,0	2661930,2
6:12	75,30	72,20	72,20	70,30	75,20	60,30	64,30	68,60	69,30	75,30	72,80	71,50	60	0,2	70,6	7,06	11503588,4	2300717,7
6:24	69,60	68,50	64,30	62,00	62,30	61,50	69,80	65,30	75,60	79,60	78,20	74,00	60	0,2	69,2	6,92	8365656,0	1673131,2
6:36	72,30	71,40	73,30	65,60	66,90	68,60	78,50	72,30	71,50	74,50	72,00	70,30	60	0,2	71,4	7,14	13910198,7	2782039,7
6:48	71,00	69,50	65,00	65,00	63,30	62,30	69,80	75,50	69,40	75,00	75,00	73,30	60	0,2	69,5	6,95	8929627,3	1785925,5
													Σ	300			Σ	11203744
																	Log	7,05
																	NPSeq	70,5

(Tabla desarrollada por: Omar Sánchez, 2014)

Una vez obtenido el resultado se registró en la tabla de niveles de presión sonora de la Estación 1 Confiteca. Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 1.

		CONFITECA								
		Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
Mañana	06h00 - 07h00		70,5	70,3	69,8	70,8	70,7	69,8	69	70,1
	07h00 - 08h00		71,7	71,5	71,3	72	72,3	71,7	71,3	71,7
	08h00 - 09h00		72,4	72,1	72,8	72,2	72,5	72,1	71,9	72,3
	09h00 - 10h00		71,3	71,8	71,6	71	71,3	71	71,2	71,3
	10h00 - 11h00		70,5	70,9	70,9	71	71,1	71,5	70,7	70,9
	11h00 - 12h00		70,4	69,8	69,8	69,4	69,1	70,2	71,2	70,0
Tarde	12h00 - 13h00		69,6	69	69,8	70,5	70,1	69,9	72,3	70,2
	13h00 - 14h00		71,6	71,8	70,4	71,2	71,4	70,6	70,8	71,1
	14h00 - 15h00		71	70	70,2	71,2	71,2	70,2	70	70,5
	15h00 - 16h00		71,2	71,7	71,9	71,9	70,9	70,7	70,2	71,2
	16h00 - 17h00		72,1	71,7	71,1	71,5	71,8	71,1	69,6	71,3
	17h00 - 18h00		73	72,6	72,1	72,4	72,4	71,9	68,5	71,8
Noche	18h00 - 19h00		72,5	71,8	71,2	73	72,8	71,1	69,9	71,8
	19h00 - 20h00		71,4	70,6	71,6	70	71,6	70,2	68,8	70,6
	20h00 - 21h00		69,8	69,5	69,5	70,6	71	68,7	67,6	69,5
	21h00 - 22h00		68,1	69,5	68,9	70	70,2	67,1	67,2	68,7
	22h00 - 23h00		69	68,9	67,6	69,2	69	67,8	66,9	68,3
	23h00 - 24h00		68,2	67,5	67	67	67,8	67	66,3	67,3

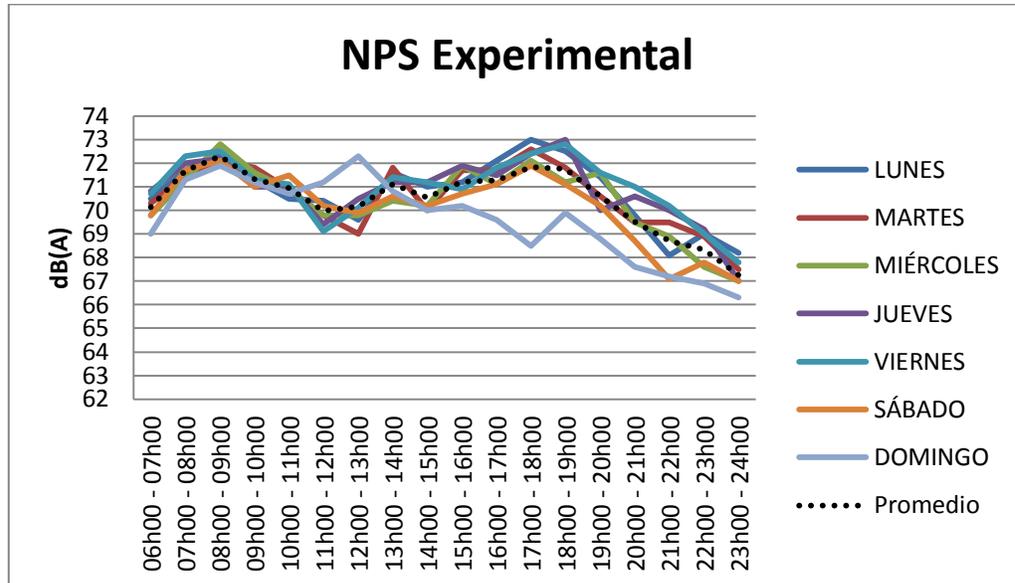
(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Los datos resaltados en color verde representan el promedio semanal por cada hora del día.

El siguiente es un gráfico que representa las mediciones de la estación Confiteca, que permite apreciar de mejor manera el comportamiento del ruido en dicha zona:

Gráfica 3: Nivel de Presión sonora, Estación 1.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El gráfico nos permite observar que en las horas de 11h00 a 13h00 son las más silenciosas en la estación durante las horas de oficina. También permite observar que el día domingo se comporta de diferente manera al resto de días. Siendo el menos ruidoso de la estación Confiteca. Las horas más ruidosas están entre las 08h00-09h00 y las 18h0-19h00.

En la siguiente tabla se registró el flujo vehicular a lo largo del día, discriminando los vehículos en livianos y pesados, mostrando un ejemplo del flujo vehicular del día lunes de la estación Confiteca, debido a que la gran cantidad de datos no se apreciaría bien, sin embargo la tabla completa se encuentra en el anexo 1.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 20: Tabla de registro de Caudal, Estación 1.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	159	34	193
	07H00 - 07H59	168	33	201
	08H00 - 08H59	159	39	198
	09H00 - 09H59	169	34	203
	10H00 - 10H59	174	36	210
	11H00 - 11H59	151	32	183
TARDE	12H00 - 12H59	160	29	189
	13H00 - 13H59	147	28	175
	14H00 - 14H59	144	36	180
	15H00 - 15H59	160	31	191
	16H00 - 16H59	166	33	199
	17H00 - 17H59	179	24	203
NOCHE	18H00 - 18H59	198	28	226
	19H00 - 19H59	207	23	230
	20H00 - 20H59	155	19	174
	21H00 - 21H59	142	21	163
	22H00 - 22H59	109	11	120
	23H00 - 23H59	81	8	89

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Se dividió la tabla en mañana, tarde y noche, con el fin de obtener un cuadro resumen semanal que permita apreciar de mejor manera el comportamiento del caudal en la estación 1 Confiteca. Cabe recalcar que en esta tabla se registraron los caudales en “Numero de vehículos por cada 5 minutos”. Es decir, por ejemplo, en la hora de 06h00-07h00 se midió 193 vehículos en 5 minutos. Para el análisis matemático y estadístico es necesario proyectar a 1 hora las mediciones, como se indica en la metodología de la presente investigación.

En esta tabla se encuentran los promedios diarios divididos en mañana, tarde y noche, y a su vez muestra el promedio semanal del Caudal medido en la mañana, tarde y noche. En esta tabla se puede observar que los días con mayor flujo vehicular de la estación Confiteca.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

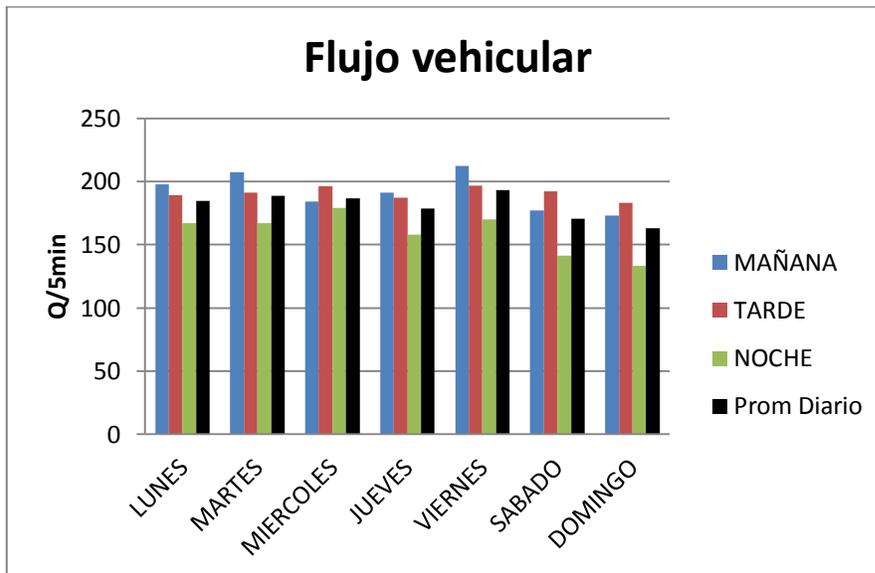
Tabla 21: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 1.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	198	208	184	191	212	177	173	192
TARDE	190	191	197	187	197	193	183	191
NOCHE	167	167	179	158	170	142	133	160
Prom Diario	185	189	187	179	193	170	163	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Para poder apreciar mejor el flujo vehicular se realizó una gráfica de columnas donde se logra observar los días con mayor flujo vehicular. Dicha gráfica se presenta a continuación:

Gráfica 4: Flujo vehicular, Estación 1.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

De esta forma se puede observar el comportamiento diario del caudal en la estación 1 Confiteca. Teniendo como uno de los días con mayor flujo vehicular, el viernes, y como se observa en la gráfica el caudal siempre es mucho menor en las noches.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Con el fin de lograr obtener los datos suficientes para el análisis matemático y estadístico es necesario registrar la velocidad con la que se movilizaron los vehículos en la estación 1 Confiteca. Para lo cual se elaboró las siguientes tablas de registro de las velocidades. Por el tamaño de las tablas es necesario mostrar solo un ejemplo del día lunes, las tablas completas se encontraran en el anexo 1.

Tabla 22: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 1.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	6,60	8,00	8,10	44,44
		6,90	9,90		
		7,20	10,00		
	07H00 - 07H59	7,30	9,50	8,20	43,90
		8,50	7,30		
		10,00	6,60		
	08H00 - 08H59	7,90	6,50	8,53	42,19
		9,80	10,60		
		9,50	6,90		
	09H00 - 09H59	10,30	5,30	8,95	40,22
		15,60	6,10		
		9,60	6,80		
	10H00 - 10H59	10,00	10,30	8,58	41,94
		6,80	8,50		
		6,40	9,50		
	11H00 - 11H59	6,50	10,30	8,07	44,63
		7,20	10,00		
		7,60	6,80		

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

De la misma forma se elaboró una tabla para la velocidad con la que se movilizan los vehículos pesados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 23: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 1.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	13,20	9,50	11,05	32,58
		12,60	8,90		
	07H00 - 07H59	12,50	16,20	12,83	28,07
		12,40	10,20		
	08H00 - 08H59	12,60	10,00	12,30	29,27
		13,20	13,40		
	09H00 - 09H59	12,60	12,30	12,03	29,94
		13,20	10,00		
	10H00 - 10H59	6,60	6,50	7,45	48,32
		9,80	6,90		
	11H00 - 11H59	6,70	6,70	7,60	47,37
		10,20	6,80		

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Finalmente se obtuvo un promedio de las dos velocidades, donde se generó la siguiente tabla:

Tabla 24: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 1.

		CONFITECA							Promedio
		HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	38,51	35,86	36,15	33,82	41,27	40,01	41,17	38,11
	07H00 - 07H59	35,99	33,34	34,75	38,56	37,67	40,59	33,69	36,37
	08H00 - 08H59	35,73	36,75	35,33	36,96	34,08	38,93	37,05	36,41
	09H00 - 09H59	35,08	33,82	36,24	34,78	37,19	42,73	40,18	37,14
	10H00 - 10H59	45,13	46,66	38,99	39,69	35,86	34,94	33,78	39,29
	11H00 - 11H59	46,00	39,95	36,27	37,19	38,18	30,48	32,26	37,19
TARDE	12H00 - 12H59	36,69	39,20	40,02	38,65	32,28	39,61	38,09	37,79
	13H00 - 13H59	35,63	39,38	43,52	35,09	42,33	35,27	32,55	37,68
	14H00 - 14H59	35,26	32,97	34,30	40,61	33,98	30,31	37,12	34,94
	15H00 - 15H59	37,86	29,43	35,80	35,42	34,44	29,39	35,18	33,93
	16H00 - 16H59	45,33	34,60	34,30	39,33	38,39	41,64	45,85	39,92
	17H00 - 17H59	39,60	35,27	37,74	33,33	38,91	41,15	35,96	37,42
NOCHE	18H00 - 18H59	42,54	41,13	35,52	34,62	36,11	38,34	44,98	39,03
	19H00 - 19H59	36,90	31,76	39,96	43,95	42,25	31,16	42,87	38,41
	20H00 - 20H59	39,34	40,58	37,67	43,57	37,97	37,60	37,71	39,21
	21H00 - 21H59	40,04	41,63	34,43	33,45	39,87	43,96	40,54	39,13
	22H00 - 22H59	38,93	47,06	40,83	42,99	35,94	42,57	35,29	40,52
	23H00 - 23H59	47,79	43,35	42,75	34,21	43,30	41,31	35,27	41,14

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

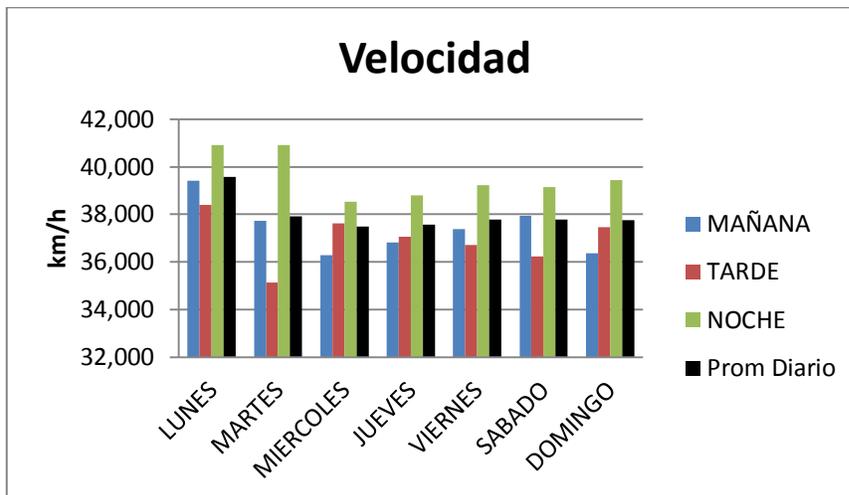
Para apreciar de mejor manera el comportamiento de la velocidad se realizó un cuadro resumen y un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

Tabla 25: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 1.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	39,41	37,73	36,29	36,83	37,38	37,95	36,36	37,42
TARDE	38,40	35,14	37,61	37,07	36,72	36,23	37,46	36,95
NOCHE	40,92	40,92	38,53	38,80	39,24	39,16	39,44	39,57
Prom Diario	39,58	37,93	37,48	37,57	37,78	37,78	37,75	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Gráfica 5: Velocidades promedio, Estación 1.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

- Linearización de una función no lineal:

La realización del método matemático de linearización de una función no lineal se requirió obtener la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 26: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 1.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	70,13	186	2230	3,35
07H00 - 07H59	71,69	189	2270	3,36
08H00 - 08H59	72,29	190	2278	3,36
09H00 - 09H59	71,31	189	2268	3,36
10H00 - 10H59	70,94	207	2481	3,39
11H00 - 11H59	69,99	191	2294	3,36
12H00 - 12H59	70,17	187	2239	3,35
13H00 - 13H59	71,11	195	2342	3,37
14H00 - 14H59	70,54	199	2386	3,38
15H00 - 15H59	71,21	190	2277	3,36
16H00 - 16H59	71,27	180	2162	3,33
17H00 - 17H59	71,84	196	2352	3,37
18H00 - 18H59	71,76	203	2433	3,39
19H00 - 19H59	70,60	211	2527	3,40
20H00 - 20H59	69,53	179	2153	3,33
21H00 - 21H59	68,71	161	1932	3,29
22H00 - 22H59	68,34	113	1353	3,13
23H00 - 23H59	67,26	91	1087	3,04

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Donde,

- Leq es el promedio del nivel de presión sonora.
- Q el caudal medido en 5 minutos.
- Q*12 es el caudal proyectado a una hora.
- LogQ*12 es el logaritmo en base 10 del caudal proyectado en una hora.

El gráfico que se presenta a continuación es la representación del LogQ*12 vs Leq. Con el fin de obtener el modelo matemático por linearización de una función no lineal.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 27: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 1.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	70,1	2230	38,11
07H00 - 07H59	71,7	2270	36,37
08H00 - 08H59	72,3	2278	36,41
09H00 - 09H59	71,3	2268	37,14
10H00 - 10H59	70,9	2481	39,29
11H00 - 11H59	70,0	2294	37,19
12H00 - 12H59	70,2	2239	37,79
13H00 - 13H59	71,1	2342	37,68
14H00 - 14H59	70,5	2386	34,94
15H00 - 15H59	71,2	2277	33,93
16H00 - 16H59	71,3	2162	39,92
17H00 - 17H59	71,8	2352	37,42
18H00 - 18H59	71,8	2433	39,03
19H00 - 19H59	70,6	2527	38,41
20H00 - 20H59	69,5	2153	39,21
21H00 - 21H59	68,7	1932	39,13
22H00 - 22H59	68,3	1353	40,52
23H00 - 23H59	67,3	1087	41,14

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

El análisis multivariante con las variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arrojó como resultado la siguiente formula:

Ecuación 5: Estación 1, Análisis Multivariante método 1.

$$Leq = 69.45 + 0.0026Q - 0.1206v$$

Con un coeficiente de correlación múltiple **R = 0.8323**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

El segundo método usara la siguiente tabla:

Tabla 28: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 1.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	70,1	2230	44,00	32,22
07H00 - 07H59	71,7	2270	42,80	29,94
08H00 - 08H59	72,3	2278	42,65	30,16
09H00 - 09H59	71,3	2268	43,78	30,51
10H00 - 10H59	70,9	2481	40,85	37,74
11H00 - 11H59	70,0	2294	41,87	32,51
12H00 - 12H59	70,2	2239	43,92	31,66
13H00 - 13H59	71,1	2342	42,44	32,92
14H00 - 14H59	70,5	2386	37,92	31,95
15H00 - 15H59	71,2	2277	38,28	29,58
16H00 - 16H59	71,3	2162	45,62	34,22
17H00 - 17H59	71,8	2352	42,43	32,42
18H00 - 18H59	71,8	2433	44,39	33,68
19H00 - 19H59	70,6	2527	43,42	33,40
20H00 - 20H59	69,5	2153	42,13	36,28
21H00 - 21H59	68,7	1932	43,11	35,15
22H00 - 22H59	68,3	1353	44,68	36,35
23H00 - 23H59	67,3	1087	46,03	36,26

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El análisis multivariante con las siguientes variables: Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos Livianos y Velocidad de Vehículos Pesados, arrojó como resultado la siguiente fórmula:

Ecuación 6: Estación 1, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 66.41 + 0.0027Q + 0.1vL - 0.1824vP$$

Con un coeficiente de correlación múltiple **R = 0.8789**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 29: Validación de modelos matemáticos, Estación 1.

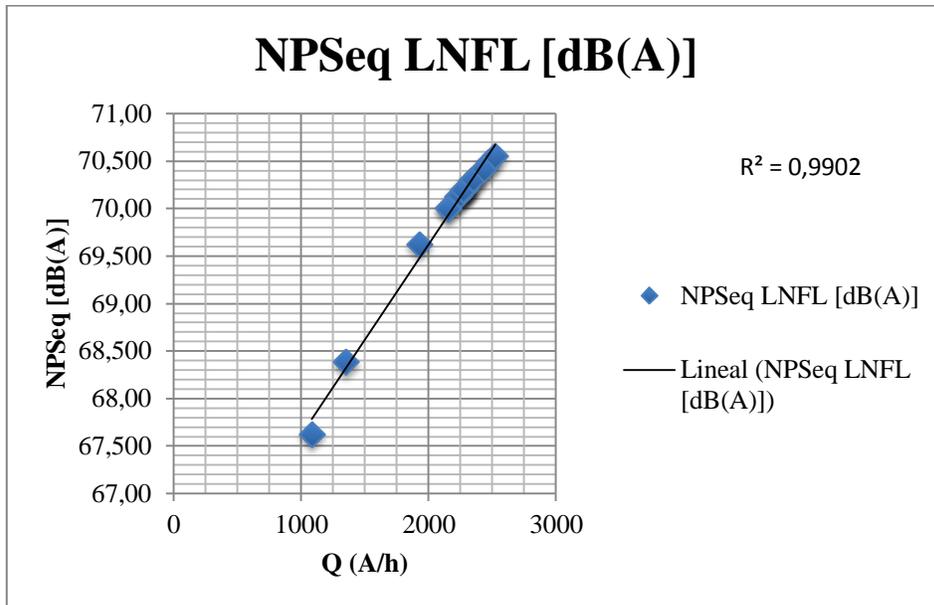
CONFITECA						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
6-7	70,1	70,1	70,7	2230	0,0	0,5
7-8	71,7	70,2	71,0	2270	1,5	0,7
8-9	72,3	70,2	71,0	2278	2,1	1,3
9-10	71,3	70,2	70,9	2268	1,1	0,4
10-11	70,9	70,5	71,2	2481	0,5	0,2
11-12	70,0	70,2	70,9	2294	0,2	0,9
12-13	70,2	70,1	70,7	2239	0,0	0,5
13-14	71,1	70,3	71,0	2342	0,8	0,1
14-15	70,5	70,4	71,4	2386	0,2	0,9
15-16	71,2	70,2	71,3	2277	1,0	0,1
16-17	71,3	70,0	70,3	2162	1,3	1,0
17-18	71,8	70,3	71,1	2352	1,5	0,8
18-19	71,8	70,4	71,1	2433	1,3	0,7
19-20	70,6	70,6	71,4	2527	0,0	0,8
20-21	69,5	70,0	70,3	2153	0,5	0,8
21-22	68,7	69,6	69,8	1932	0,9	1,0
22-23	68,3	68,4	68,1	1353	0,0	0,3
23-24	67,3	67,6	67,3	1087	0,4	0,1
X media [dB(A)]	70,5	70,0	70,5	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,1
IC 99%				Máximo [dB(A)]	2,1	1,3
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]		Desv. Est. { S }	0,7524	1,1133
69,4	70,5	69,8	71,3			
70,5		70,5		Cof. Corr. { r }	0,9951	0,9863
				√n	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

Los siguientes gráficos representan las tendencias de los niveles de presión sonora calculados con los modelos matemáticos de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante y su ajuste lineal. Comprobando así que los modelos están validados y representan el comportamiento de la Estación 1 Confiteca.

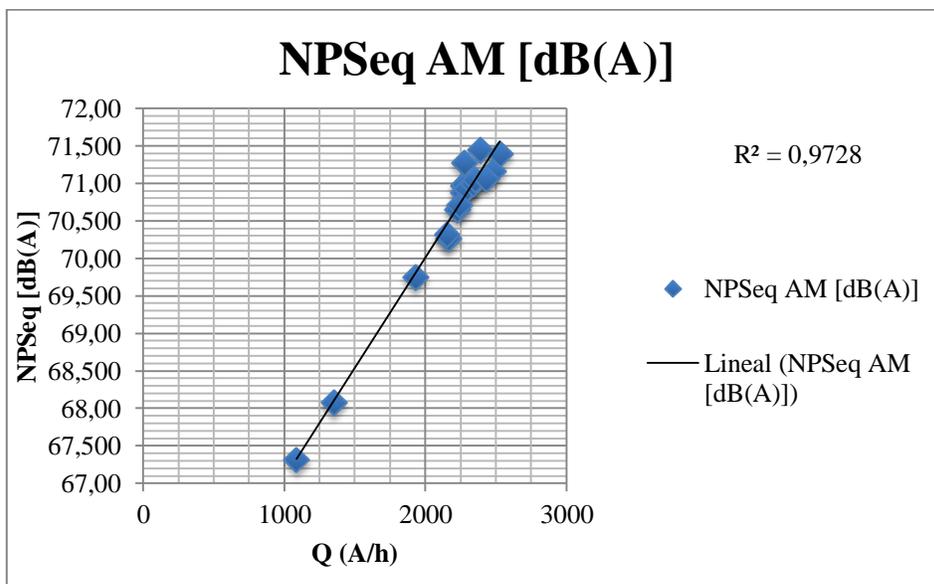
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 7: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 1 Confiteca.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 8 Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 1 Confiteca.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.2 ESTACIÓN 2 UNIVERSIDAD SALESIANA SUR.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 772832 UTM 9968925
Altura	2874.4 msnm
Uso de Suelo	Residencial Mixto
Periodo de muestreo	Junio-Julio 2014
Tipo de calzada	Asfalto liso con algunos hoyos en él.
Número de carriles	3 carriles E-O, 3 carriles O-E en la Avenida Moran Valverde. 2 carriles N-S y 2 carriles S-N, en la calle Rumichaca
Lugares de referencia	Esquina de la Universidad Salesiana Sur,
Pendiente	0%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Alto flujo peatonal.
- Posee gran flujo de vehículos pesados en la avenida Moran Valverde.
- Es una de las principales vías de acceso a la Avenida Mariscal Antonio José de Sucre.
- En la Avenida Moran Valverde existe un parterre grande con elevaciones de vegetación y árboles de gran tamaño.
- En la calle Rumichaca existe un parterre pequeño a partir de la intersección hacia la Universidad Salesiana.
- Existe un puente peatonal.
- En la intersección existe semaforización para cada sentido de la intersección en ambas calles, y un semáforo que permite virar de la Av. Moran Valverde hacia la calle Rumichaca.
- No existen rompe velocidades en la intersección ni cerca de ella.
- Existen edificios con un máximo de 3 pisos.
- Existe constante presencia de policías metropolitanos que ayudan a regular el tráfico.
- Es una zona conflictiva con respecto a que los conductores tienden a utilizar la bocina con regularidad.
- El día domingo existe Ciclo Paseo, donde se usa el carril S-N de la calle Rumichaca.

4.2.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Como en la presentación de resultados de la estación 1 Confiteca se explicó a detalle el levantamiento de datos y la presentación de resultados y ya se conoce la metodología, en esta estación y en las siguientes se presentaran los resultados de manera más concisa y directa.

Se presentará a continuación un ejemplo de la hora 06h00-07h00 del día lunes de la integración de ruido en la estación 2 Salesiana. De la misma forma la información completa estará detallada en el anexo 7.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 30: Tabla de integración de ruido, Estación 2.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}	
6:00	68,30	72,20	71,30	75,30	72,40	69,50	68,30	65,00	65,00	62,30	69,80	70,00	60	0,2	69,1	6,91	8159558,6	1631911,7	
6:12	61,30	62,50	69,80	65,00	65,30	64,00	64,90	72,00	71,50	73,30	70,30	64,00	60	0,2	67,0	6,70	5002264,7	1000452,9	
6:24	75,30	69,80	75,50	78,60	79,30	85,30	81,00	72,20	68,30	62,30	61,00	64,90	60	0,2	72,8	7,28	19018079,9	3803616	
6:36	65,30	69,60	71,00	72,30	70,30	85,00	86,30	69,30	65,00	65,30	72,30	69,80	60	0,2	71,8	7,18	15106597,8	3021319,6	
6:48	71,20	75,00	75,30	72,20	63,30	64,50	75,60	86,00	85,00	65,30	75,00	78,90	60	0,2	73,9	7,39	24783729,9	4956746	
													Σ	300			Σ	14414046	
															Log	7,16			
															NPSeq	71,6			

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se procedió a continuación a registrar las mediciones de cada hora en la tabla de Niveles de Presión Sonora. A continuación se presentan los resultados de las mediciones diarias de los Niveles de Presión Sonora de la estación 2 Salesiana:

Tabla 31: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 2.

		UNIVERSIDAD SALESIANA SUR							
NPSeq dB(A)	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
Mañana	06h00 - 07h00	71,6	71,5	71,9	70,9	72	70,2	70,1	71,2
	07h00 - 08h00	73,7	72,3	72,3	72,5	72,9	71,4	70,6	72,2
	08h00 - 09h00	71,7	71,7	71,9	71,5	71,9	71,2	69,4	71,3
	09h00 - 10h00	71,3	70,5	70,8	70,7	70,4	69,9	69,2	70,4
	10h00 - 11h00	70,5	70,8	70,5	70,3	70,9	70,6	67,9	70,2
	11h00 - 12h00	72	72,7	71,4	72,7	72,5	71,5	69,1	71,7
Tarde	12h00 - 13h00	73,9	74,3	72,9	73,1	73,2	72,2	68	72,5
	13h00 - 14h00	71	70,9	70,8	68,9	71,9	70,1	69	70,4
	14h00 - 15h00	73,2	72	73,4	71,4	72,7	70,1	70,5	71,9
	15h00 - 16h00	72,1	71,7	72,6	72,5	72,6	70	70	71,6
	16h00 - 17h00	72,2	72,1	72,2	72,8	72,3	70,4	69,3	71,6
	17h00 - 18h00	72,4	72,4	72,3	72,8	72,2	71,5	65,7	71,3
Noche	18h00 - 19h00	73,8	73,3	72,6	74,7	73,3	71,4	64,8	72,0
	19h00 - 20h00	70,9	70,1	70,9	71,7	70,6	70,3	65,6	70,0
	20h00 - 21h00	69,7	69,7	69,2	70	70,1	69,6	67,1	69,3
	21h00 - 22h00	66,5	67,6	65,8	66,7	65,2	65,4	66,1	66,2
	22h00 - 23h00	64,1	65,7	61,3	63,9	63,3	62,2	63,1	63,4
	23h00 - 24h00	62,1	62,6	60,9	61,7	62	61,8	60,6	61,7

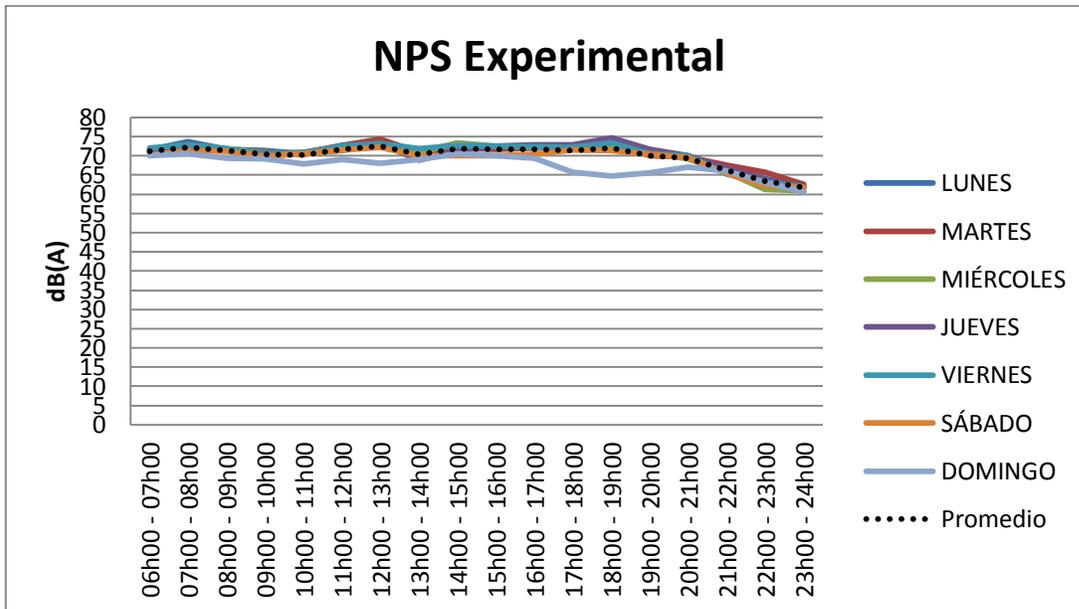
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

El color más oscuro en la tabla representa las horas del ciclo paseo que son de 08h00 a 14h00.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento del ruido de la estación 2 Salesiana.

Gráfica 9: Nivel de Presión sonora, Estación 2.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se representa los datos en una constancia, con pocos picos no muy representativos. Se puede observar que las mediciones en el día domingo siempre son menores que el resto de la semana.

Esta constancia en las mediciones se da debido a los pocos vacíos de ruido generado por semáforos o tráfico, ya que cuando un semáforo esta en rojo para la avenida Morán Valverde, para la calle Rumichaca está en verde.

En la siguiente tabla se detallan los resultados tabulados de las mediciones del flujo vehicular, discriminando livianos y pesados. Como la información es muy grande se explicara el ejemplo del día lunes de la estación 2 Salesiana, la información completa se encuentra en el anexo 2.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 32: Tabla de registro de Caudal, Estación 2.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	217	23	240
	07H00 - 07H59	240	25	265
	08H00 - 08H59	263	21	284
	09H00 - 09H59	243	27	270
	10H00 - 10H59	238	31	269
	11H00 - 11H59	239	29	268
TARDE	12H00 - 12H59	217	23	240
	13H00 - 13H59	240	25	265
	14H00 - 14H59	263	21	284
	15H00 - 15H59	243	27	270
	16H00 - 16H59	238	31	269
	17H00 - 17H59	239	29	268
NOCHE	18H00 - 18H59	217	23	240
	19H00 - 19H59	240	25	265
	20H00 - 20H59	263	21	284
	21H00 - 21H59	243	27	270
	22H00 - 22H59	238	31	269
	23H00 - 23H59	239	29	268

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Se realizó una tabla resumen para poder apreciar de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular de vehículos livianos y pesados en la estación 2 Salesiana.

Tabla 33: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 2.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	266	266	270	270	260	252	226	259
TARDE	273	273	276	243	266	256	201	255
NOCHE	206	180	210	214	205	153	137	186
Prom Diario	248	240	252	242	244	220	188	

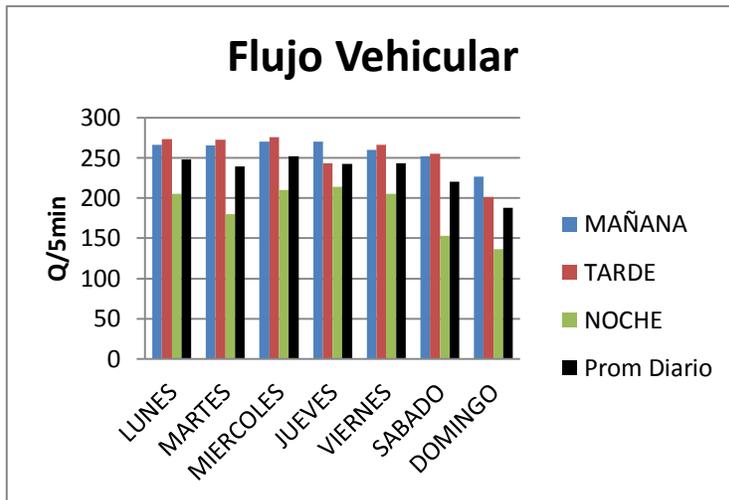
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En esta tabla se puede observar que los días donde más circulan vehículos son los lunes y los miércoles. También se puede observar que en las mañanas es cuando existe mayor flujo vehicular.

El siguiente es un gráfico de columnas, con el fin de que los datos sean mejor interpretados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 10: Flujo vehicular, Estación 2.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

En flujo vehicular el Ciclo paseo también afecta, sin embargo el flujo de vehículos no cambia demasiado frente a esta regulación.

Continuando con la metodología de la investigación, las mediciones tabuladas de la velocidad de los vehículos livianos en la estación 2 Salesiana, son las siguientes:

Tabla 34: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 2.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	9,40	7,00	7,30	49,32
		8,80	6,00		
		6,60	6,00		
	07H00 - 07H59	12,40	8,00	10,27	35,06
		10,00	8,60		
		12,30	10,30		
	08H00 - 08H59	10,00	6,40	7,42	48,54
		7,40	6,70		
		7,50	6,50		
	09H00 - 09H59	7,50	7,10	9,22	39,06
		7,70	10,20		
		9,60	13,20		
	10H00 - 10H59	7,40	14,50	11,23	32,05
		8,50	16,00		
		7,70	13,30		
	11H00 - 11H59	6,20	12,20	9,23	38,99
		10,00	10,10		
		6,90	10,00		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Los registros de las mediciones de velocidades de vehículos livianos y pesados, se encuentran completas en el anexo 2. Se mostrará un ejemplo de las velocidades medidas en la mañana del día lunes de la estación 2 Salesiana:

Tabla 35: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 2.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	10,00	15,00	10,83	33,26
		9,80	8,50		
	07H00 - 07H59	10,30	10,00	9,70	37,11
		8,60	9,90		
	08H00 - 08H59	12,30	13,80	13,43	26,82
		12,40	15,20		
	09H00 - 09H59	15,60	13,40	12,05	29,88
		13,00	6,20		
	10H00 - 10H59	12,50	10,00	10,20	35,29
		9,80	8,50		
	11H00 - 11H59	7,50	10,00	9,30	38,71
		10,20	9,50		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Los promedios de las velocidades de livianos y pesados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 36: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 2.

		UNIVERSIDAD SALESIANA SUR							Promedio
	HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	41,29	36,58	40,66	41,53	38,39	38,72	36,48	39,09
	07H00 - 07H59	36,09	34,56	38,45	35,64	33,52	43,11	35,82	36,74
	08H00 - 08H59	37,68	40,04	35,29	35,35	33,19	39,59	48,80	38,56
	09H00 - 09H59	34,47	38,45	32,23	36,68	32,88	37,24	38,68	35,80
	10H00 - 10H59	33,67	37,00	30,62	35,18	37,13	34,36	32,23	34,31
	11H00 - 11H59	38,85	34,49	40,79	38,00	39,55	27,55	35,76	36,43
TARDE	12H00 - 12H59	36,61	36,46	41,07	43,65	35,57	33,89	34,44	37,38
	13H00 - 13H59	39,80	34,52	32,56	32,18	36,75	32,53	38,52	35,27
	14H00 - 14H59	36,16	35,89	36,71	39,03	43,84	31,96	36,11	37,10
	15H00 - 15H59	31,78	34,11	37,48	39,96	39,88	38,78	34,27	36,61
	16H00 - 16H59	35,48	35,21	33,54	35,95	35,88	41,32	35,96	36,19
	17H00 - 17H59	36,45	31,92	35,57	37,40	33,75	46,10	44,67	37,98
NOCHE	18H00 - 18H59	38,51	45,99	34,97	34,05	33,43	37,43	37,30	37,38
	19H00 - 19H59	39,36	41,44	35,07	36,45	38,17	40,63	35,69	38,12
	20H00 - 20H59	39,01	38,57	39,67	35,66	41,00	35,63	39,59	38,45
	21H00 - 21H59	34,68	32,42	33,72	34,52	33,47	43,27	33,59	35,10
	22H00 - 22H59	37,86	45,46	33,99	37,36	33,91	35,82	41,70	38,01
	23H00 - 23H59	45,06	37,88	36,71	36,81	40,81	39,64	39,54	39,49

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Para apreciar de mejor manera el comportamiento de la velocidad se realizó un cuadro resumen con un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

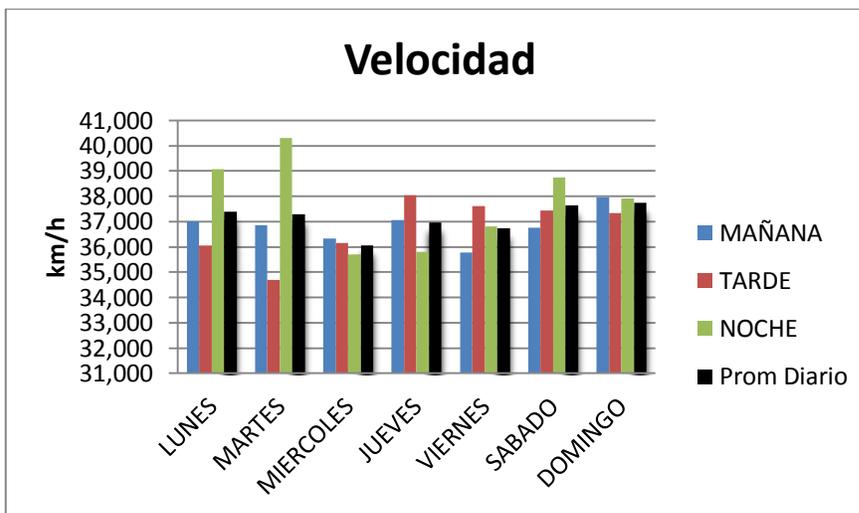
Tabla 37: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 2.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	37,01	36,85	36,34	37,06	35,78	36,76	37,96	36,82
TARDE	36,05	34,68	36,15	38,03	37,61	37,43	37,33	36,75
NOCHE	39,08	40,29	35,69	35,81	36,80	38,74	37,90	37,76
Prom Diario	37,38	37,28	36,06	36,97	36,73	37,64	37,73	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

No se siente el efecto del Ciclopaseo en lo que se refiere a velocidades. Se puede observar que a lo largo de la semana las velocidades se mantienen constantes, esto debido a que las calles y las intersecciones no permiten circular a mayores velocidades.

Gráfica 11: Velocidades promedio, Estación 2.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se observa en la gráfica las velocidades promedio entre livianos y pesados, donde el martes en la noche se registraron las mayores velocidades. Mientras que el miércoles se registraron las velocidades más bajas.

- Linearización de una función no lineal:

Con el objetivo de realizar el modelo matemático de linearización de una función no lineal se realizó la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

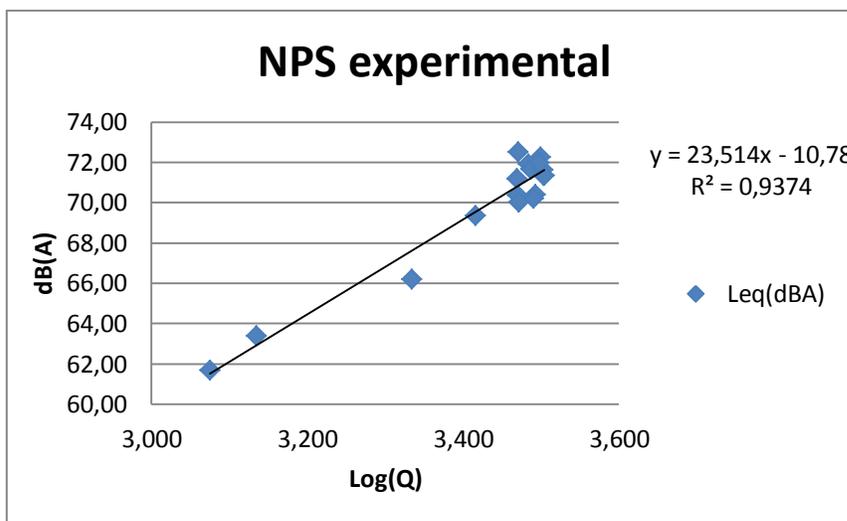
Tabla 38: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 2.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	71,17	245	2945	3,47
07H00 - 07H59	72,24	263	3154	3,50
08H00 - 08H59	71,33	266	3187	3,50
09H00 - 09H59	70,40	259	3111	3,49
10H00 - 10H59	70,21	258	3094	3,49
11H00 - 11H59	71,70	260	3125	3,49
12H00 - 12H59	72,51	246	2955	3,47
13H00 - 13H59	70,37	246	2947	3,47
14H00 - 14H59	71,90	254	3048	3,48
15H00 - 15H59	71,64	256	3067	3,49
16H00 - 16H59	71,61	265	3178	3,50
17H00 - 17H59	71,33	266	3190	3,50
18H00 - 18H59	71,99	262	3144	3,50
19H00 - 19H59	70,01	247	2959	3,47
20H00 - 20H59	69,34	217	2604	3,42
21H00 - 21H59	66,19	180	2157	3,33
22H00 - 22H59	63,37	114	1365	3,13
23H00 - 23H59	61,67	99	1188	3,07

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

De esta tabla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfica 12: Linearización de una Función no Lineal, Estación 2.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El modelo matemático de linearización de una función no lineal es el siguiente:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 7: Estación 2, Linearización de una función no lineal.

$$Leq = -10.78 + 23.514 \text{ Log}(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.9682**

- Análisis Multivariante:

Al igual que la estación 1 Confiteca, se realizaron dos métodos para comparar los modelos y cual se ajusta más a la realidad.

El primer método tiene la siguiente tabla:

Tabla 39: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 2.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	71,2	2945	39,09
07H00 - 07H59	72,2	3154	36,74
08H00 - 08H59	71,3	3187	38,56
09H00 - 09H59	70,4	3111	35,80
10H00 - 10H59	70,2	3094	34,31
11H00 - 11H59	71,7	3125	36,43
12H00 - 12H59	72,5	2955	37,38
13H00 - 13H59	70,4	2947	35,27
14H00 - 14H59	71,9	3048	37,10
15H00 - 15H59	71,6	3067	36,61
16H00 - 16H59	71,6	3178	36,19
17H00 - 17H59	71,3	3190	37,98
18H00 - 18H59	72,0	3144	37,38
19H00 - 19H59	70,0	2959	38,12
20H00 - 20H59	69,3	2604	38,45
21H00 - 21H59	66,2	2157	35,10
22H00 - 22H59	63,4	1365	38,01
23H00 - 23H59	61,7	1188	39,49

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Este método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arroja como resultado el siguiente modelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 8: Estación 2, Análisis multivariante método 1.

$$Leq = 48.93 + 0.005Q + 0.1857Vt$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9742**

El segundo método tiene la siguiente tabla:

Tabla 40: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 2.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	71,2	2945	44,81	33,37
07H00 - 07H59	72,2	3154	40,69	32,79
08H00 - 08H59	71,3	3187	43,66	33,46
09H00 - 09H59	70,4	3111	41,11	30,50
10H00 - 10H59	70,2	3094	36,30	32,32
11H00 - 11H59	71,7	3125	39,15	33,70
12H00 - 12H59	72,5	2955	42,06	32,70
13H00 - 13H59	70,4	2947	40,53	30,01
14H00 - 14H59	71,9	3048	40,94	33,26
15H00 - 15H59	71,6	3067	41,89	31,33
16H00 - 16H59	71,6	3178	40,32	32,06
17H00 - 17H59	71,3	3190	41,93	36,02
18H00 - 18H59	72,0	3144	42,07	32,69
19H00 - 19H59	70,0	2959	41,19	35,04
20H00 - 20H59	69,3	2604	43,08	33,82
21H00 - 21H59	66,2	2157	38,91	31,28
22H00 - 22H59	63,4	1365	40,26	35,77
23H00 - 23H59	61,7	1188	43,63	35,36

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Este método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos livianos y Velocidad de Vehículos Pesados. Arroja como resultado el siguiente modelo:

Ecuación 9: Estación 2, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 50.72 + 0.004Q + 0.1264Vl + 0.0051Vp$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9742**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 41: Validación de modelos matemáticos, Estación 2.

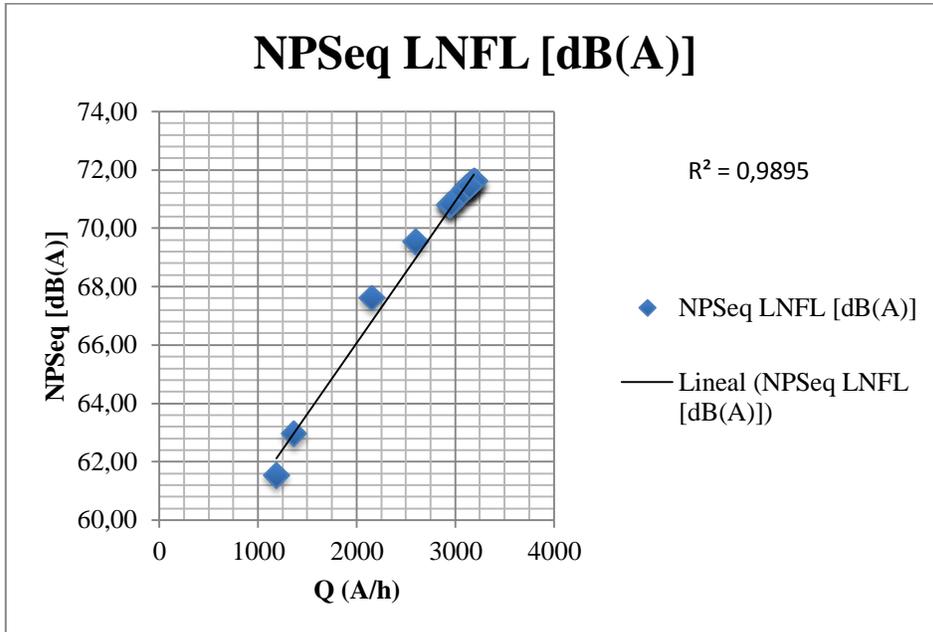
SALESIANA						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59	71,2	70,8	70,9	2945	0,4	0,3
07H00 - 07H59	72,2	71,5	71,5	3154	0,7	0,7
08H00 - 08H59	71,3	71,6	72,0	3187	0,3	0,7
09H00 - 09H59	70,4	71,4	71,1	3111	1,0	0,7
10H00 - 10H59	70,2	71,3	70,8	3094	1,1	0,6
11H00 - 11H59	71,7	71,4	71,3	3125	0,3	0,4
12H00 - 12H59	72,5	70,8	70,6	2955	1,7	1,9
13H00 - 13H59	70,4	70,8	70,2	2947	0,4	0,2
14H00 - 14H59	71,9	71,1	71,1	3048	0,8	0,8
15H00 - 15H59	71,6	71,2	71,1	3067	0,4	0,6
16H00 - 16H59	71,6	71,6	71,5	3178	0,0	0,1
17H00 - 17H59	71,3	71,6	71,9	3190	0,3	0,6
18H00 - 18H59	72,0	71,5	71,6	3144	0,5	0,4
19H00 - 19H59	70,0	70,8	70,8	2959	0,8	0,8
20H00 - 20H59	69,3	69,5	69,1	2604	0,2	0,3
21H00 - 21H59	66,2	67,6	66,2	2157	1,4	0,0
22H00 - 22H59	63,4	62,9	62,8	1365	0,4	0,6
23H00 - 23H59	61,7	61,5	62,2	1188	0,2	0,5
X media [dB(A)]	69,9	69,9	69,8	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,0
IC 99%				Máximo [dB(A)]	1,7	1,9
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]		Desv. Est. { S }	2,9755	2,9690
67,9	72,0	67,8	71,8			
69,9		69,9		Coef. Corr. { r }	0,9947	0,9964
				√n	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

En las siguientes gráficas se puede observar el ajuste lineal para los modelos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante, comprobando también su validación para la Estación 2 Salesiana.

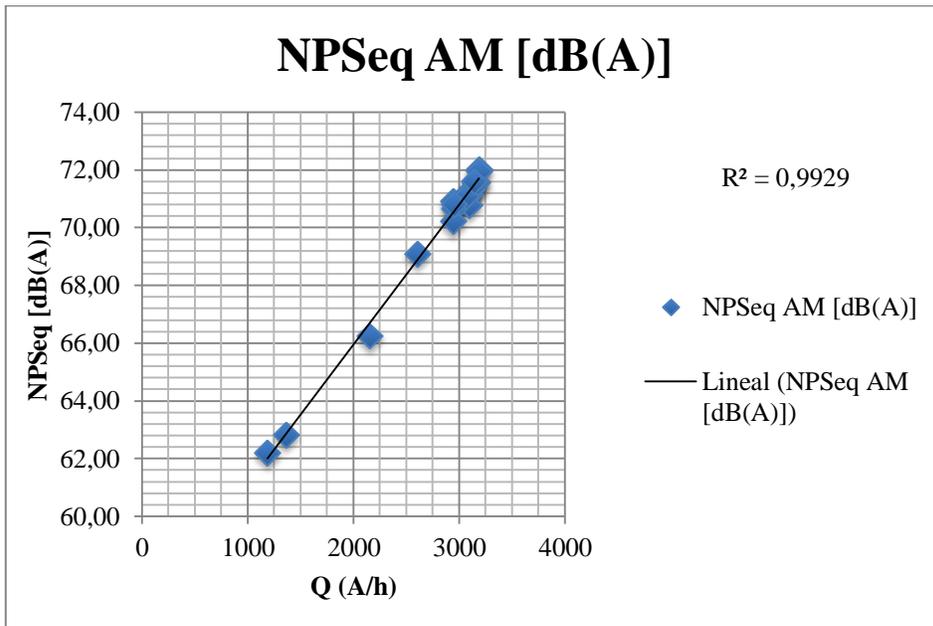
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 13 Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 2 Salesiana.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 14: Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 2 Salesiana.

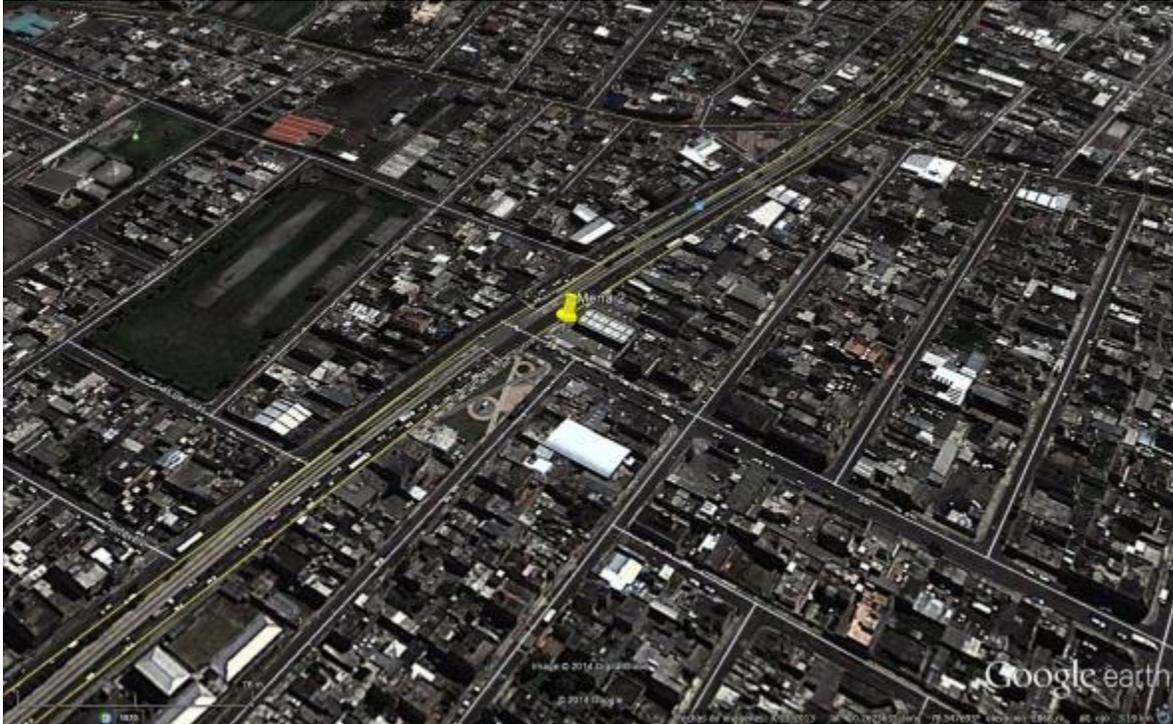


(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.3 ESTACIÓN 3 MENA 2.

4.3.1 DEFINICIÓN DE LA ESTACIÓN.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 772949 UTM 9970994
Altura	2865.4 msnm
Uso de Suelo	Residencial Mixto
Periodo de muestreo	Mayo-Junio 2014
Tipo de calzada	Asfalto liso, concreto rugoso de carril exclusivo.
Número de carriles	3 carriles N-S, 3 carriles S-N.
Lugares de referencia	Gasolinera Terpel, Estación de buses "La Mena 2".
Pendiente	0%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Alto flujo peatonal.
- Alto flujo de vehículos pesados.
- Posee un carril exclusivo para la movilización del Corredor Sur Occidental.
- El parterre es de tamaño muy pequeño y posee escasa vegetación.
- Existe una pequeña plaza al frente de la gasolinera Terpel.
- No existen edificios en la zona, solo casa de 3 pisos.
- Hay un semáforo que frena el tráfico en la esquina de la pequeña plaza, en la cual el flujo proveniente de la calle Ecuador entra a la Av. Mariscal Sucre.
- No existen rompe velocidades en la Avenida.
- La gasolinera atiende a un alto número de vehículos.
- Por las noches atienden lugares de distracción nocturna como discotecas o bares en esta zona.
- Es una vía de velocidad baja, debido al gran número de vehículos y al pequeño número de carriles.
- A lo largo de la Av. Mariscal Sucre existen varios semáforos, contando con 2 semáforos seguidos en la estación 3 Mena 2.

4.3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Se presentará a continuación un ejemplo de la hora 06h00-07h00 del día lunes de la integración de ruido en la estación 3 Mena 2. De la misma forma, la información completa se encuentra detallada en el anexo 7.

Tabla 42: Tabla de integración de ruido, Estación 3.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
6:00	73,10	71,90	70,30	73,00	74,00	71,60	75,70	72,20	69,00	68,20	69,40	68,60	60	0,2	71,4	7,14	13856918,6	2771383,7
6:12	65,80	66,80	69,90	65,90	77,30	73,40	71,10	74,70	77,30	76,70	77,30	80,50	60	0,2	73,1	7,31	20222429,7	4044485,9
6:24	67,60	70,10	80,20	77,60	68,00	77,40	73,60	78,80	79,00	73,00	71,50	76,30	60	0,2	74,4	7,44	27701290,4	5540258,1
6:36	82,40	86,70	77,40	76,90	73,00	73,70	73,40	74,20	74,10	77,40	77,20	73,80	60	0,2	76,7	7,67	46594358,1	9318871,6
6:48	78,50	75,40	83,30	76,80	73,00	79,50	73,40	68,70	73,00	74,20	66,90	62,20	60	0,2	73,7	7,37	23668278,3	4733655,7
													Σ	300			Σ	26408655
																	Log	7,42
																	NPSeq	74,2

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

De la misma forma se procedió a registrar las mediciones en la tabla de Niveles de presión Sonora. A continuación se presentan los resultados de las mediciones diarias de los niveles de presión sonora de la estación 3 Mena 2:

Tabla 43: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 3.

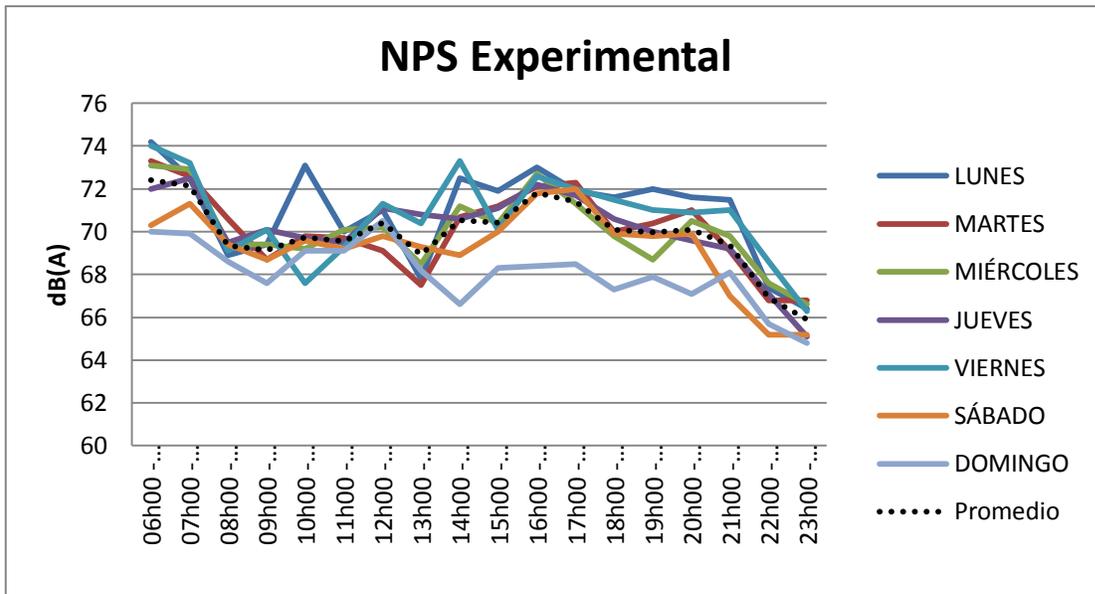
		LA MENA 2							
NPS _{eq} dB(A)	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
Mañana	06h00 - 07h00	74,2	73,3	73,1	72	74	70,3	70	72,4
	07h00 - 08h00	72,5	72,6	72,9	72,5	73,2	71,3	69,9	72,1
	08h00 - 09h00	68,9	70,6	69,4	69,5	69,1	69,4	68,6	69,4
	09h00 - 10h00	69,4	68,7	69,4	70,1	70,1	68,7	67,6	69,1
	10h00 - 11h00	73,1	69,8	69,2	69,7	67,6	69,6	69,1	69,7
	11h00 - 12h00	70	69,7	70,1	69,5	69,3	69,2	69,1	69,6
Tarde	12h00 - 13h00	71	69,1	70,2	71,1	71,3	69,8	70,5	70,4
	13h00 - 14h00	67,8	67,5	68,5	70,8	70,4	69,3	68,2	68,9
	14h00 - 15h00	72,5	70,7	71,2	70,6	73,3	68,9	66,6	70,5
	15h00 - 16h00	71,9	71,2	70,4	71,1	70,1	70	68,3	70,4
	16h00 - 17h00	73	72,1	72,7	72,2	72,6	71,8	68,4	71,8
	17h00 - 18h00	71,9	72,3	71,3	71,7	72	72	68,5	71,4
Noche	18h00 - 19h00	71,6	70	69,8	70,6	71,5	69,9	67,3	70,1
	19h00 - 20h00	72	70,4	68,7	70	71	69,8	67,9	70,0
	20h00 - 21h00	71,6	71	70,5	69,6	70,9	69,9	67,1	70,1
	21h00 - 22h00	71,5	69,1	69,8	69,2	71	67	68,1	69,4
	22h00 - 23h00	67,4	66,8	67,6	67,1	68,6	65,2	65,7	66,9
	23h00 - 24h00	66,4	66,8	66,6	65,1	66,3	65,2	64,8	65,9

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento del ruido de la estación 3 Mena 2.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 15: Nivel de Presión sonora, Estación 3.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se presentan varios picos alrededor del día, siendo las horas más ruidosas las 06h00-07h00. En el día lunes se presenta un pico a las 10h00, debido a que en esa medición hubo gran flujo vehicular de vehículos pesados.

Se puede observar que el día domingo se encuentra a un nivel de ruido mucho menor que el resto de los días, en especial en la tarde.

Los picos en la gráfica fueron resultado de la presencia de semáforos, de un alto flujo de vehículos pesados y del ancho de la avenida que genera tráfico a casi toda hora.

En la siguiente tabla se detallan los resultados tabulados de las mediciones del flujo vehicular, discriminando livianos y pesados. Como la información es muy grande se explicara el ejemplo del día lunes de la estación 3 Mena 2, la información completa se encuentra en el anexo 3.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 44: Tabla de registro de Caudal, Estación 3.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	249	51	300
	07H00 - 07H59	229	42	271
	08H00 - 08H59	203	38	241
	09H00 - 09H59	232	36	268
	10H00 - 10H59	219	41	260
	11H00 - 11H59	215	45	260
TARDE	12H00 - 12H59	251	30	281
	13H00 - 13H59	225	40	265
	14H00 - 14H59	258	38	296
	15H00 - 15H59	241	41	282
	16H00 - 16H59	240	35	275
	17H00 - 17H59	234	26	260
NOCHE	18H00 - 18H59	227	28	255
	19H00 - 19H59	216	26	242
	20H00 - 20H59	212	24	236
	21H00 - 21H59	203	17	220
	22H00 - 22H59	156	10	166
	23H00 - 23H59	99	9	108

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

A continuación se presenta un cuadro resumen el cual ayuda a apreciar de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular de vehículos livianos y pesados en la estación 3 Mena 2.

Tabla 45: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 3.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	267	269	270	277	289	285	267	275
TARDE	277	272	272	265	267	262	254	267
NOCHE	205	203	216	205	228	226	172	208
Prom Diario	249	248	253	249	261	258	231	

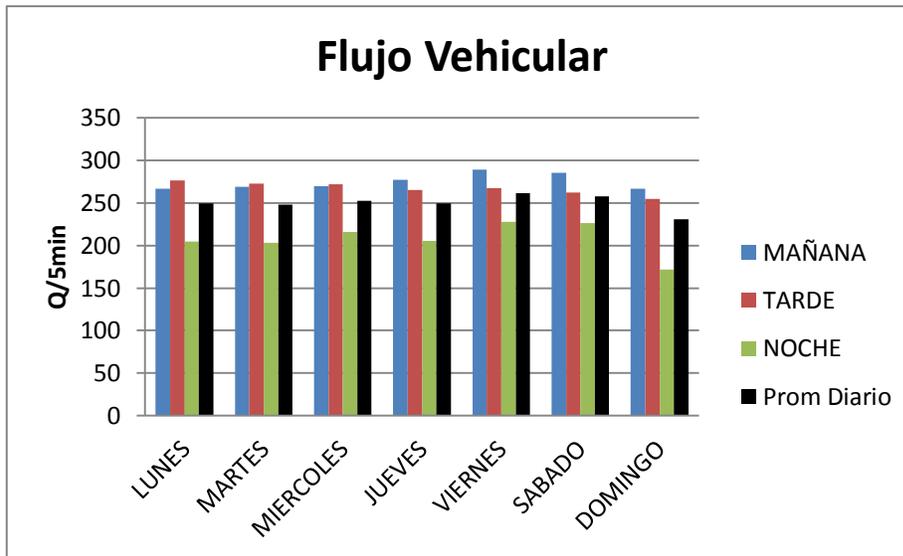
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En este cuadro se puede observar que los días donde más circulan vehículos son los viernes y los sábados. Como se muestra en las anteriores estaciones, en las mañanas es cuando existe mayor flujo vehicular.

El siguiente es un gráfico de columnas, con el fin de que los datos sean mejor interpretados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 16: Flujo vehicular, Estación 3.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Pero como se observó en el cuadro resumen, los días con mayor flujo vehicular son los días viernes y sábado.

Continuando con la metodología de la investigación, las mediciones tabuladas de la velocidad de los vehículos livianos en la estación 3 Mena 2, son las siguientes:

Tabla 46: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 3.

		LIVIANOS			
		LUNES			
MAÑANA	06H00 - 06H59	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
		6,80	7,90		
		6,90	7,50		
	07H00 - 07H59	8,60	9,50	7,87	45,76
		6,30	7,90		
		8,10	7,40		
	08H00 - 08H59	10,60	8,10	8,07	44,63
		8,10	7,50		
		6,60	6,00		
	09H00 - 09H59	6,50	7,20	6,98	51,55
		7,70	12,30		
		7,60	6,90		
	10H00 - 10H59	9,20	8,50	8,70	41,38
		7,60	9,40		
		8,40	8,50		
	11H00 - 11H59	6,60	7,10	7,93	45,38
		8,20	7,20		
		9,50	7,60		
		6,60	8,10	7,87	45,76

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Los registros de las mediciones de velocidades de vehículos livianos y pesados, se encuentran completas en el anexo 3. Se mostrará un ejemplo de las velocidades medidas en la mañana del día lunes de la estación 3 Mena 2:

Tabla 47: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 3.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	12,30	12,10	12,73	28,29
		10,50	16,00		
	07H00 - 07H59	9,60	10,60	11,10	32,43
		10,20	14,00		
	08H00 - 08H59	16,50	12,60	15,53	23,19
		18,00	15,00		
	09H00 - 09H59	10,20	11,20	12,50	28,80
		16,20	12,40		
	10H00 - 10H59	9,90	10,50	9,60	37,50
		9,80	8,20		
	11H00 - 11H59	7,10	8,10	8,53	42,23
		8,40	10,50		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En la siguiente tabla se muestran los promedios de las velocidades de livianos y pesados:

Tabla 48: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 3.

		LA MENA 2							Promedio
		HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	37,03	35,74	38,58	40,22	35,20	34,99	41,73	37,64
	07H00 - 07H59	38,53	36,87	33,18	32,00	39,00	36,52	40,10	36,60
	08H00 - 08H59	37,37	38,93	40,24	40,00	39,09	36,54	43,84	39,43
	09H00 - 09H59	35,09	38,95	37,75	39,95	38,31	38,21	36,15	37,77
	10H00 - 10H59	41,44	36,45	37,24	39,01	38,53	42,74	40,38	39,40
	11H00 - 11H59	44,00	39,46	40,70	35,03	39,46	34,81	40,57	39,15
TARDE	12H00 - 12H59	42,23	32,36	34,66	34,91	37,81	38,03	38,68	36,95
	13H00 - 13H59	38,64	36,90	39,90	40,59	31,67	39,65	41,78	38,45
	14H00 - 14H59	32,77	42,13	45,77	43,80	40,96	34,96	38,28	39,81
	15H00 - 15H59	40,35	38,36	34,43	35,27	37,06	41,54	35,50	37,50
	16H00 - 16H59	35,95	40,70	36,09	41,25	39,51	38,48	33,34	37,90
	17H00 - 17H59	36,19	37,33	29,49	35,41	38,24	41,77	36,69	36,45
NOCHE	18H00 - 18H59	46,22	33,02	35,09	36,13	37,71	34,10	33,57	36,55
	19H00 - 19H59	31,20	32,93	38,13	38,39	39,81	39,56	41,47	37,36
	20H00 - 20H59	35,54	35,27	34,12	33,42	36,14	37,24	35,23	35,28
	21H00 - 21H59	34,58	33,60	35,32	31,80	30,08	21,58	36,67	31,95
	22H00 - 22H59	39,63	38,77	36,37	33,83	39,92	42,99	31,02	37,50
	23H00 - 23H59	34,60	34,72	38,57	38,22	37,17	31,69	34,74	35,67

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

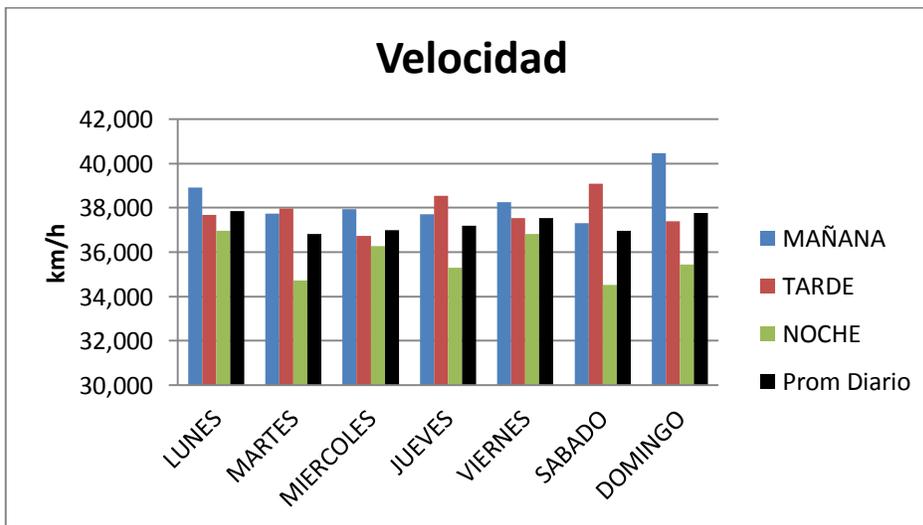
Se puede observar de mejor manera el comportamiento de la velocidad mediante un cuadro resumen con un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

Tabla 49: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 3.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	38,91	37,73	37,95	37,70	38,27	37,30	40,46	38,33
TARDE	37,69	37,96	36,72	38,54	37,54	39,07	37,38	37,84
NOCHE	36,96	34,72	36,27	35,30	36,80	34,53	35,45	35,72
Prom Diario	37,85	36,81	36,98	37,18	37,54	36,97	37,76	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Gráfica 17: Velocidades promedio, Estación 3.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se observa en la gráfica las velocidades promedio entre livianos y pesados, que el día domingo presenta las mayores medidas de velocidad debido a que el flujo vehicular es menor y se puede acelerar más, y en la noche se registraron las menores velocidades.

- Linearización de una función no lineal:

Para realizar el modelo matemático de linearización de una función no lineal se realizó la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

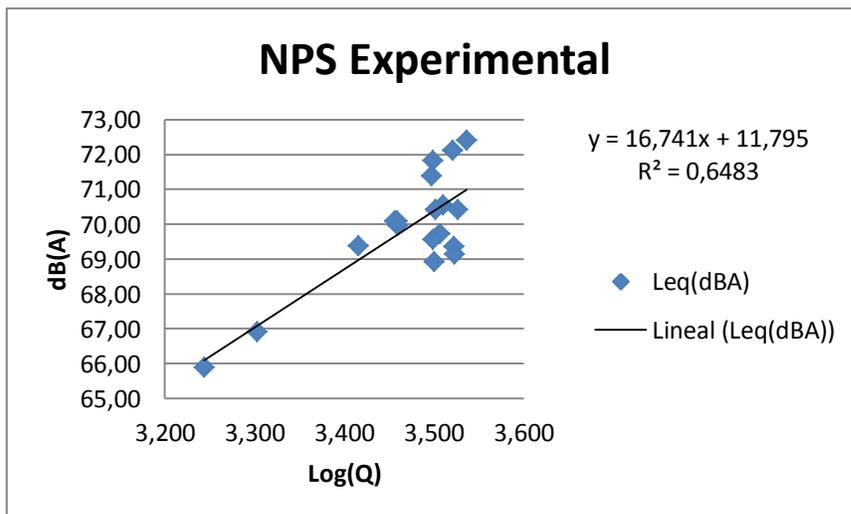
Tabla 50: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 3.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	72,41	286	3437	3,54
07H00 - 07H59	72,13	276	3315	3,52
08H00 - 08H59	69,36	277	3327	3,52
09H00 - 09H59	69,14	278	3334	3,52
10H00 - 10H59	69,73	267	3209	3,51
11H00 - 11H59	69,56	263	3151	3,50
12H00 - 12H59	70,43	280	3358	3,53
13H00 - 13H59	68,93	264	3165	3,50
14H00 - 14H59	70,54	270	3235	3,51
15H00 - 15H59	70,43	265	3175	3,50
16H00 - 16H59	71,83	263	3153	3,50
17H00 - 17H59	71,39	262	3144	3,50
18H00 - 18H59	70,10	240	2875	3,46
19H00 - 19H59	69,97	240	2883	3,46
20H00 - 20H59	70,09	238	2858	3,46
21H00 - 21H59	69,39	217	2604	3,42
22H00 - 22H59	66,91	167	2007	3,30
23H00 - 23H59	65,89	146	1754	3,24

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

De esta tabla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfica 18: Linearización de una Función no Lineal, Estación 3.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El modelo matemático de linearización de una función no lineal es el siguiente:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 10: Estación 3, Linearización de una función no lineal.

$$Leq = 11.795 + 16.741 \text{ Log}(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.8052**

- Análisis Multivariante:

Siguiendo la metodología de las anteriores estaciones, se realizaron dos métodos para comparar los modelos y cual se ajusta más a la realidad.

El primer método tiene la siguiente tabla:

Tabla 51: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 3.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	72,4	3437	37,64
07H00 - 07H59	72,1	3315	36,60
08H00 - 08H59	69,4	3327	39,43
09H00 - 09H59	69,1	3334	37,77
10H00 - 10H59	69,7	3209	39,40
11H00 - 11H59	69,6	3151	39,15
12H00 - 12H59	70,4	3358	36,95
13H00 - 13H59	68,9	3165	38,45
14H00 - 14H59	70,5	3235	39,81
15H00 - 15H59	70,4	3175	37,50
16H00 - 16H59	71,8	3153	37,90
17H00 - 17H59	71,4	3144	36,45
18H00 - 18H59	70,1	2875	36,55
19H00 - 19H59	70,0	2883	37,36
20H00 - 20H59	70,1	2858	35,28
21H00 - 21H59	69,4	2604	31,95
22H00 - 22H59	66,9	2007	37,50
23H00 - 23H59	65,9	1754	35,67

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Este método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 11: Estación 3, Análisis multivariante método 1.

$$Leq = 70.4 + 0.0033Q - 0.281Vt$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.8433**

El segundo método tiene la siguiente tabla:

Tabla 52: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 3.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	72,4	3437	43,62	28,49
07H00 - 07H59	72,1	3315	41,36	27,75
08H00 - 08H59	69,4	3327	47,23	27,22
09H00 - 09H59	69,1	3334	42,85	30,28
10H00 - 10H59	69,7	3209	44,59	29,78
11H00 - 11H59	69,6	3151	43,02	31,78
12H00 - 12H59	70,4	3358	42,70	28,18
13H00 - 13H59	68,9	3165	43,70	28,93
14H00 - 14H59	70,5	3235	44,20	31,76
15H00 - 15H59	70,4	3175	41,56	30,45
16H00 - 16H59	71,8	3153	42,83	31,96
17H00 - 17H59	71,4	3144	44,47	26,83
18H00 - 18H59	70,1	2875	42,47	28,66
19H00 - 19H59	70,0	2883	40,02	30,10
20H00 - 20H59	70,1	2858	42,55	25,97
21H00 - 21H59	69,4	2604	38,30	22,54
22H00 - 22H59	66,9	2007	42,31	31,99
23H00 - 23H59	65,9	1754	39,57	29,45

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos livianos y Velocidad de Vehículos Pesados. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

Ecuación 12: Estación 3, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 70 + 0.0033Q - 0.207Vl - 0.0444Vp$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.8297**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 53: Validación de modelos matemáticos, Estación 3.

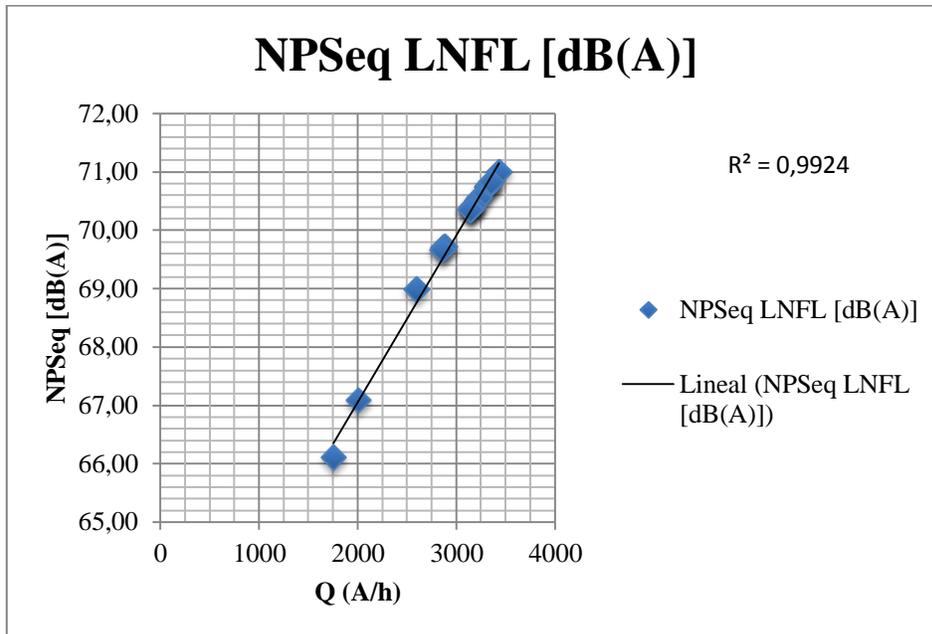
LA MENA 2						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59	72,4	71,0	71,2	3437	1,4	1,2
07H00 - 07H59	72,1	70,7	71,1	3315	1,4	1,1
08H00 - 08H59	69,4	70,8	70,3	3327	1,4	0,9
09H00 - 09H59	69,1	70,8	70,8	3334	1,6	1,6
10H00 - 10H59	69,7	70,5	69,9	3209	0,8	0,2
11H00 - 11H59	69,6	70,4	69,8	3151	0,8	0,2
12H00 - 12H59	70,4	70,8	71,1	3358	0,4	0,7
13H00 - 13H59	68,9	70,4	70,0	3165	1,5	1,1
14H00 - 14H59	70,5	70,6	69,9	3235	0,0	0,7
15H00 - 15H59	70,4	70,4	70,3	3175	0,0	0,1
16H00 - 16H59	71,8	70,4	70,2	3153	1,5	1,7
17H00 - 17H59	71,4	70,3	70,5	3144	1,0	0,9
18H00 - 18H59	70,1	69,7	69,6	2875	0,4	0,5
19H00 - 19H59	70,0	69,7	69,4	2883	0,3	0,6
20H00 - 20H59	70,1	69,7	69,9	2858	0,4	0,2
21H00 - 21H59	69,4	69,0	70,0	2604	0,4	0,6
22H00 - 22H59	66,9	67,1	66,5	2007	0,2	0,4
23H00 - 23H59	65,9	66,1	66,2	1754	0,2	0,3
X media [dB(A)]	69,9	69,9	69,8	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,1
IC 99%				Máximo [dB(A)]	1,6	1,7
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]		Desv. Est. { S }	1,3176	1,3684
69,0	70,8	68,9	70,7			
69,9		69,9		Coef. Corr. { r }	0,9962	0,9407
				√n	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

Los siguientes gráficos representan el ajuste lineal de los modelos de linealización de una función no lineal y de análisis multivariante. Los dos modelos se validaron con la metodología propuesta.

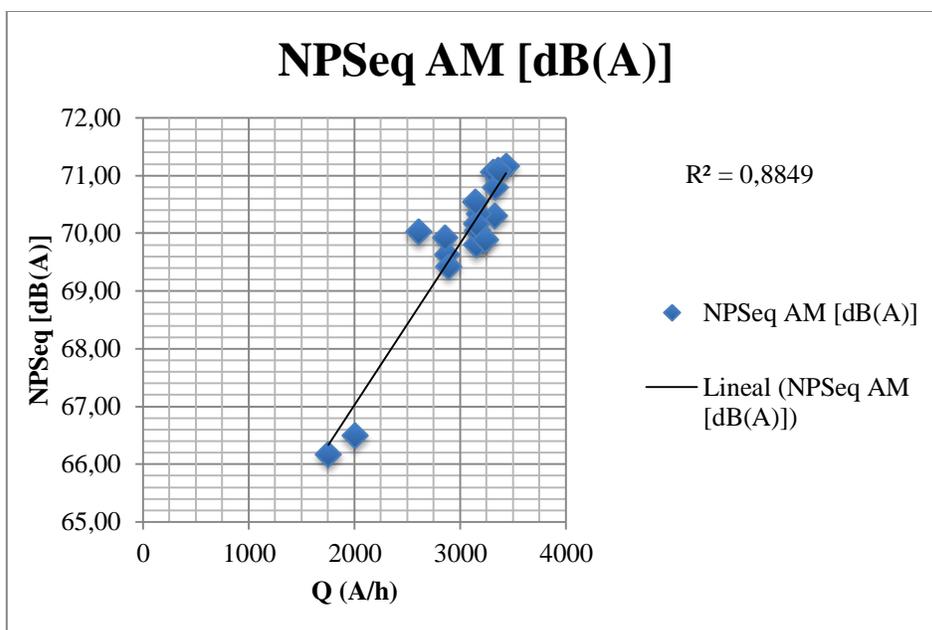
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 19: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 3 Mena 2.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 20 Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 3 Mena 2.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.4 ESTACIÓN 4 FUERTE MILITAR EL PINTADO.

4.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 774073 UTM 9972297
Altura	2850.7 msnm
Uso de Suelo	Residencial Mixto
Periodo de muestreo	Mayo-Junio 2014
Tipo de calzada	Asfalto liso, concreto rugoso de carril exclusivo.
Número de carriles	3 carriles N-S, 3 carriles S-N.
Lugares de referencia	Centro Comercial Atahualpa, Fuerte Militar el Pintado.
Pendiente	0%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Alto flujo peatonal.
- Alto flujo de vehículos pesados.
- Posee un carril exclusivo para la movilización del Corredor Sur Occidental.
- El parterre es de gran tamaño con abundante vegetación y árboles de tamaño medio.
- Los carriles de sentido N-S se encuentran cerca de 2 metros más altos que los carriles de sentido S-N.
- Existe un conjunto residencial con edificios máximo de 3 y 4 pisos. En el resto de la zona no existen edificios.
- Existe un semáforo que permite cruzar a los peatones, el cual detiene el tráfico de ambos sentidos cerca de 40 segundos.
- No existen rompe velocidades en la Avenida.
- El Centro Comercial Atahualpa posee dos entradas y salidas que dan directo a la Avenida Mariscal Sucre, interrumpiendo el tráfico de los carriles de sentido S-N.
- Existe una entrada para que vehículos como taxis recojan o dejen pasajeros del Centro Comercial Atahualpa.
- Es una vía de velocidad baja, debido al gran número de vehículos y al número de carriles.
- A lo largo de la Av. Mariscal Sucre existen varios semáforos, contando con 2 semáforos seguidos en la estación 4 Fuerte Militar.

4.4.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La siguiente tabla es un ejemplo de la hora 06h00-07h00 del día lunes de la integración de ruido en la estación 4 Fuerte Militar. De la misma forma la información completa estará detallada en el anexo 7.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 54: Tabla de integración de ruido, Estación 4.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}	
6:00	65,30	59,80	58,00	58,70	69,60	71,20	76,30	75,20	72,00	74,30	76,50	79,00	60	0,2	69,7	6,97	9243433,8	1848686,8	
6:12	72,50	76,30	69,80	57,50	75,60	79,40	72,20	71,30	76,30	74,00	72,20	75,80	60	0,2	72,7	7,27	18800381,7	3760076,3	
6:24	59,60	58,00	59,30	60,20	71,20	74,30	57,20	65,30	68,50	69,60	64,00	65,30	60	0,2	64,4	6,44	2738419,6	547683,93	
6:36	71,20	75,30	79,50	69,30	64,50	68,20	72,30	71,50	76,20	70,30	69,80	64,00	60	0,2	71,0	7,10	12613433,8	2522686,8	
6:48	78,20	79,50	71,00	75,30	74,20	69,80	65,00	64,50	68,30	68,50	64,50	72,00	60	0,2	70,9	7,09	12302687,7	2460537,5	
													Σ	300				Σ	11139671
																		Log	7,05
																		NPSeq	70,5

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

De la misma forma se procedió a registrar las mediciones en la tabla de Niveles de presión Sonora. A continuación se presentan los resultados de las mediciones diarias de los Niveles de Presión Sonora de la estación 4 Fuerte Militar:

Tabla 55: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 3.

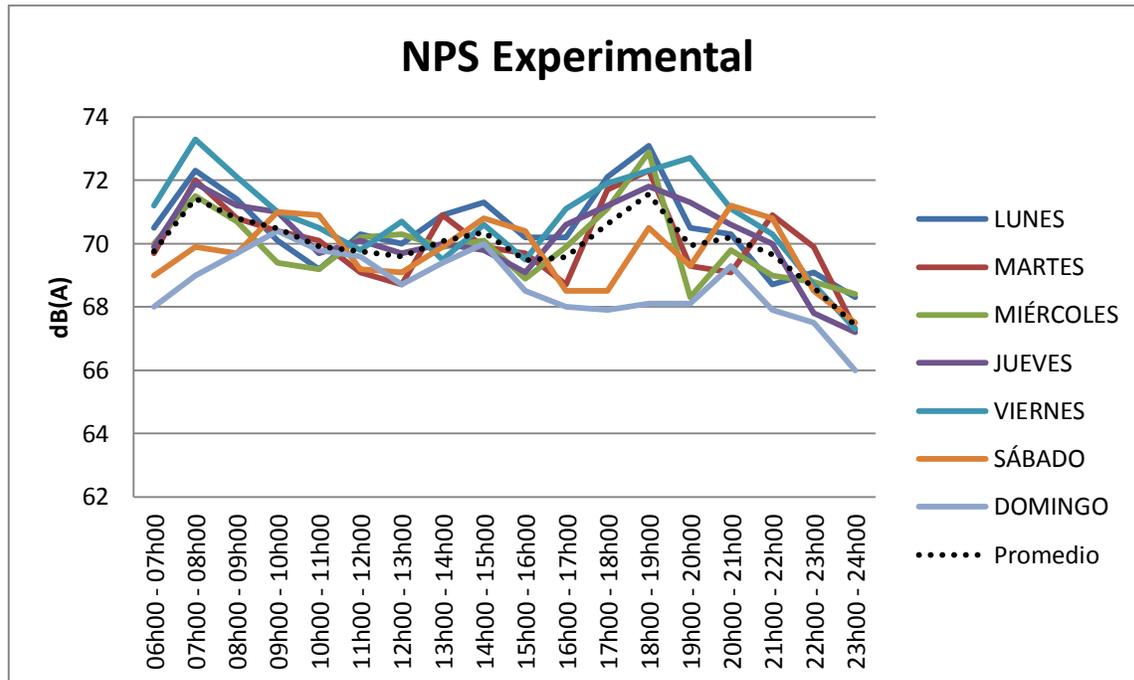
		FUERTE MILITAR EL PINTADO							
NPSeq dB(A)	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
Mañana	06h00 - 07h00	70,5	69,7	70	69,9	71,2	69	68	69,8
	07h00 - 08h00	72,3	72	71,5	71,9	73,3	69,9	69	71,4
	08h00 - 09h00	71,4	70,8	70,7	71,2	72,1	69,7	69,7	70,8
	09h00 - 10h00	70,1	70,4	69,4	71	71	71	70,4	70,5
	10h00 - 11h00	69,2	70,1	69,2	69,7	70,5	70,9	69,8	69,9
	11h00 - 12h00	70,3	69,1	70,2	70,1	69,8	69,2	69,6	69,8
Tarde	12h00 - 13h00	70	68,7	70,3	69,7	70,7	69,1	68,7	69,6
	13h00 - 14h00	70,9	70,9	69,9	70	69,5	69,9	69,4	70,1
	14h00 - 15h00	71,3	69,9	70,1	69,8	70,6	70,8	70	70,4
	15h00 - 16h00	70,2	69,7	68,9	69,1	69,5	70,4	68,5	69,5
	16h00 - 17h00	70,2	68,7	69,9	70,6	71,1	68,5	68	69,6
	17h00 - 18h00	72,1	71,7	71,1	71,2	71,9	68,5	67,9	70,6
Noche	18h00 - 19h00	73,1	72,3	72,9	71,8	72,3	70,5	68,1	71,6
	19h00 - 20h00	70,5	69,3	68,3	71,3	72,7	69,3	68,1	69,9
	20h00 - 21h00	70,3	69,1	69,8	70,6	71,1	71,2	69,3	70,2
	21h00 - 22h00	68,7	70,9	69	70	70,3	70,8	67,9	69,7
	22h00 - 23h00	69,1	69,9	68,8	67,8	68,7	68,5	67,5	68,6
	23h00 - 24h00	68,3	67,3	68,4	67,2	67,3	67,5	66	67,4

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento del ruido de la estación 4 Fuerte Militar.

Gráfica 21: Nivel de Presión sonora, Estación 4.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Los dos puntos más importantes durante el día en toda la semana son a las horas 07h00-08h00 y 18h00-19h00. Existen varios picos dentro de esta estación, debido al semáforo que para el tráfico y el ruido durante 40 segundos. así mismo la diferencia de altura entre los dos sentidos de la avenida crea diferentes escenarios del comportamiento de ruido.

En la siguiente tabla se detallan los resultados tabulados de las mediciones del flujo vehicular, discriminando livianos y pesados. Como la información es muy extensa se explicara el ejemplo del día lunes de la estación 4 Fuerte Militar, la información completa se encuentra en el anexo 4.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 56: Tabla de registro de Caudal, Estación 4.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	280	41	321
	07H00 - 07H59	271	39	310
	08H00 - 08H59	253	36	289
	09H00 - 09H59	253	38	291
	10H00 - 10H59	265	40	305
	11H00 - 11H59	251	39	290
TARDE	12H00 - 12H59	254	26	280
	13H00 - 13H59	263	37	300
	14H00 - 14H59	288	26	314
	15H00 - 15H59	266	34	300
	16H00 - 16H59	287	36	323
	17H00 - 17H59	300	27	327
NOCHE	18H00 - 18H59	277	26	303
	19H00 - 19H59	273	25	298
	20H00 - 20H59	255	24	279
	21H00 - 21H59	218	17	235
	22H00 - 22H59	238	10	248
	23H00 - 23H59	191	9	200

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

El siguiente es un cuadro resumen que ayuda a apreciar de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular de vehículos livianos y pesados en la estación 4 Fuerte Militar.

Tabla 57: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 4.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	301	302	296	297	306	308	291	300
TARDE	307	307	308	298	310	293	284	301
NOCHE	261	261	260	251	271	252	245	257
Prom Diario	290	290	288	282	296	284	273	

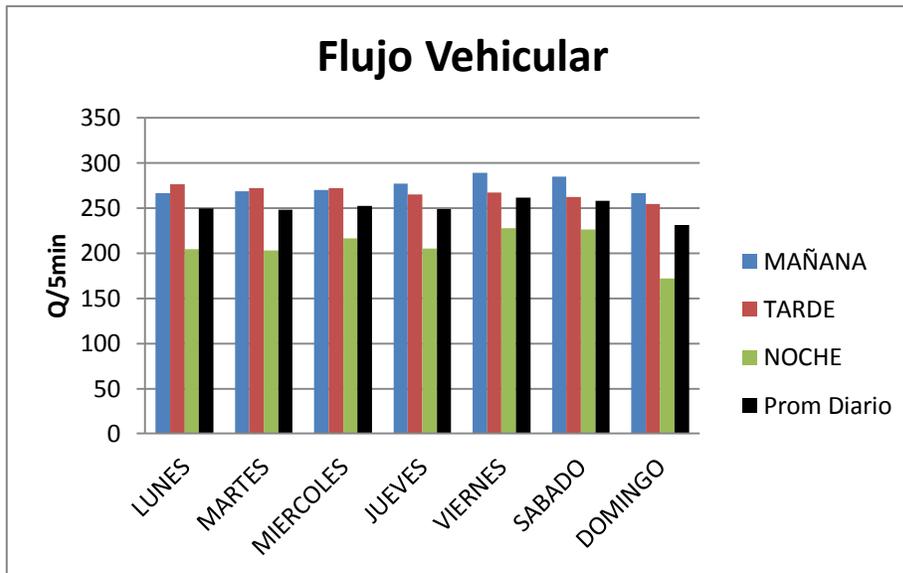
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En esta tabla se puede observar que los días donde más circulan vehículos son los días lunes, martes y viernes. También se puede observar que en las mañanas y tardes el flujo vehicular es alto.

El siguiente es un gráfico de columnas, con el fin de que los datos sean mejor interpretados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 22: Flujo vehicular, Estación 4.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El día viernes en la mañana se presenta el mayor flujo vehicular de la estación.

Los registros de las mediciones de velocidades de vehículos livianos y pesados, se encuentran completas en el anexo 4. Se mostrará un ejemplo de las velocidades medidas en la mañana del día lunes de la estación 4 Fuerte Militar

Tabla 58: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 4.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	9,80	7,50	10,17	35,41
		12,00	10,20		
		11,20	10,30		
	07H00 - 07H59	10,30	13,00	9,75	36,92
		9,60	11,20		
		7,60	6,80		
	08H00 - 08H59	8,60	7,90	9,68	37,18
		11,00	8,30		
		12,30	10,00		
	09H00 - 09H59	10,00	6,60	7,98	45,09
		9,50	6,80		
		6,80	8,20		
	10H00 - 10H59	10,20	6,40	7,85	45,86
		9,60	7,00		
		6,30	7,60		
	11H00 - 11H59	9,10	6,80	8,52	42,27
		10,00	9,60		
		8,30	7,30		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 59: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 4.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	12,00	16,20	11,45	31,44
		9,30	8,30		
	07H00 - 07H59	8,80	9,30	9,78	36,83
		10,00	11,00		
	08H00 - 08H59	9,30	14,60	12,33	29,21
		7,20	18,20		
	09H00 - 09H59	12,00	19,00	13,50	26,67
		13,50	9,50		
	10H00 - 10H59	15,20	12,30	13,05	27,59
		16,20	8,50		
	11H00 - 11H59	8,70	9,30	9,03	39,89
		9,50	8,60		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Los promedios de las velocidades de livianos y pesados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 60: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 4.

		FUERTE MILITAR EL PINTADO							Promedio
		HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	33,43	31,69	37,11	35,35	33,86	34,93	34,68	34,44
	07H00 - 07H59	36,88	38,85	35,38	34,27	37,15	33,77	37,54	36,26
	08H00 - 08H59	33,19	37,18	36,24	37,07	34,41	38,96	34,85	35,98
	09H00 - 09H59	35,88	42,00	36,46	37,87	34,69	34,27	35,70	36,70
	10H00 - 10H59	36,72	37,08	32,31	30,96	33,59	29,61	32,97	33,32
	11H00 - 11H59	41,08	35,71	36,27	38,80	33,18	34,30	27,64	35,28
TARDE	12H00 - 12H59	43,32	37,48	35,52	41,61	36,34	36,32	36,50	38,16
	13H00 - 13H59	36,23	40,97	39,47	34,85	31,69	31,90	31,37	35,21
	14H00 - 14H59	36,06	38,92	39,12	35,01	32,57	37,63	38,17	36,78
	15H00 - 15H59	36,51	34,84	38,68	35,18	36,14	43,31	42,97	38,23
	16H00 - 16H59	36,18	40,07	36,29	34,76	41,22	32,74	38,61	37,12
	17H00 - 17H59	37,22	33,37	29,49	38,10	41,64	36,75	36,31	36,13
NOCHE	18H00 - 18H59	35,79	33,31	34,07	41,94	34,03	35,80	39,96	36,41
	19H00 - 19H59	43,38	36,63	36,61	39,28	37,60	36,65	37,80	38,28
	20H00 - 20H59	33,26	34,13	34,33	36,74	38,21	34,82	36,56	35,44
	21H00 - 21H59	43,21	40,59	34,38	31,26	41,75	31,66	34,72	36,80
	22H00 - 22H59	41,77	44,38	37,01	34,86	39,65	41,84	32,80	38,90
	23H00 - 23H59	35,18	38,54	32,96	37,10	35,97	36,21	29,63	35,08

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

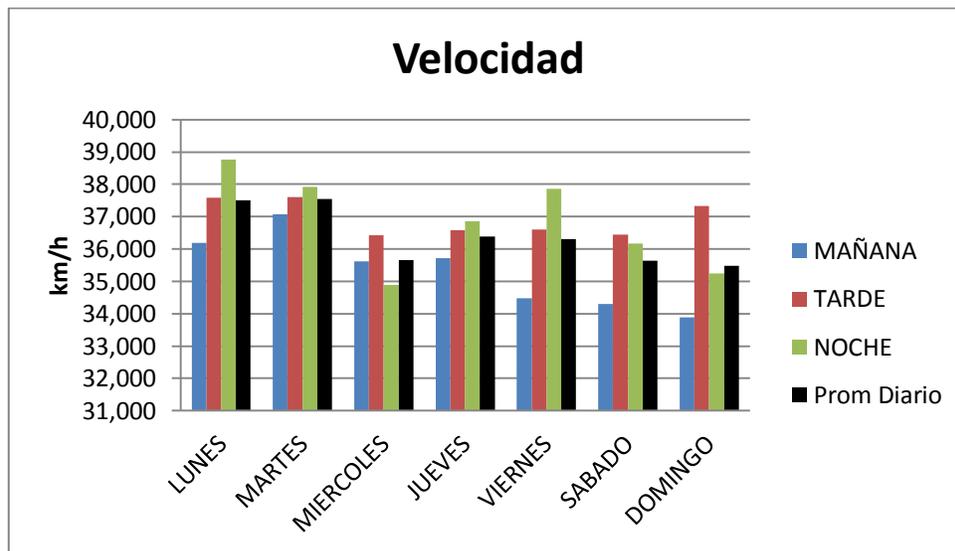
Para apreciar de mejor manera el comportamiento de la velocidad se realizó un cuadro resumen con un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

Tabla 61: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 4.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	36,20	37,08	35,63	35,72	34,48	34,31	33,90	35,33
TARDE	37,59	37,61	36,43	36,58	36,60	36,44	37,32	36,94
NOCHE	38,76	37,93	34,89	36,86	37,87	36,16	35,24	36,82
Prom Diario	37,52	37,54	35,65	36,39	36,32	35,64	35,49	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Gráfica 23: Velocidades promedio, Estación 4.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se observa en la gráfica las velocidades promedio entre livianos y pesados, que los días lunes y martes presentan las mayores velocidades, mientras que el día sábado y domingo son los que presentaron menores mediciones.

- Linearización de una función no lineal:

Con el objetivo de realizar el modelo matemático de linearización de una función no lineal se realizó la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

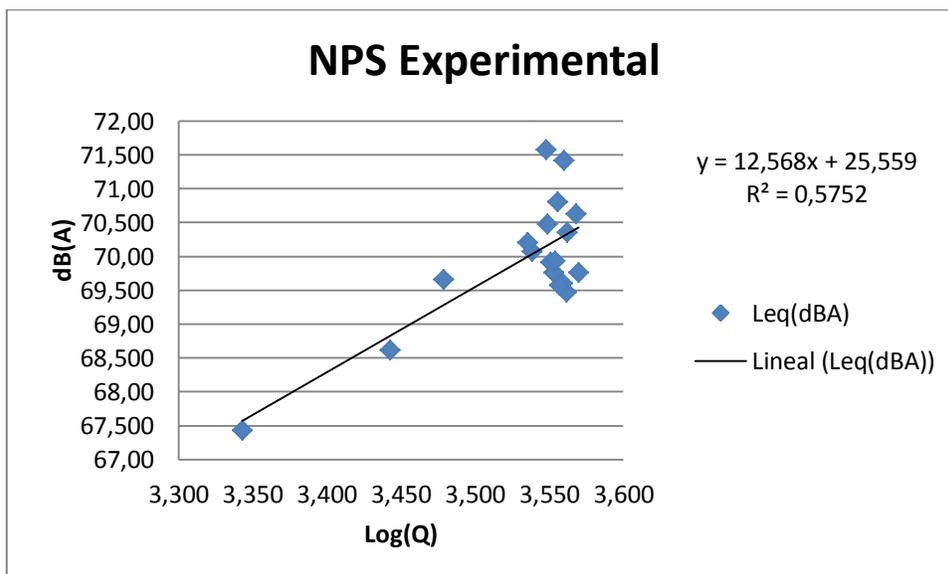
Tabla 62: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 4.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	69,76	310	3715	3,57
07H00 - 07H59	71,41	302	3629	3,56
08H00 - 08H59	70,80	300	3595	3,56
09H00 - 09H59	70,47	295	3537	3,55
10H00 - 10H59	69,91	296	3557	3,55
11H00 - 11H59	69,76	298	3573	3,55
12H00 - 12H59	69,60	302	3624	3,56
13H00 - 13H59	70,07	288	3454	3,54
14H00 - 14H59	70,36	304	3648	3,56
15H00 - 15H59	69,47	304	3646	3,56
16H00 - 16H59	69,57	300	3605	3,56
17H00 - 17H59	70,63	308	3698	3,57
18H00 - 18H59	71,57	294	3530	3,55
19H00 - 19H59	69,93	298	3579	3,55
20H00 - 20H59	70,20	286	3432	3,54
21H00 - 21H59	69,66	251	3010	3,48
22H00 - 22H59	68,61	231	2772	3,44
23H00 - 23H59	67,43	184	2203	3,34

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

De esta tabla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfica 24: Linearización de una Función no Lineal, Estación 4.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

El modelo matemático de linearización de una función no lineal es el siguiente:

Ecuación 13: Estación 4, Linearización no lineal.

$$Leq = 25.559 + 12.568 \text{ Log}(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.7584**

- Análisis Multivariante:

Al igual que la estación 1 Confiteca, se realizaron dos métodos para comparar los modelos y cual se ajusta más a la realidad.

El primer método tiene la siguiente tabla:

Tabla 63: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 4.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	69,8	3715	34,44
07H00 - 07H59	71,4	3629	36,26
08H00 - 08H59	70,8	3595	35,98
09H00 - 09H59	70,5	3537	36,70
10H00 - 10H59	69,9	3557	33,32
11H00 - 11H59	69,8	3573	35,28
12H00 - 12H59	69,6	3624	38,16
13H00 - 13H59	70,1	3454	35,21
14H00 - 14H59	70,4	3648	36,78
15H00 - 15H59	69,5	3646	38,23
16H00 - 16H59	69,6	3605	37,12
17H00 - 17H59	70,6	3698	36,13
18H00 - 18H59	71,6	3530	36,41
19H00 - 19H59	69,9	3579	38,28
20H00 - 20H59	70,2	3432	35,44
21H00 - 21H59	69,7	3010	36,80
22H00 - 22H59	68,6	2772	38,90
23H00 - 23H59	67,4	2203	35,08

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 14: Estación 4, Análisis multivariante método 1.

$$Leq = 65.32 + 0.0018Q - 0.044Vt$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.7507**

El segundo método tiene la siguiente tabla:

Tabla 64: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 4.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	69,8	3715	29,36	30,49
07H00 - 07H59	71,4	3629	31,12	31,67
08H00 - 08H59	70,8	3595	30,67	31,93
09H00 - 09H59	70,5	3537	32,89	30,61
10H00 - 10H59	69,9	3557	30,40	26,83
11H00 - 11H59	69,8	3573	31,08	29,60
12H00 - 12H59	69,6	3624	33,18	32,63
13H00 - 13H59	70,1	3454	32,24	27,89
14H00 - 14H59	70,4	3648	33,03	30,08
15H00 - 15H59	69,5	3646	33,13	32,77
16H00 - 16H59	69,6	3605	30,08	33,88
17H00 - 17H59	70,6	3698	30,84	32,09
18H00 - 18H59	71,6	3530	31,83	30,73
19H00 - 19H59	69,9	3579	32,52	33,61
20H00 - 20H59	70,2	3432	32,00	28,54
21H00 - 21H59	69,7	3010	32,57	30,97
22H00 - 22H59	68,6	2772	34,63	32,23
23H00 - 23H59	67,4	2203	30,64	29,77

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos livianos y Velocidad de Vehículos Pesados. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

Ecuación 15: Estación 4, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 64.13 + 0.0019Q + 0.035Vl - 0.0559Vp$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.756**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 65: Validación de modelos matemáticos, Estación 4.

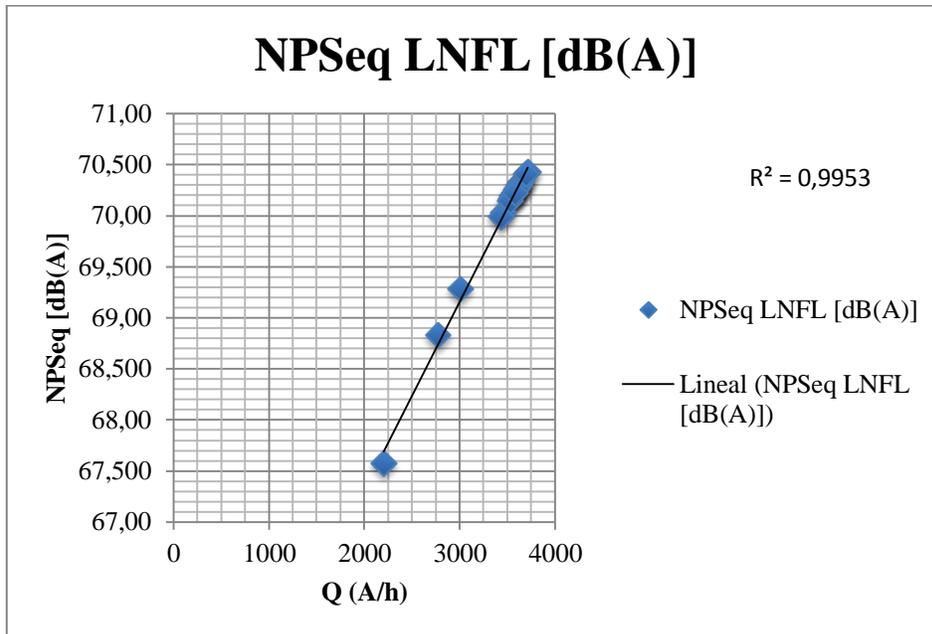
FUERTE MILITAR EL PINTADO						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59	69,8	70,4	70,5	3715	0,7	0,7
07H00 - 07H59	71,4	70,3	70,3	3629	1,1	1,2
08H00 - 08H59	70,8	70,2	70,2	3595	0,6	0,6
09H00 - 09H59	70,5	70,2	70,1	3537	0,3	0,4
10H00 - 10H59	69,9	70,2	70,3	3557	0,3	0,3
11H00 - 11H59	69,8	70,2	70,2	3573	0,5	0,4
12H00 - 12H59	69,6	70,3	70,2	3624	0,7	0,6
13H00 - 13H59	70,1	70,0	70,0	3454	0,0	0,1
14H00 - 14H59	70,4	70,3	70,3	3648	0,0	0,1
15H00 - 15H59	69,5	70,3	70,2	3646	0,9	0,7
16H00 - 16H59	69,6	70,3	70,2	3605	0,7	0,6
17H00 - 17H59	70,6	70,4	70,4	3698	0,2	0,2
18H00 - 18H59	71,6	70,1	70,1	3530	1,4	1,5
19H00 - 19H59	69,9	70,2	70,1	3579	0,3	0,2
20H00 - 20H59	70,2	70,0	69,9	3432	0,2	0,3
21H00 - 21H59	69,7	69,3	69,1	3010	0,4	0,5
22H00 - 22H59	68,6	68,8	68,6	2772	0,2	0,0
23H00 - 23H59	67,4	67,6	67,7	2203	0,1	0,3
X media [dB(A)]	70,0	70,0	69,9	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,0
IC 99%				Máximo [dB(A)]	1,4	1,5
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]		Desv. Est. { S }	0,7188	0,7054
69,5	70,4	69,4	70,4			
70,0		70,0		Coef. Corr. { r }	0,9977	0,9959
				√n	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

Los ajustes lineales de los modelos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante se pueden observar en las siguientes gráficas, comprobando así su validación para la Estación 4 Fuerte Militar.

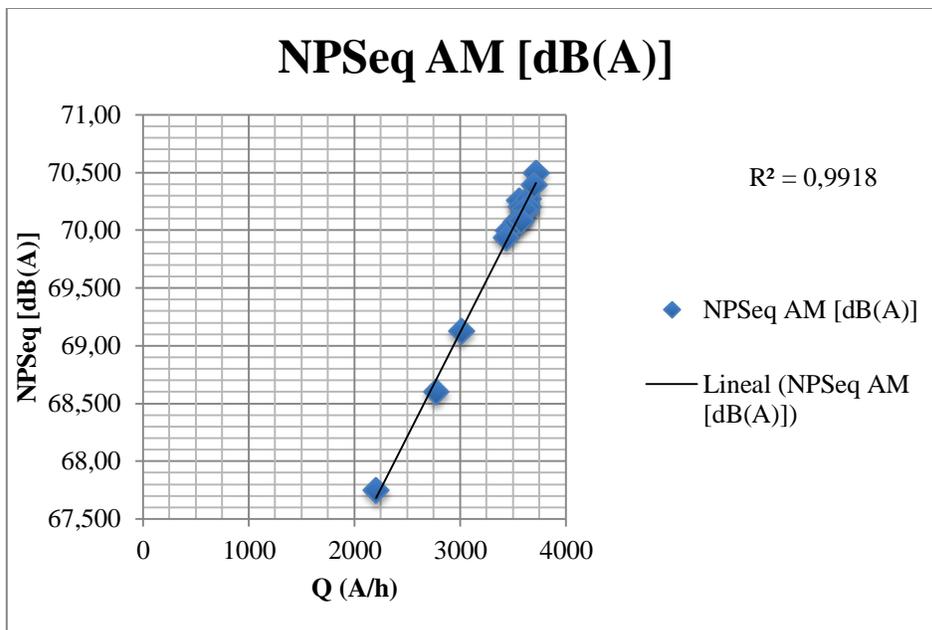
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 25: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 4 Fuerte Militar.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 26: Ajuste lineal de Análisis multivariante, Estación 4 Fuerte Militar.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.5 ESTACIÓN 5 PLAZA GRANDE.

4.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 776930 UTM 9975584
Altura	2823.7 msnm
Uso de Suelo	Residencial mixto
Periodo de muestreo	Marzo-Abril-Mayo 2014
Tipo de calzada	Asfalto semi-rugoso.
Número de carriles	2 carriles S-N.
Lugares de referencia	Plaza Grande, el Municipio de Quito, La catedral, Palacio de Carondelet y Banco del Pichincha.
Pendiente	1%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Alto flujo peatonal.
- Posee una ligera pendiente sentido S-N.
- No posee parterre debido a que es una calle de 2 carriles de un solo sentido.
- A partir de las 5 pm hasta las 8pm comienza el contra flujo, donde 1 carril toma el sentido N-S.
- Existen edificios de 3 a 4 pisos de altura.
- Existe un semáforo que permite cruzar a los peatones, que detiene el tránsito por 20 segundos
- No existen rompe velocidades en la Calle Venezuela.
- Existe presencia constante de policías metropolitanos que regulan el tráfico.
- La presencia de vendedores ambulantes de artículos como periódicos, dulces, etc. genera ruido aparte del ruido causado por el tráfico rodado.
- La vía no permite la circulación a grandes velocidades por lo estrecha que es y al alto flujo peatonal.
- Los vehículos pesados, generalmente buses, circulan a velocidades muy bajas.
- El día lunes se da el evento cívico Cambio de Guardia a las 11 am.
- El día domingo se da la peatonalización del Centro Histórico de 8am hasta 14pm, incluyendo la estación 5 Plaza Grande.
- En las noches se habilita una zona de parqueo en la plaza grande.

4.5.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Se presentará a continuación un ejemplo de la hora 06h00-07h00 del día lunes de la integración de ruido en la estación 5 Plaza Grande. De la misma forma la información completa estará detallada en el anexo 7.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 66: Tabla de integración de ruido, Estación 5.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
6:00	62,00	73,30	79,40	76,40	70,40	71,70	72,70	71,70	70,10	73,40	73,30	66,60	60	0,2	71,8	7,18	14962356,6	2992471,3
6:12	62,80	60,50	60,60	64,70	65,30	73,60	71,60	68,20	68,90	71,70	74,00	72,10	60	0,2	67,8	6,78	6072022,0	1214404,4
6:24	71,90	66,10	69,20	66,80	71,20	69,70	83,60	80,60	82,90	72,50	72,50	69,10	60	0,2	73,0	7,30	19990945,4	3998189,1
6:36	71,20	81,20	82,10	79,70	76,70	69,50	66,80	70,10	66,20	73,00	68,00	67,20	60	0,2	72,6	7,26	18372432,8	3674486,6
6:48	72,10	84,60	77,90	70,50	67,40	72,70	70,40	73,00	69,00	63,80	62,70	61,00	60	0,2	70,4	7,04	11028082,3	2205616,5
													Σ	300			Σ	14085168
																	Log	7,15
																	NPSeq	71,5

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

De la misma forma se procedió a registrar las mediciones en la tabla de Niveles de presión Sonora. A continuación se presentan los resultados de las mediciones diarias de los Niveles de Presión Sonora de la estación 5 Plaza Grande:

Tabla 67: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 5.

		PLAZA GRANDE								
NPSeq dB(A)	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio	
Mañana	06h00 - 07h00	71,5	71	69,9	69,9	69,6	67,1	63,9	69,0	
	07h00 - 08h00	70,7	70,4	72,4	70,9	70,5	69,2	66,2	70,0	
	08h00 - 09h00	72,3	71	72,8	71,5	69,6	72,4	48	71,6	
	09h00 - 10h00	68,7	70,1	70,8	70,9	71,2	70,9	48,3	70,4	
	10h00 - 11h00	70,1	69,1	71,4	69,1	69,3	71,6	49,6	70,1	
	11h00 - 12h00	70,1	70,4	71,8	70,6	69,4	71,5	48,6	70,6	
Tarde	12h00 - 13h00	70,7	72,2	69,7	69,1	69,6	70,6	50	70,3	
	13h00 - 14h00	68,4	66,4	69,6	68,4	69,2	68,8	50	68,5	
	14h00 - 15h00	69,7	69,6	68,3	69,5	68,2	66,7	66,8	68,4	
	15h00 - 16h00	71,1	72,6	69,3	71,8	70,2	66,1	65,8	69,6	
	16h00 - 17h00	70,3	68,2	69,4	68,4	70,6	67,9	67,4	68,9	
	17h00 - 18h00	71	70,5	67,9	69,1	70	66,8	66,9	68,9	
Noche	18h00 - 19h00	68,1	68,1	65	65,3	68,8	68,2	65,9	67,1	
	19h00 - 20h00	65,6	64,5	65,9	65,3	65,7	63,9	64,1	65,0	
	20h00 - 21h00	59	59,1	61,1	64,1	64,3	62,9	62,2	61,8	
	21h00 - 22h00	58,1	58,6	60	60,1	60,6	60,8	60	59,7	
	22h00 - 23h00	57,4	56,6	56,3	57,9	59,5	55,7	54,6	56,9	
	23h00 - 24h00	53,1	53,3	56,8	54,3	55,1	53,7	53,6	54,3	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

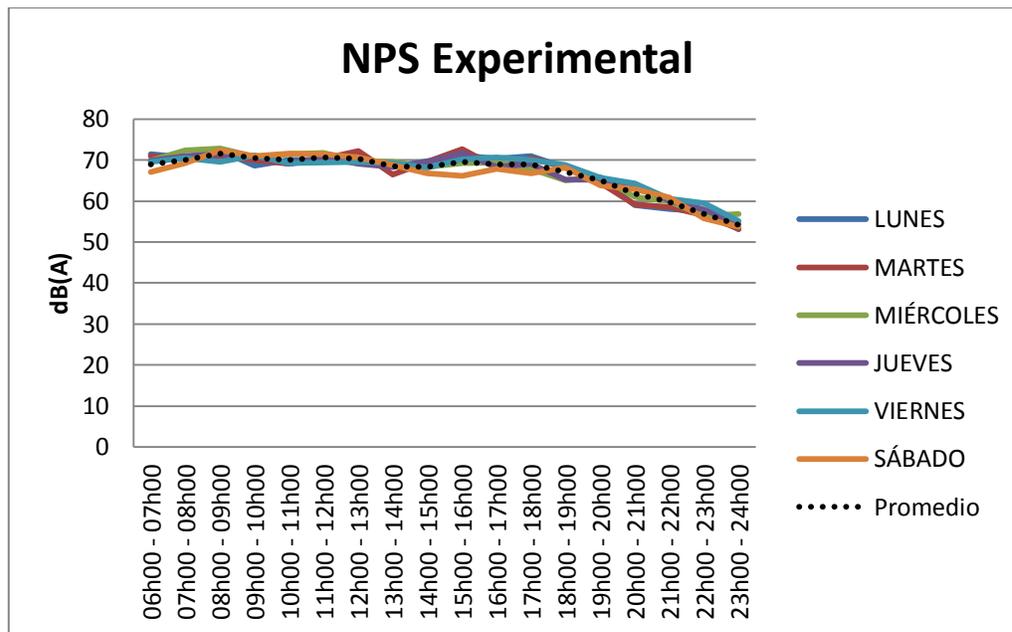
La zona marcada en gris entre semana representa las horas donde se da el contraflujo, mientras que la zona marcada por un gris más oscuro en el día domingo representa las horas de peatonalización.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Debido a que en las horas de peatonalización no se moviliza ningún vehículo se ha excluido a la mañana del domingo de los análisis matemáticos y estadísticos.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento del ruido de la estación 5 Plaza Grande.

Gráfica 27: Nivel de Presión sonora, Estación 5.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se ha excluido al domingo debido a la peatonalización.

En la siguiente tabla se detallan los resultados tabulados de las mediciones del flujo vehicular, discriminando livianos y pesados. Como la información es muy grande se explicará el ejemplo del día lunes de la estación 5 Plaza Grande, la información completa se encuentra en el anexo 5.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 68: Tabla de registro de Caudal, Estación 5.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	70	8	78
	07H00 - 07H59	73	6	79
	08H00 - 08H59	66	5	71
	09H00 - 09H59	61	3	64
	10H00 - 10H59	55	9	64
	11H00 - 11H59	82	6	88
TARDE	12H00 - 12H59	63	4	67
	13H00 - 13H59	70	6	76
	14H00 - 14H59	69	7	76
	15H00 - 15H59	69	5	74
	16H00 - 16H59	53	2	55
	17H00 - 17H59	64	5	69
NOCHE	18H00 - 18H59	52	5	57
	19H00 - 19H59	40	3	43
	20H00 - 20H59	32	0	32
	21H00 - 21H59	21	0	21
	22H00 - 22H59	18	0	18
	23H00 - 23H59	12	0	12

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

A continuación se presenta un cuadro resumen, con el objetivo de ayuda a apreciar de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular de vehículos livianos y pesados en la estación 5 Plaza Grande.

Tabla 69: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 5.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	74	68	69	77	82	68	15	65
TARDE	70	64	46	78	73	56	32	60
NOCHE	31	31	32	34	38	34	24	32
Prom Diario	58	54	49	63	64	53	23	

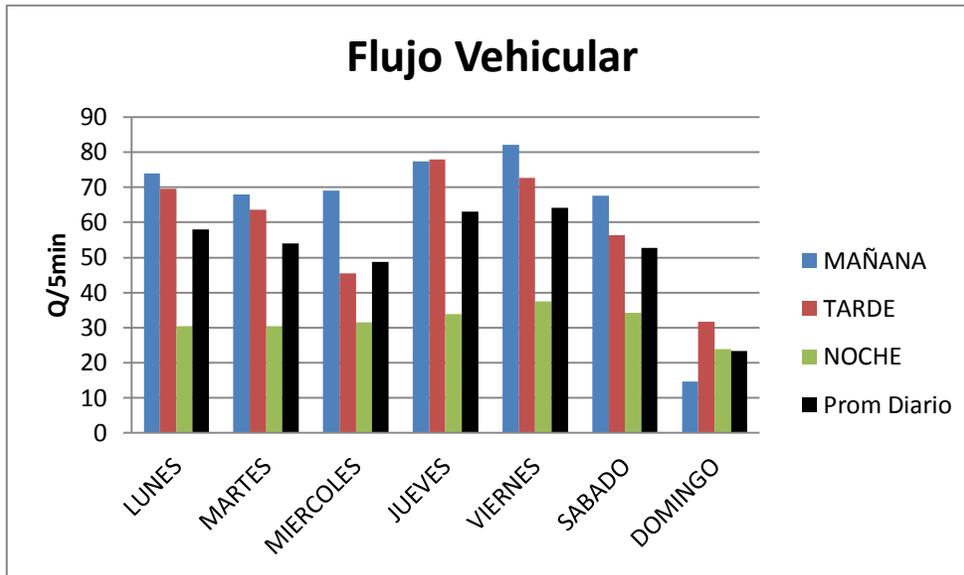
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En esta tabla se puede observar que los días donde más circulan vehículos son los días jueves y viernes. También se puede observar que en las mañanas y tardes el flujo vehicular es alto. El día domingo presenta el valor de 15 debido a que en las horas de la peatonalización no circula ningún vehículo.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

El siguiente es un gráfico de columnas, con el fin de que los datos sean mejor interpretados.

Gráfica 28: Flujo vehicular, Estación 5.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El día viernes en la mañana se presenta el mayor flujo vehicular de la estación, por las noches el flujo vehicular es bajo y se observa la influencia de la peatonalización en el día domingo.

Los registros de las mediciones de velocidades de vehículos livianos y pesados, se encuentran completas en el anexo 5. Se mostrará un ejemplo de las velocidades medidas en la mañana del día lunes de la estación 5 Plaza Grande. De igual manera se excluyeron las mediciones del día domingo en las horas de la peatonalización.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 70: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 5.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	9,60	7,50	8,27	43,55
		8,50	7,50		
		9,70	6,80		
	07H00 - 07H59	9,60	10,20	8,52	42,27
		7,40	7,60		
		6,50	9,80		
	08H00 - 08H59	7,50	7,10	8,25	43,64
		11,20	9,00		
		6,50	8,20		
	09H00 - 09H59	9,10	11,00	10,17	35,41
		9,30	10,60		
		11,50	9,50		
	10H00 - 10H59	8,40	11,20	10,28	35,01
		9,00	11,60		
		9,50	12,00		
	11H00 - 11H59	10,90	9,40	9,83	36,61
		8,60	9,50		
		9,30	11,30		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Tabla 71: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 5.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	15,60	12,10	15,03	23,96
		16,40	16,00		
	07H00 - 07H59	18,00	13,50	15,83	22,75
		17,00	14,80		
	08H00 - 08H59	14,00	18,60	15,78	22,82
		17,00	13,50		
	09H00 - 09H59	15,60	15,90	15,98	22,54
		16,80	15,60		
	10H00 - 10H59	18,60	22,10	18,18	19,81
		20,00	12,00		
	11H00 - 11H59	10,30	18,60	16,78	21,46
		20,60	17,60		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Los promedios de las velocidades de livianos y pesados se muestran en la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 72: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 5.

		PLAZA GRANDE							Promedio
	HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	33,75	31,01	30,63	27,07	28,94	33,59	32,95	31,14
	07H00 - 07H59	32,51	25,92	28,58	27,53	27,21	28,85	28,53	28,45
	08H00 - 08H59	33,23	27,27	27,90	32,40	30,45	27,45	0,00	29,78
	09H00 - 09H59	28,97	30,51	27,22	30,74	29,31	29,56	0,00	29,38
	10H00 - 10H59	27,41	28,86	29,84	32,64	28,54	26,42	0,00	28,95
	11H00 - 11H59	29,04	30,43	29,34	29,10	29,83	27,63	0,00	29,23
TARDE	12H00 - 12H59	27,94	32,14	28,26	28,12	30,12	26,66	0,00	28,87
	13H00 - 13H59	27,75	27,47	26,43	27,53	26,21	28,01	0,00	27,23
	14H00 - 14H59	28,19	25,62	26,55	26,73	28,07	28,19	35,13	28,36
	15H00 - 15H59	30,04	29,76	32,54	29,21	26,36	29,49	29,76	29,59
	16H00 - 16H59	31,07	27,29	28,04	30,31	29,86	29,97	29,16	29,39
	17H00 - 17H59	28,47	31,27	29,49	26,91	28,53	28,96	29,46	29,01
NOCHE	18H00 - 18H59	26,67	24,75	27,82	27,41	28,97	31,26	32,38	28,47
	19H00 - 19H59	23,84	27,31	28,20	26,30	29,37	26,71	30,83	27,51
	20H00 - 20H59	17,56	15,74	18,27	17,85	18,21	17,59	19,71	17,85
	21H00 - 21H59	18,78	14,44	16,17	17,82	17,62	18,06	16,34	17,03
	22H00 - 22H59	18,27	20,53	18,37	19,01	19,18	17,79	16,31	18,50
	23H00 - 23H59	17,12	15,34	13,83	18,27	16,49	17,68	20,00	16,96

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Para apreciar de mejor manera el comportamiento de la velocidad se realizó un cuadro resumen con un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

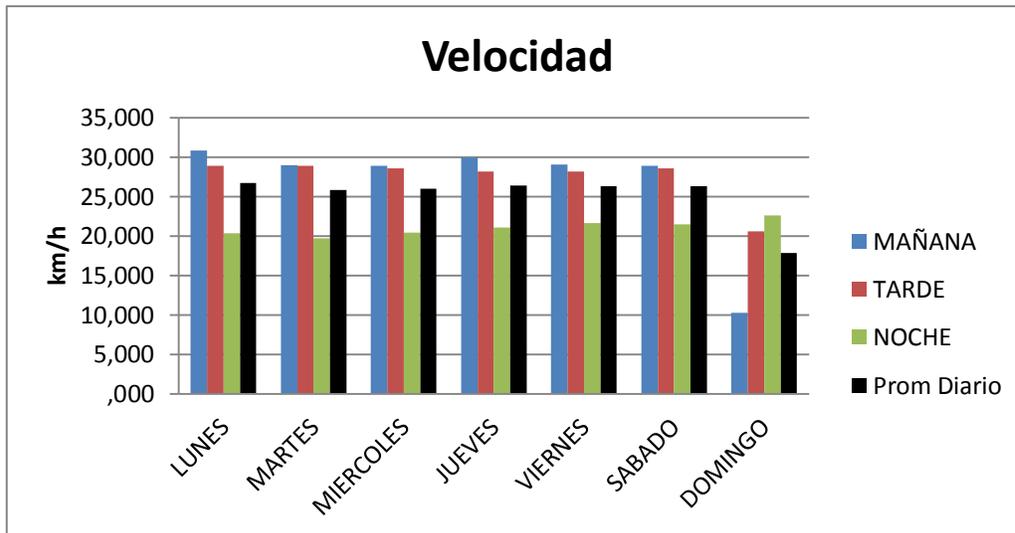
Tabla 73: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 5.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	30,82	29,00	28,92	29,91	29,04	28,92	10,25	26,69
TARDE	28,91	28,93	28,55	28,14	28,19	28,55	20,59	27,41
NOCHE	20,37	19,69	20,44	21,11	21,64	21,52	22,60	21,05
Prom Diario	26,70	25,87	25,97	26,39	26,29	26,33	17,81	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 29: Velocidades promedio, Estación 5.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se observa en la gráfica las velocidades promedio entre livianos y pesados, que los días lunes y jueves presentan las mayores velocidades, la influencia de la peatonalización también se puede observar en las gráficas de la velocidad.

- **Linearización de una función no lineal:**

Con el objetivo de realizar el modelo matemático de linearización de una función no lineal se realizó la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

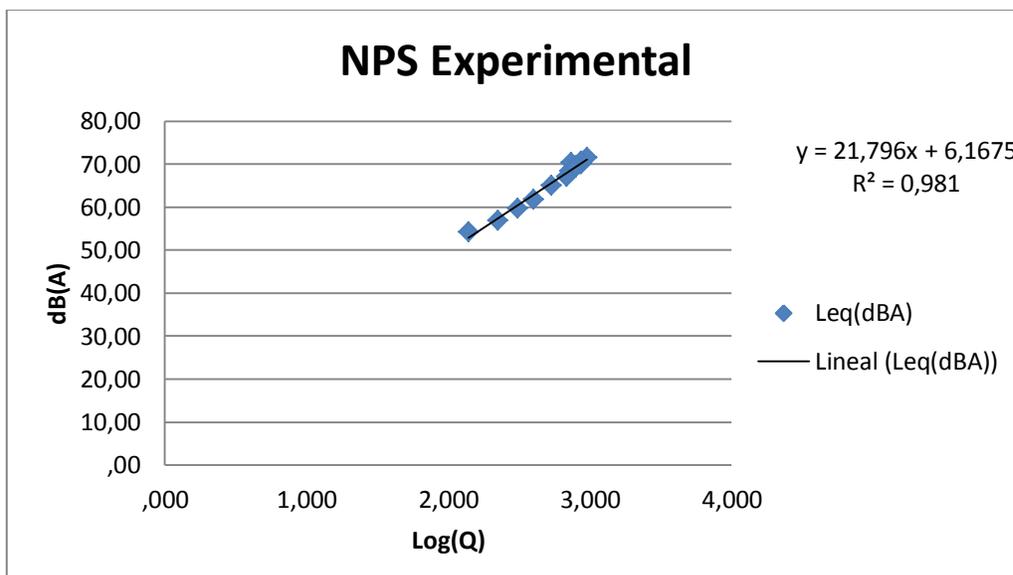
Tabla 74: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 5.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	68,99	63	759	2,88
07H00 - 07H59	70,04	73	871	2,94
08H00 - 08H59	71,60	79	948	2,98
09H00 - 09H59	70,43	72	860	2,93
10H00 - 10H59	70,10	71	852	2,93
11H00 - 11H59	70,63	73	870	2,94
12H00 - 12H59	70,32	61	736	2,87
13H00 - 13H59	68,47	60	718	2,86
14H00 - 14H59	68,40	62	746	2,87
15H00 - 15H59	69,56	67	801	2,90
16H00 - 16H59	68,89	64	768	2,89
17H00 - 17H59	68,89	64	763	2,88
18H00 - 18H59	67,06	57	681	2,83
19H00 - 19H59	65,00	44	533	2,73
20H00 - 20H59	61,81	33	399	2,60
21H00 - 21H59	59,74	26	307	2,49
22H00 - 22H59	56,86	19	225	2,35
23H00 - 23H59	54,27	12	139	2,14

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

De esta tabla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfica 30: Linearización de una Función no Lineal, Estación 5.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El modelo matemático de linearización de una función no lineal es el siguiente:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 16: Estación 5, Linearización de una función no lineal.

$$Leq = 6.1675 + 21.796 \text{ Log}(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.99**

- **Análisis Multivariante:**

Al igual que la estación 1 Confiteca, se realizaron dos métodos para comparar los modelos y cual se ajusta más a la realidad.

El primer método tiene la siguiente tabla:

Tabla 75: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 5.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	69,0	759	31,14
07H00 - 07H59	70,0	871	28,45
08H00 - 08H59	71,6	948	29,78
09H00 - 09H59	70,4	860	29,38
10H00 - 10H59	70,1	852	28,95
11H00 - 11H59	70,6	870	29,23
12H00 - 12H59	70,3	736	28,87
13H00 - 13H59	68,5	718	27,23
14H00 - 14H59	68,4	746	28,36
15H00 - 15H59	69,6	801	29,59
16H00 - 16H59	68,9	768	29,39
17H00 - 17H59	68,9	763	29,01
18H00 - 18H59	67,1	681	28,47
19H00 - 19H59	65,0	533	27,51
20H00 - 20H59	61,8	399	17,85
21H00 - 21H59	59,7	307	17,03
22H00 - 22H59	56,9	225	18,50
23H00 - 23H59	54,3	139	16,96

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 17: Estación 5, Análisis multivariante método 1.

$$Leq = 51.03 + 0.019Q + 0.1278Vt$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9877**

El segundo método tiene la siguiente tabla:

Tabla 76: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 5.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	69,0	792	38,96	23,31
07H00 - 07H59	70,0	895	37,07	19,82
08H00 - 08H59	68,2	843	38,27	21,30
09H00 - 09H59	67,3	758	35,23	23,54
10H00 - 10H59	67,2	744	34,70	23,20
11H00 - 11H59	67,5	768	37,21	21,24
12H00 - 12H59	67,4	669	36,90	20,85
13H00 - 13H59	65,8	629	34,12	20,34
14H00 - 14H59	68,4	729	36,51	20,20
15H00 - 15H59	69,6	837	37,24	21,94
16H00 - 16H59	68,9	794	38,20	20,57
17H00 - 17H59	68,9	790	37,00	20,91
18H00 - 18H59	67,1	701	34,74	22,19
19H00 - 19H59	65,0	557	33,98	21,04
20H00 - 20H59	61,8	413	35,70	21,15
21H00 - 21H59	59,7	321	34,07	12,81
22H00 - 22H59	56,9	243	36,99	13,66
23H00 - 23H59	54,3	144	33,92	12,74

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos livianos y Velocidad de Vehículos Pesados. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

Ecuación 18: Estación 5, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 53.13 + 0.019Q - 0.056Vl + 0.118Vp$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9853**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 77: Validación de modelos matemáticos, Estación 5.

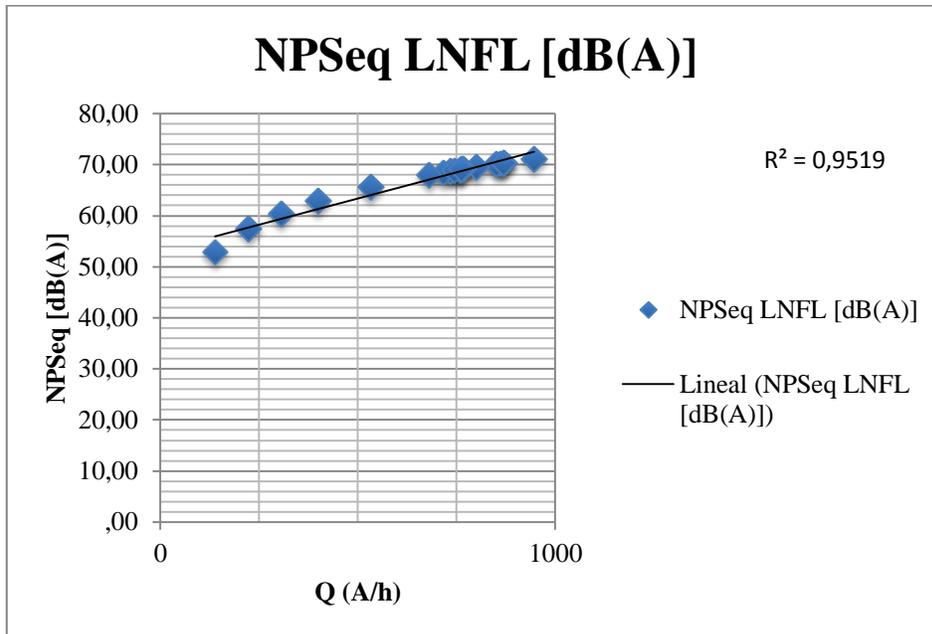
PLAZA GRANDE						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59	69,0	69,0	69,4	759	0,0	0,5
07H00 - 07H59	70,0	70,2	71,2	871	0,2	1,2
08H00 - 08H59	71,6	71,1	72,8	948	0,5	1,2
09H00 - 09H59	70,4	70,1	71,1	860	0,3	0,7
10H00 - 10H59	70,1	70,0	70,9	852	0,1	0,8
11H00 - 11H59	70,6	70,2	71,3	870	0,4	0,7
12H00 - 12H59	70,3	68,7	68,7	736	1,7	1,6
13H00 - 13H59	68,5	68,4	68,2	718	0,0	0,3
14H00 - 14H59	68,4	68,8	68,8	746	0,4	0,4
15H00 - 15H59	69,6	69,5	70,0	801	0,1	0,5
16H00 - 16H59	68,9	69,1	69,4	768	0,2	0,5
17H00 - 17H59	68,9	69,0	69,2	763	0,1	0,3
18H00 - 18H59	67,1	67,9	67,6	681	0,9	0,5
19H00 - 19H59	65,0	65,6	64,7	533	0,6	0,3
20H00 - 20H59	61,8	62,9	60,9	399	1,1	0,9
21H00 - 21H59	59,7	60,4	59,0	307	0,6	0,7
22H00 - 22H59	56,9	57,4	57,7	225	0,6	0,8
23H00 - 23H59	54,3	52,9	55,8	139	1,4	1,6
X media [dB(A)]	66,7	66,7	67,0	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,3
IC 99%				Máximo [dB(A)]	1,7	1,6
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]				
63,3	70,2	63,5	70,6	Desv. Est. { S }	5,0664	5,1692
66,7		66,7				
				Coef. Corr. { r }	0,9757	0,9990
				\sqrt{n}	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

En las siguientes gráficas se representa el ajuste lineal para los modelos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante, en los cuales se observa su validación para la Estación 5 Plaza Grande.

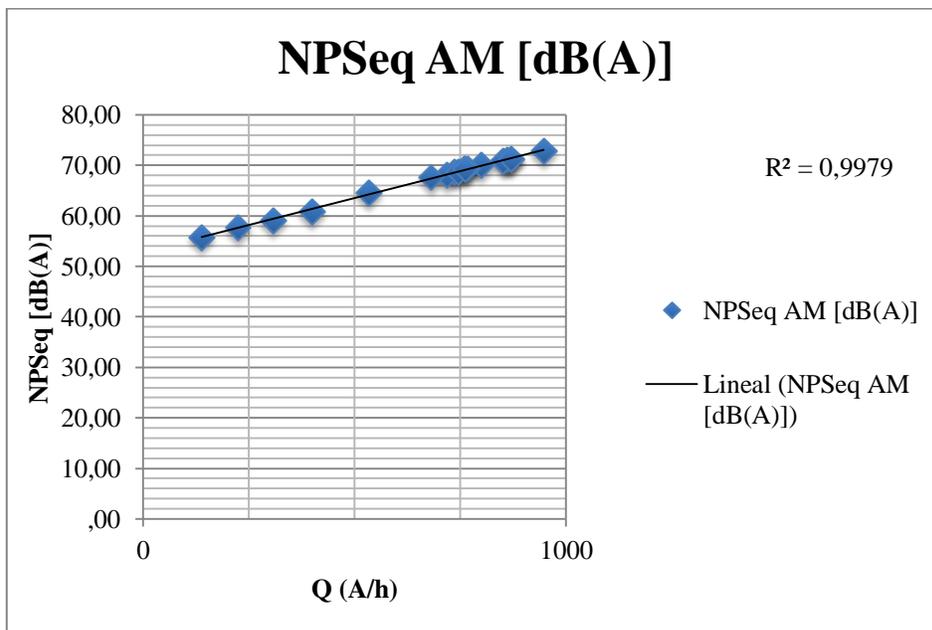
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 31: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 5 Plaza Grande.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 32: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Estación 5 Plaza Grande.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.6 ESTACIÓN 6 PARQUE DEL ARBOLITO.

4.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO.



(Imagen obtenida en Google Earth, desarrollada por Omar Sánchez, 2014)

Coordenadas	17 M 778624 UTM 9976518
Altura	2807.3 msnm
Uso de Suelo	Residencial mixto
Periodo de muestreo	Abril-Mayo 2014
Tipo de calzada	Asfalto Rugoso
Número de carriles	3 Carriles sentido S-N, 3 Carriles N-S en la Av. 12 de Octubre, y 3 Carriles O-E, 3 Carriles E-O en la calle Tarqui.
Lugares de referencia	Parque del Arbolito, Casa de la Cultura Ecuatoriana, Fundación Mosquera, Contraloría General del Estado.
Pendiente	0%

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Propiedades especiales de la estación:

- Alto flujo peatonal.
- Posee parterres de diferente tamaño en las 3 calles.
- En la Calle Tárqui existen 2 carriles exclusivos para los buses articulados de la Ecovía.
- Existen edificios de 3 a 4 pisos de altura.
- Existe semáforos que detienen el tráfico en la intersección para garantizar el paso de todas las calles y sus intersecciones.
- No existen rompe velocidades.
- Existe presencia constante de policías metropolitanos que regulan el tráfico.
- A las 4 pm la calle Tárqui se ve ocupada por los buses de recorrido contratados por la Contraloría General del Estado.
- La vía permite que a pesar del tráfico, los vehículos se muevan a buena velocidad.
- Los buses articulados de la Ecovía circulan hasta altas horas de la noche.
- Existe un hospital en la esquina del Parque del arbolito.
- Las vías por las cuales circulan los buses de la Ecovía se encuentran en muy malas condiciones.
- La presencia del Parque del Arbolito genera un espacio abierto grande.

4.6.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

A continuación se dará un ejemplo de la hora 06h00-07h00 del día lunes de la integración de ruido en la estación 6 Parque del Arbolito. De la misma forma la información completa estará detallada en el anexo 7.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 78: Tabla de integración de ruido, Estación 6.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi10	10 ^{NPSi10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi10}
6:00	68,00	65,00	72,30	69,60	68,40	70,20	72,50	75,00	76,80	77,00	81,20	69,80	60	0,2	72,2	7,22	16405897,7	3281179,5
6:12	65,30	65,00	66,60	72,30	71,40	65,80	70,40	66,60	64,50	69,50	71,80	65,00	60	0,2	67,9	6,79	6095369,0	1219073,8
6:24	68,50	69,40	69,50	75,00	76,40	78,90	69,40	63,40	65,80	66,60	71,20	70,30	60	0,2	70,4	7,04	10880946,3	2176189,3
6:36	66,60	69,50	65,90	68,50	70,20	71,10	71,10	69,50	63,40	62,50	75,60	71,40	60	0,2	68,8	6,88	7542234,0	1508446,8
6:48	72,30	74,50	70,20	66,50	68,90	74,30	72,20	65,30	63,80	64,30	63,50	65,30	60	0,2	68,4	6,84	6958249,5	1391649,9
													Σ	300			Σ	9576539,3
																	Log	6,98
																	NPSeq	69,8

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se procedió a registrar las mediciones en la tabla de Niveles de presión Sonora. A continuación se presentan los resultados de las mediciones diarias de los Niveles de Presión Sonora de la estación 6 Parque del Arbolito:

Tabla 79: Tabla de registro de NPS integrado, Estación 6.

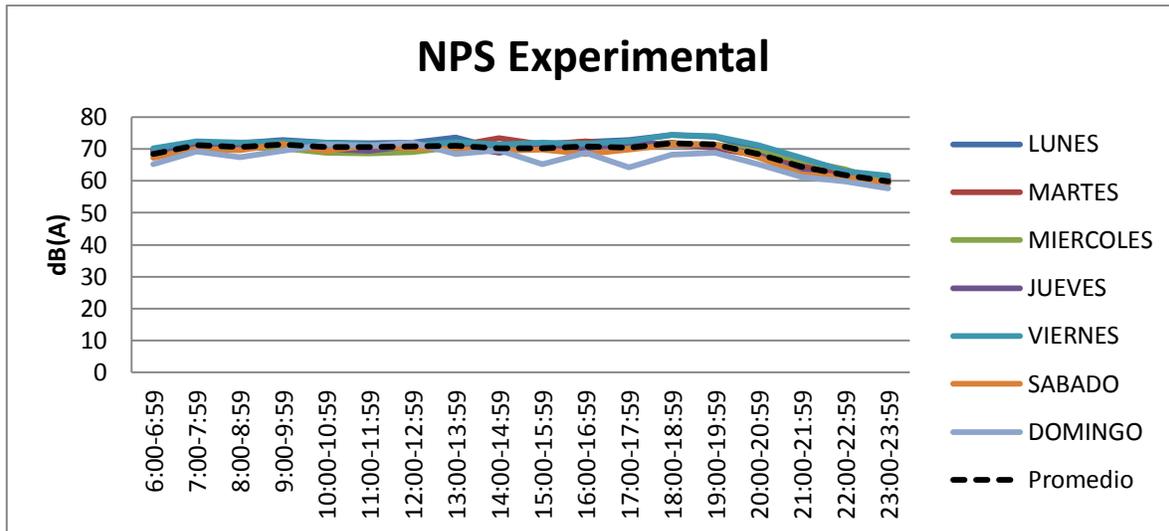
		Parque del Arbolito							
NPSeq dB(A)	Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
Mañana	06h00 - 07h00	69,8	69,3	68,1	69,3	70,3	67,3	65,3	68,5
	07h00 - 08h00	72	71,9	71,3	71,8	72,3	70,1	69,3	71,2
	08h00 - 09h00	71,7	72	70,4	71,3	72	69,6	67,5	70,6
	09h00 - 10h00	72,7	72	70,2	71,9	72,2	71,5	69,5	71,4
	10h00 - 11h00	72	70,8	68,8	70,1	72	69,4	71,3	70,6
	11h00 - 12h00	71,8	70,9	68,7	69,4	71,4	71	71	70,6
Tarde	12h00 - 13h00	72	70	69,1	71	71	70,3	72	70,8
	13h00 - 14h00	73,6	70,9	70,6	71,2	72,2	70,1	68,5	71,0
	14h00 - 15h00	70,1	73,4	69,3	68,9	71,3	69,5	69,6	70,3
	15h00 - 16h00	71,3	71,4	71	70,9	72	69,8	65,3	70,2
	16h00 - 17h00	72,1	72,3	71,6	70,1	71,6	68,4	68,9	70,7
	17h00 - 18h00	72,7	71	70,9	72	72,3	69,8	64,3	70,4
Noche	18h00 - 19h00	74,4	72	71,7	71,3	74,3	71,3	68,2	71,9
	19h00 - 20h00	73,7	70,3	71,3	70,8	73,9	71,4	68,9	71,5
	20h00 - 21h00	69,9	68,1	69,2	68,2	71,2	67,5	65,3	68,5
	21h00 - 22h00	65,8	64,5	66,4	63,1	67,3	62,1	61,2	64,3
	22h00 - 23h00	61,4	62,5	63,6	61	63	61,2	59,8	61,8
	23h00 - 24h00	60,8	60,6	59,5	59,2	61,7	59,4	57,6	59,8

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento del ruido de la estación 6 Parque del Arbolito

Gráfica 33: Nivel de Presión sonora, Estación 6.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se puede observar en la gráfica que el ruido en la estación 6 es casi constante en la semana, mostrando pequeñas diferencias entre los días, en especial el domingo. Se representa en la gráfica que las horas más ruidosas son 18h00-19h00.

En la siguiente tabla se detallan los resultados tabulados de las mediciones del flujo vehicular, discriminando livianos y pesados. Como la información es muy grande se explicará el ejemplo del día lunes de la estación 6 Parque de Arbolito, la información completa se encuentra en el anexo 6.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 80: Tabla de registro de Caudal, Estación 6.

Q/5min		LUNES		
		L	P	total
MAÑANA	06H00 - 06H59	195	13	208
	07H00 - 07H59	193	24	217
	08H00 - 08H59	185	23	208
	09H00 - 09H59	180	18	198
	10H00 - 10H59	195	24	219
	11H00 - 11H59	189	25	214
TARDE	12H00 - 12H59	185	26	211
	13H00 - 13H59	189	26	215
	14H00 - 14H59	170	22	192
	15H00 - 15H59	165	18	183
	16H00 - 16H59	145	15	160
	17H00 - 17H59	166	64	230
NOCHE	18H00 - 18H59	200	37	237
	19H00 - 19H59	185	29	214
	20H00 - 20H59	163	12	175
	21H00 - 21H59	80	8	88
	22H00 - 22H59	54	4	58
	23H00 - 23H59	42	4	46

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Se presenta a continuación un cuadro resumen que ayuda a apreciar de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular de vehículos livianos y pesados en la estación 6 Parque del Arbolito.

Tabla 81: Cuadro Resumen del Caudal, Estación 6.

Q/5min	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	211	201	201	197	211	190	159	196
TARDE	199	192	201	198	208	194	154	192
NOCHE	136	116	122	117	133	109	86	117
Prom Diario	182	170	175	171	184	164	133	

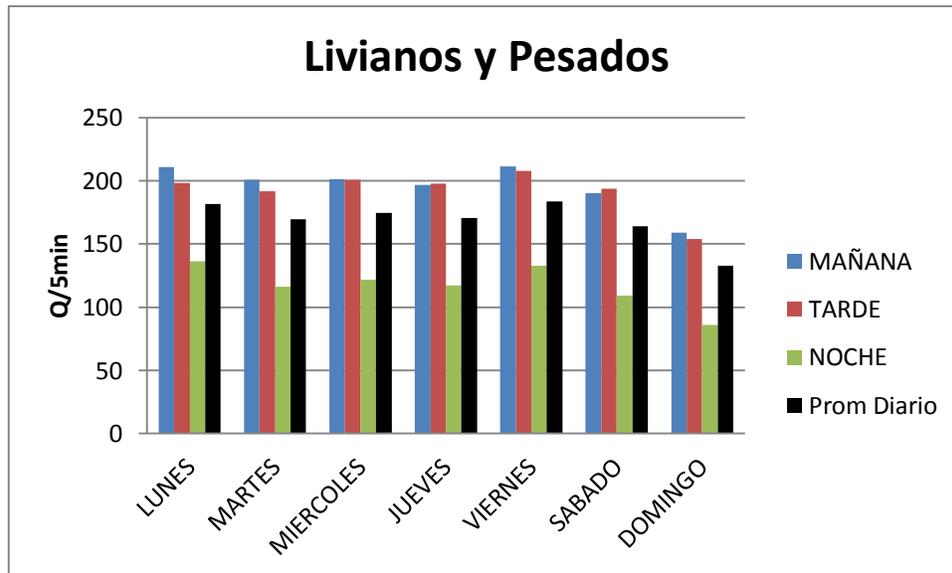
(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

En esta tabla se puede observar que los días donde más circulan vehículos son los días lunes y viernes. También se puede observar que en las mañanas y tardes el flujo vehicular es alto.

El siguiente es un gráfico de columnas, con el fin de que los datos sean mejor interpretados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 34: Flujo vehicular, Estación 6.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El día viernes en la mañana se presenta el mayor flujo vehicular de la estación, por las noches el flujo vehicular es bajo, el flujo en las tardes es muy similar al flujo en las mañanas.

Los registros de las mediciones de velocidades de vehículos livianos y pesados, se encuentran completas en el anexo 6. Se mostrará un ejemplo de las velocidades medidas en la mañana del día lunes de la estación 6 Parque del Arbolito.

Tabla 82: Tabla de registro de Velocidades Livianos, Estación 6.

		LIVIANOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	7,80	6,90	8,20	43,90
		7,20	10,20		
		8,60	8,50		
	07H00 - 07H59	7,20	7,60	7,80	46,15
		6,40	8,50		
		7,50	9,60		
	08H00 - 08H59	7,50	9,50	7,55	47,68
		7,80	6,80		
		8,10	5,60		
	09H00 - 09H59	8,20	6,70	7,58	47,47
		7,60	7,50		
		6,90	8,60		
	10H00 - 10H59	6,20	8,50	7,50	48,00
		10,20	6,50		
		7,40	6,20		
	11H00 - 11H59	7,40	8,40	7,72	46,65
		8,40	6,10		
		9,20	6,80		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 83: Tabla de registro de Velocidades Pesados, Estación 6.

		PESADOS			
		LUNES			
		N-S	S-N	t(s)	v= km/h
MAÑANA	06H00 - 06H59	9,10	11,20	11,00	32,73
		10,20	13,50		
	07H00 - 07H59	9,50	13,50	11,50	31,30
		8,50	14,50		
	08H00 - 08H59	19,00	10,20	12,58	28,63
		12,30	8,80		
	09H00 - 09H59	8,40	8,60	8,93	40,34
		10,20	8,50		
	10H00 - 10H59	11,50	8,60	9,38	38,40
		9,90	7,50		
	11H00 - 11H59	12,80	10,20	15,13	23,80
		18,50	19,00		

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Los promedios de las velocidades de livianos y pesados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 84: Tabla de registro de Promedio de Velocidades, Estación 6.

		PARQUE DEL ARBOLITO							Promedio
		HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
MAÑANA	06H00 - 06H59	38,31	40,11	37,20	39,11	39,06	35,99	33,53	37,62
	07H00 - 07H59	38,73	39,72	32,93	39,12	39,93	34,15	33,62	36,88
	08H00 - 08H59	38,16	41,40	36,12	35,60	33,89	36,00	33,27	36,35
	09H00 - 09H59	43,90	35,47	31,04	31,83	34,97	38,07	33,14	35,49
	10H00 - 10H59	43,20	33,62	36,59	33,26	34,83	34,49	32,83	35,54
	11H00 - 11H59	35,23	36,65	42,40	33,12	33,53	31,43	31,50	34,84
TARDE	12H00 - 12H59	32,67	37,68	37,27	33,02	32,42	29,90	33,43	33,77
	13H00 - 13H59	35,04	38,23	39,10	32,84	33,90	30,20	34,28	34,80
	14H00 - 14H59	39,47	41,44	42,48	37,08	32,67	30,54	29,97	36,24
	15H00 - 15H59	34,94	36,47	39,73	41,24	38,25	35,54	36,48	37,52
	16H00 - 16H59	39,78	31,35	34,32	34,15	39,83	36,27	36,07	35,97
	17H00 - 17H59	35,38	37,63	34,44	37,85	33,54	33,26	31,46	34,79
NOCHE	18H00 - 18H59	38,02	34,35	35,57	37,22	33,32	34,04	33,50	35,15
	19H00 - 19H59	37,33	43,35	35,14	30,98	31,69	36,43	33,09	35,43
	20H00 - 20H59	33,97	39,91	39,02	30,28	37,62	33,07	40,46	36,33
	21H00 - 21H59	32,83	34,53	36,42	37,55	30,79	30,55	27,72	32,91
	22H00 - 22H59	28,32	29,86	34,97	26,81	28,60	30,99	26,09	29,38
	23H00 - 23H59	25,93	25,65	29,09	26,81	35,61	29,73	27,36	28,60

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

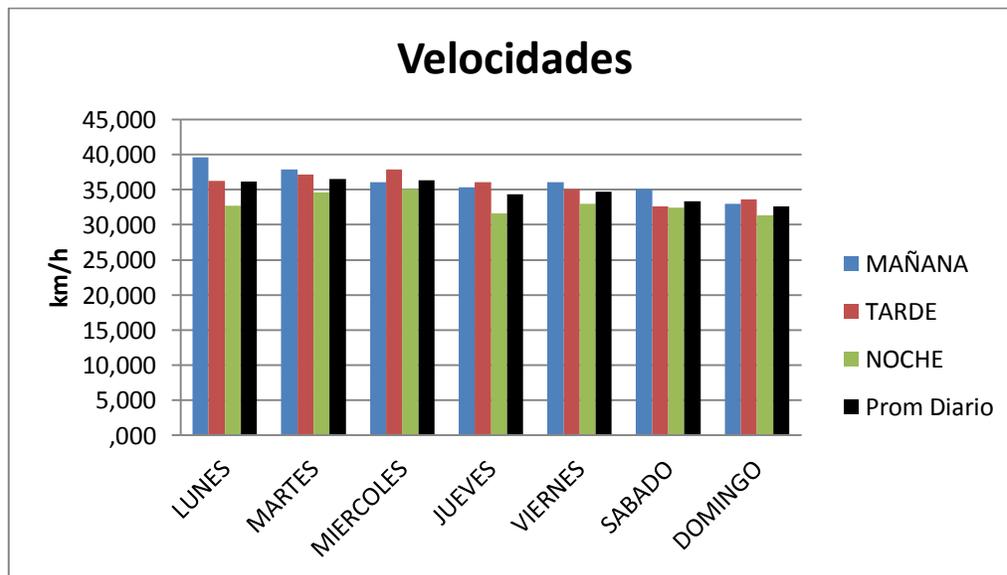
Para apreciar de mejor manera el comportamiento de la velocidad se realizó un cuadro resumen con un gráfico de columnas, como se muestran a continuación:

Tabla 85: Cuadro resumen de Velocidades, Estación 6.

km/h	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Prom Semanal
MAÑANA	39,59	37,83	36,05	35,34	36,03	35,02	32,98	36,12
TARDE	36,21	37,13	37,89	36,03	35,10	32,62	33,62	35,51
NOCHE	32,73	34,61	35,04	31,61	32,94	32,47	31,37	32,97
Prom Diario	36,18	36,52	36,32	34,33	34,69	33,37	32,66	

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Gráfica 35: Velocidades promedio, Estación 6.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se observa en la gráfica las velocidades promedio entre livianos y pesados, que el lunes presenta la mayor velocidad, en el resto de la semana se mantiene constante.

- Linearización de una función no lineal:

Con el objetivo de realizar el modelo matemático de linearización de una función no lineal se realizó la siguiente tabla:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

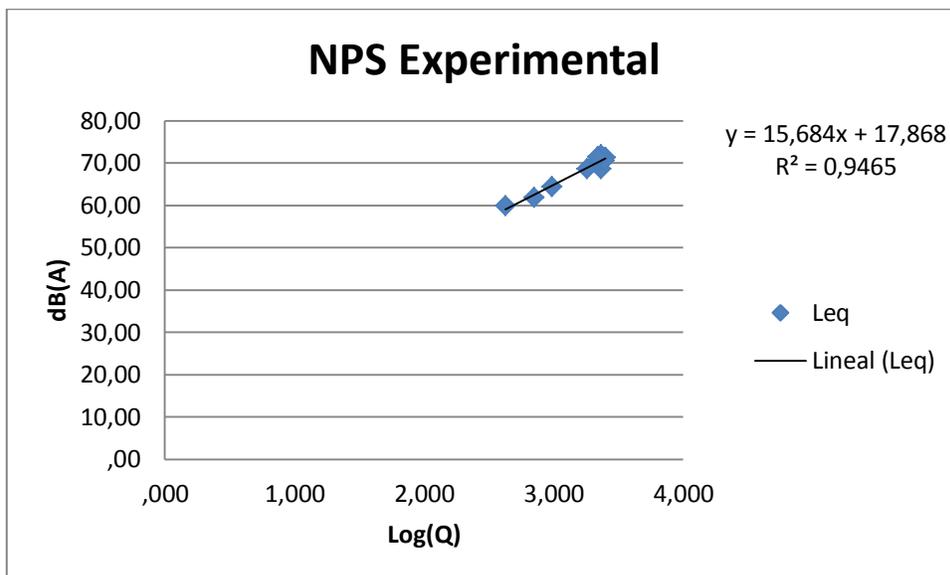
Tabla 86: Variables de Linearización de una Función no Lineal, Estación 6.

Hora	Leq(dBA)	Q	Q*12	LogQ*12
06H00 - 06H59	68,49	194	2330	3,37
07H00 - 07H59	71,24	208	2498	3,40
08H00 - 08H59	70,64	195	2343	3,37
09H00 - 09H59	71,43	189	2268	3,36
10H00 - 10H59	70,63	194	2325	3,37
11H00 - 11H59	70,60	194	2330	3,37
12H00 - 12H59	70,77	195	2337	3,37
13H00 - 13H59	71,01	194	2326	3,37
14H00 - 14H59	70,30	191	2292	3,36
15H00 - 15H59	70,24	187	2242	3,35
16H00 - 16H59	70,71	182	2184	3,34
17H00 - 17H59	70,43	204	2446	3,39
18H00 - 18H59	71,89	194	2325	3,37
19H00 - 19H59	71,47	182	2184	3,34
20H00 - 20H59	68,49	151	1815	3,26
21H00 - 21H59	64,34	81	970	2,99
22H00 - 22H59	61,79	59	710	2,85
23H00 - 23H59	59,83	35	425	2,63

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

De esta tabla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfica 36: Linearización de una Función no Lineal, Estación 6.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

El modelo matemático de linearización de una función no lineal es el siguiente:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 19: Estación 6, Linearización de una función no lineal.

$$Leq = 17.868 + 15.684 \text{ Log}(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.9729**

- Análisis Multivariante:

Al igual que la estación 1 Confiteca, se realizaron dos métodos para comparar los modelos y cual se ajusta más a la realidad.

El primer método tiene la siguiente tabla:

Tabla 87: Variables de Análisis Multivariante método 1, Estación 6.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	Velocidad
06H00 - 06H59	68,5	2330	37,62
07H00 - 07H59	71,2	2498	36,88
08H00 - 08H59	70,6	2343	36,35
09H00 - 09H59	71,4	2268	35,49
10H00 - 10H59	70,6	2325	35,54
11H00 - 11H59	70,6	2330	34,84
12H00 - 12H59	70,8	2337	33,77
13H00 - 13H59	71,0	2326	34,80
14H00 - 14H59	70,3	2292	36,24
15H00 - 15H59	70,2	2242	37,52
16H00 - 16H59	70,7	2184	35,97
17H00 - 17H59	70,4	2446	34,79
18H00 - 18H59	71,9	2325	35,15
19H00 - 19H59	71,5	2184	35,43
20H00 - 20H59	68,5	1815	36,33
21H00 - 21H59	64,3	970	32,91
22H00 - 22H59	61,8	710	29,38
23H00 - 23H59	59,8	425	28,60

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal y Velocidad total. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Ecuación 20: Estación 6, Análisis multivariante método 1.

$$Leq = 58.51 + 0.0054Q - 0.0078Vt$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9677**

El segundo método tiene la siguiente tabla:

Tabla 88: Variables de Análisis Multivariante método 2, Estación 6.

Hora	Leq(dBA)	Caudal	VEL LIV	VEL PES
06H00 - 06H59	68,5	2330	42,94	32,29
07H00 - 07H59	71,2	2498	42,25	31,52
08H00 - 08H59	70,6	2343	44,83	27,87
09H00 - 09H59	71,4	2268	41,31	29,67
10H00 - 10H59	70,6	2325	41,67	29,42
11H00 - 11H59	70,6	2330	42,25	27,42
12H00 - 12H59	70,8	2337	38,77	28,77
13H00 - 13H59	71,0	2326	40,68	28,92
14H00 - 14H59	70,3	2292	41,31	31,17
15H00 - 15H59	70,2	2242	42,00	33,05
16H00 - 16H59	70,7	2184	42,05	29,89
17H00 - 17H59	70,4	2446	40,36	29,23
18H00 - 18H59	71,9	2325	41,39	28,91
19H00 - 19H59	71,5	2184	40,10	30,75
20H00 - 20H59	68,5	1815	38,14	34,53
21H00 - 21H59	64,3	970	39,41	26,42
22H00 - 22H59	61,8	710	40,42	18,33
23H00 - 23H59	59,8	425	39,34	17,85

(Tabla elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Éste método usó las siguientes variables: variables Nivel de Presión Sonora, Caudal, Velocidad de Vehículos livianos y Velocidad de Vehículos Pesados. Arrojando como resultado el siguiente modelo:

Ecuación 21: Estación 6, Análisis multivariante método 2.

$$Leq = 65.06 + 0.0055Q - 0.1834Vl + 0.0179Vp$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.971**

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- Validación de los modelos matemáticos:

Se usó la siguiente tabla para comprobar que los modelos matemáticos generados en esta investigación son adecuados para uso en otros estudios.

Tabla 89: Validación de modelos matemáticos, Estación 6.

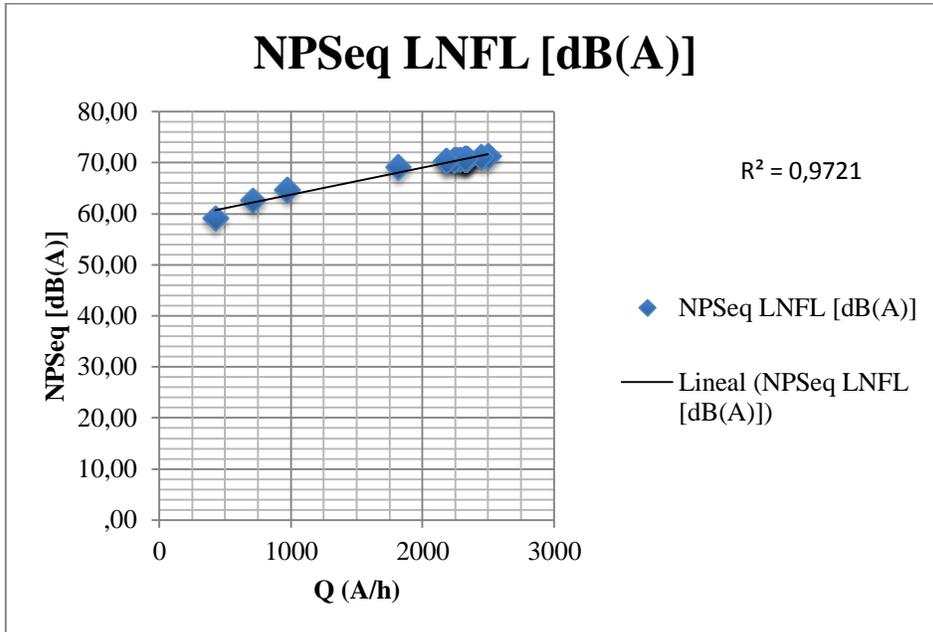
PARQUE DEL ARBOLITO						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
06H00 - 06H59	68,5	70,7	70,8	2330	2,2	2,3
07H00 - 07H59	71,2	71,2	71,7	2498	0,1	0,5
08H00 - 08H59	70,6	70,7	70,9	2343	0,1	0,2
09H00 - 09H59	71,4	70,5	70,5	2268	0,9	0,9
10H00 - 10H59	70,6	70,7	70,8	2325	0,0	0,2
11H00 - 11H59	70,6	70,7	70,8	2330	0,1	0,2
12H00 - 12H59	70,8	70,7	70,9	2337	0,1	0,1
13H00 - 13H59	71,0	70,7	70,8	2326	0,3	0,2
14H00 - 14H59	70,3	70,6	70,6	2292	0,3	0,3
15H00 - 15H59	70,2	70,4	70,3	2242	0,2	0,1
16H00 - 16H59	70,7	70,2	70,0	2184	0,5	0,7
17H00 - 17H59	70,4	71,0	71,4	2446	0,6	1,0
18H00 - 18H59	71,9	70,7	70,8	2325	1,2	1,1
19H00 - 19H59	71,5	70,2	70,0	2184	1,2	1,4
20H00 - 20H59	68,5	69,0	68,0	1815	0,5	0,5
21H00 - 21H59	64,3	64,7	63,5	970	0,4	0,9
22H00 - 22H59	61,8	62,6	62,1	710	0,8	0,3
23H00 - 23H59	59,8	59,1	60,6	425	0,7	0,8
X media [dB(A)]	69,1	69,1	69,1	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,1
IC 99%				Máximo [dB(A)]	2,2	2,3
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]		Desv. Est. { S }	3,3930	3,3809
66,8	71,4	66,8	71,4			
69,1		69,1		Cof. Corr. { r }	0,9860	1,0000
				√n	4,2	

(Tabla elaborada por: Santiago Vega 2013, modificada por el Grupo de investigación 2014)

En las siguientes gráficas se representan los ajustes lineales de los modelos de linearización de una función no lineal y de análisis multivariante. En los cuales se observa la validación de los modelos para la Estación 6 Parque del Arbolito.

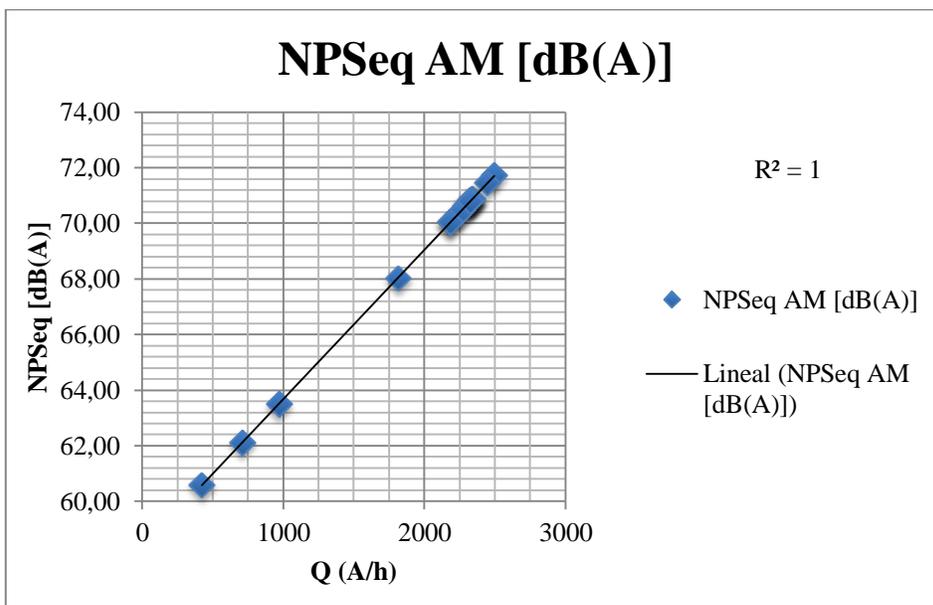
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 37: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Estación 6 Parque del Arbolito.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 38: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Estación 6 Parque del Arbolito.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

4.7 SECTOR SUR OCCIDENTAL.

Para la presente investigación se desarrolló un modelo matemático de linearización de una función no lineal y uno de análisis multivariante para el sector de la ciudad de Quito, donde se encuentran 4 de las 6 estaciones investigadas. Debido a que la Estación 5 Plaza Grande y la Estación 6 Parque del Arbolito, no se encuentran dentro del sector Sur Occidental de la ciudad de Quito.

Los 4 puntos seleccionados para generar los modelos del sector fueron: Estación 1 Confiteca, Estación 2 Salesiana, Estación 3 Mena 2 y Estación 4 Fuerte Militar. Dichas estaciones se encuentran relativamente cerca lo cual permite analizarlas conjuntamente con el fin de obtener un modelo que represente a todo el sector Sur Occidental.

Para cumplir con este objetivo se utilizaron los promedios semanales del nivel de presión sonora (dB(A)), del caudal (A/h) y de la velocidad (km/h) de cada punto. Como se muestran en las siguientes tablas:

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 90: Promedios semanales del Sector Sur Occidental, NPS.

SUR OCCIDENTE NPS					
Hora	Confiteca	Salesiana	Fuerte Militar	Mena 2	Promedio
06h00 - 07h00	70,1	69,8	72,4	71,2	70,9
07h00 - 08h00	71,7	71,4	72,1	72,2	71,9
08h00 - 09h00	72,3	70,8	69,4	71,3	70,9
09h00 - 10h00	71,3	70,5	69,1	70,4	70,3
10h00 - 11h00	70,9	69,9	69,7	70,2	70,2
11h00 - 12h00	70,0	69,8	69,6	71,7	70,3
12h00 - 13h00	70,2	69,6	70,4	72,5	70,7
13h00 - 14h00	71,1	70,1	68,9	70,4	70,1
14h00 - 15h00	70,5	70,4	70,5	71,9	70,8
15h00 - 16h00	71,2	69,5	70,4	71,6	70,7
16h00 - 17h00	71,3	69,6	71,8	71,6	71,1
17h00 - 18h00	71,8	70,6	71,4	71,3	71,3
18h00 - 19h00	71,8	71,6	70,1	72,0	71,4
19h00 - 20h00	70,6	69,9	70,0	70,0	70,1
20h00 - 21h00	69,5	70,2	70,1	69,3	69,8
21h00 - 22h00	68,7	69,7	69,4	66,2	68,5
22h00 - 23h00	68,3	68,6	66,9	63,4	66,8
23h00 - 24h00	67,3	67,4	65,9	61,7	65,6

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 91: Promedios semanales del Sector Sur Occidental, Caudal.

SUR OCCIDENTE CAUDAL					
Hora	Confiteca	Salesiana	Fuerte Militar	Mena 2	Promedio
06h00 - 07h00	2230,3	3714,9	3437,1	2945,1	3081,9
07h00 - 08h00	2269,7	3629,1	3315,4	3154,3	3092,1
08h00 - 09h00	2278,3	3594,9	3327,4	3186,9	3096,9
09h00 - 10h00	2268,0	3536,6	3334,3	3111,4	3062,6
10h00 - 11h00	2480,6	3557,1	3209,1	3094,3	3085,3
11h00 - 12h00	2293,7	3572,6	3150,9	3125,1	3035,6
12h00 - 13h00	2238,9	3624,0	3358,3	2955,4	3044,1
13h00 - 14h00	2341,7	3454,3	3164,6	2946,9	2976,9
14h00 - 15h00	2386,3	3648,0	3234,9	3048,0	3079,3
15h00 - 16h00	2276,6	3646,3	3174,9	3066,9	3041,1
16h00 - 17h00	2161,7	3605,1	3152,6	3178,3	3024,4
17h00 - 18h00	2352,0	3697,7	3144,0	3190,3	3096,0
18h00 - 19h00	2432,6	3529,7	2874,9	3144,0	2995,3
19h00 - 20h00	2526,9	3579,4	2883,4	2958,9	2987,1
20h00 - 21h00	2153,1	3432,0	2857,7	2604,0	2761,7
21h00 - 22h00	1932,0	3010,3	2604,0	2156,6	2425,7
22h00 - 23h00	1352,6	2772,0	2007,4	1364,6	1874,1
23h00 - 24h00	1086,9	2202,9	1753,7	1188,0	1557,9

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

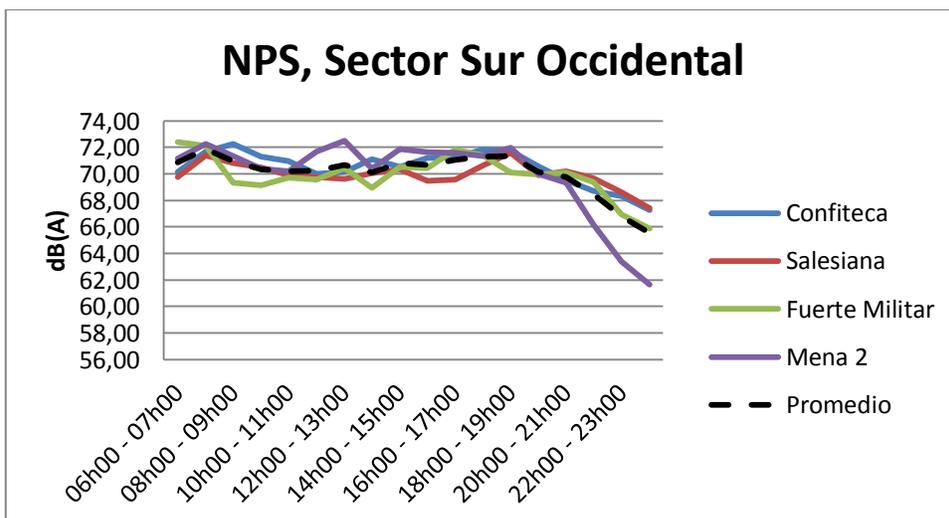
Tabla 92: Promedios Semanales del Sector Sur Occidental, Velocidad.

SUR OCCIDENTE VELOCIDAD					
Hora	Confiteca	Salesiana	Fuerte Militar	Mena 2	Promedio
06h00 - 07h00	38,1	34,4	37,6	39,1	37,3
07h00 - 08h00	36,4	36,3	36,6	36,7	36,5
08h00 - 09h00	36,4	36,0	39,4	38,6	37,6
09h00 - 10h00	37,1	36,7	37,8	35,8	36,9
10h00 - 11h00	39,3	33,3	39,4	34,3	36,6
11h00 - 12h00	37,2	35,3	39,1	36,4	37,0
12h00 - 13h00	37,8	38,2	37,0	37,4	37,6
13h00 - 14h00	37,7	35,2	38,4	35,3	36,7
14h00 - 15h00	34,9	36,8	39,8	37,1	37,2
15h00 - 16h00	33,9	38,2	37,5	36,6	36,6
16h00 - 17h00	39,9	37,1	37,9	36,2	37,8
17h00 - 18h00	37,4	36,1	36,4	38,0	37,0
18h00 - 19h00	39,0	36,4	36,5	37,4	37,3
19h00 - 20h00	38,4	38,3	37,4	38,1	38,0
20h00 - 21h00	39,2	35,4	35,3	38,4	37,1
21h00 - 22h00	39,1	36,8	31,9	35,1	35,7
22h00 - 23h00	40,5	38,9	37,5	38,0	38,7
23h00 - 24h00	41,1	35,1	35,7	39,5	37,8

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Los valores en los 4 puntos del sector se comportan de una manera similar a pesar de sus diferentes condiciones. Como se puede observar en la siguiente gráfica:

Gráfica 39: Comparación de NPS entre el Sector Sur occidental.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Obteniendo estos promedios en el sector, se procedió a realizar el modelo por Linearización de una función no lineal. Para lo cual se necesitó el promedio del nivel de presión sonora y el del caudal. Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 93: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.

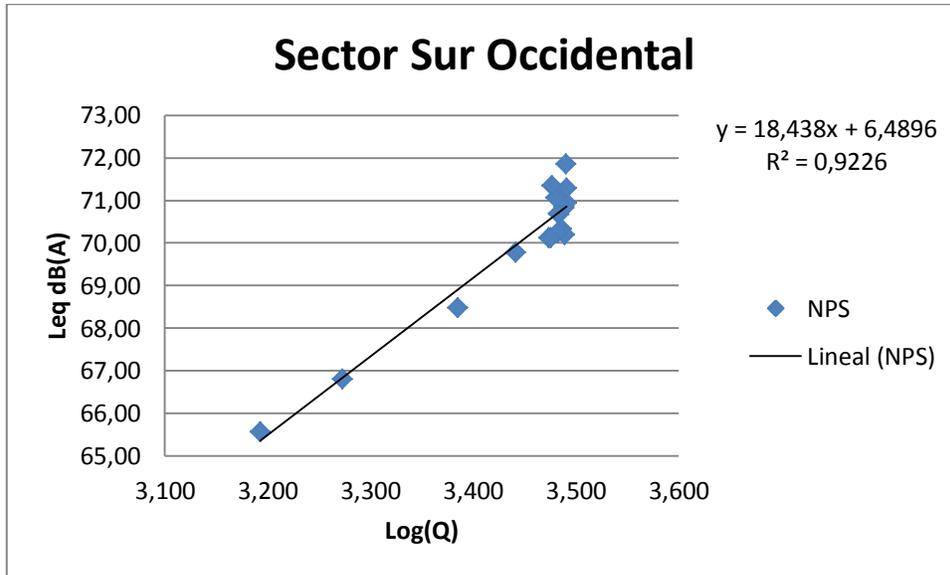
SECTOR SUR OCCIDENTAL			
Hora	CAUDAL	LOG(Q)	NPS
06h00 - 07h00	3081,86	3,49	70,9
07h00 - 08h00	3092,14	3,49	71,9
08h00 - 09h00	3096,86	3,49	70,9
09h00 - 10h00	3062,57	3,49	70,3
10h00 - 11h00	3085,29	3,49	70,2
11h00 - 12h00	3035,57	3,48	70,3
12h00 - 13h00	3044,14	3,48	70,7
13h00 - 14h00	2976,86	3,47	70,1
14h00 - 15h00	3079,29	3,49	70,8
15h00 - 16h00	3041,14	3,48	70,7
16h00 - 17h00	3024,43	3,48	71,1
17h00 - 18h00	3096,00	3,49	71,3
18h00 - 19h00	2995,29	3,48	71,4
19h00 - 20h00	2987,14	3,48	70,1
20h00 - 21h00	2761,71	3,44	69,8
21h00 - 22h00	2425,71	3,38	68,5
22h00 - 23h00	1874,14	3,27	66,8
23h00 - 24h00	1557,86	3,19	65,6

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Con estos datos se obtuvo el siguiente gráfico:

Gráfica 40: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.



(Gráfica elaborada por: Omar Sánchez, 2014)

Se obtuvo el siguiente modelo matemático de linearización de una función no lineal:

Ecuación 22: Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.

$$Leq = 6.4869 + 18.438Log(Q)$$

Con un coeficiente de correlación de **R = 0.9605**

Para la obtención del modelo matemático por análisis multivariante se utilizó la siguiente tabla, en la cual se detallan los promedios por sector del nivel de presión sonora, caudal y velocidad de livianos y pesados.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Tabla 94: Análisis multivariante, Sector Sur Occidental.

SECTOR SUR OCCIDENTAL			
Hora	NPS	Caudal	Velocidad
06h00 - 07h00	70,9	3081,9	37,3
07h00 - 08h00	71,9	3092,1	36,5
08h00 - 09h00	70,9	3096,9	37,6
09h00 - 10h00	70,3	3062,6	36,9
10h00 - 11h00	70,2	3085,3	36,6
11h00 - 12h00	70,3	3035,6	37,0
12h00 - 13h00	70,7	3044,1	37,6
13h00 - 14h00	70,1	2976,9	36,7
14h00 - 15h00	70,8	3079,3	37,2
15h00 - 16h00	70,7	3041,1	36,6
16h00 - 17h00	71,1	3024,4	37,8
17h00 - 18h00	71,3	3096,0	37,0
18h00 - 19h00	71,4	2995,3	37,3
19h00 - 20h00	70,1	2987,1	38,0
20h00 - 21h00	69,8	2761,7	37,1
21h00 - 22h00	68,5	2425,7	35,7
22h00 - 23h00	66,8	1874,1	38,7
23h00 - 24h00	65,6	1557,9	37,8

(Tabla elaborada por: Grupo de investigación 2014)

Con estos datos se obtuvo el siguiente modelo:

Ecuación 23: Análisis multivariante, Sector Sur Occidental.

$$Leq = 57.58 + 0.0035Q + 0.067V$$

Con un coeficiente de correlación múltiple de **R = 0.9644**

Estos dos modelos matemáticos generados en el Sector Sur Occidental necesitaron pasar por la validación correspondiente con el objetivo de verificarlos y si representan o no el comportamiento del ruido en el sector.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Para ello se procedió a hacer la validación de los modelos matemáticos con la siguiente tabla:

Tabla 95: Validación de los Modelos Matemáticos, Sector Sur Occidental.

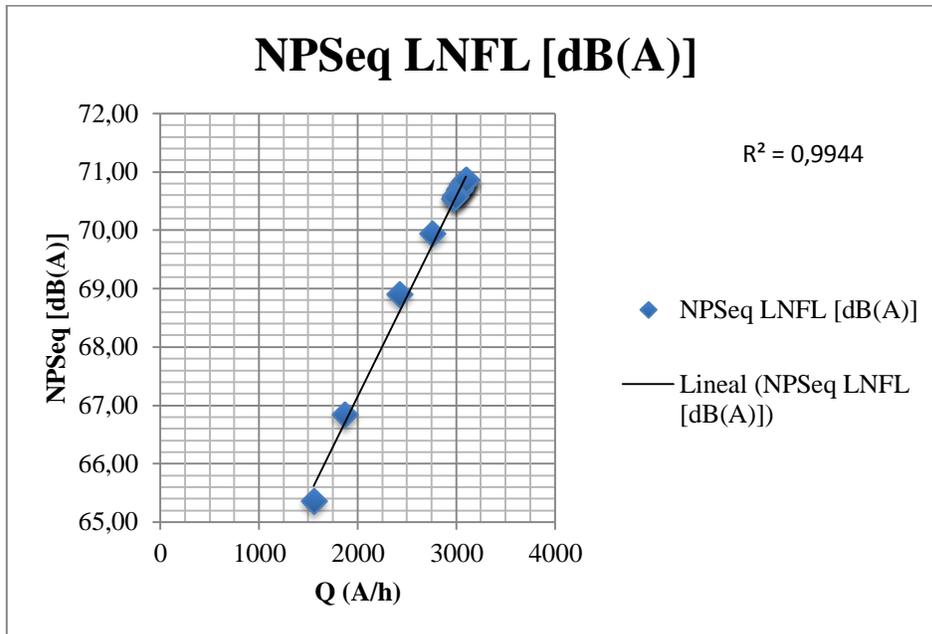
SECTOR SUR OCCIDENTAL						
HORA	NPSeq Exp [dB(A)]	NPSeq LNFL [dB(A)]	NPSeq AM [dB(A)]	Q (A/h)	E. Abs. LFNL [dB(A)]	E. Abs. AM [dB(A)]
6-7	70,9	70,8	70,9	3082	0,1	0,0
7-8	71,9	70,8	70,8	3092	1,0	1,0
8-9	70,9	70,9	70,9	3097	0,1	0,0
9-10	70,3	70,8	70,8	3063	0,4	0,4
10-11	70,2	70,8	70,8	3085	0,6	0,6
11-12	70,3	70,7	70,7	3036	0,4	0,4
12-13	70,7	70,7	70,8	3044	0,0	0,1
13-14	70,1	70,5	70,5	2977	0,4	0,3
14-15	70,8	70,8	70,8	3079	0,0	0,0
15-16	70,7	70,7	70,7	3041	0,0	0,0
16-17	71,1	70,7	70,7	3024	0,4	0,4
17-18	71,3	70,9	70,9	3096	0,4	0,4
18-19	71,4	70,6	70,6	2995	0,8	0,8
19-20	70,1	70,6	70,6	2987	0,4	0,5
20-21	69,8	69,9	69,7	2762	0,1	0,1
21-22	68,5	68,9	68,5	2426	0,4	0,0
22-23	66,8	66,8	66,7	1874	0,0	0,1
23-24	65,6	65,4	65,6	1558	0,2	0,0
X media [dB(A)]	70,1	70,1	70,1	Mínimo [dB(A)]	0,0	0,0
IC 99%				Máximo [dB(A)]	1,0	1,0
IC LFNL [dB(A)]		IC AM [dB(A)]				
69,0	71,1	69,0	71,1	Desv. Est. { S }	1,5417	1,5468
70,1		70,1				
				Coef. Corr. { r }	0,9972	0,9996
				\sqrt{n}	4,2	

(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Los modelos se encuentran validados por la metodología, en los siguientes gráficos se representa el ajuste lineal de los modelos matemáticos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante.

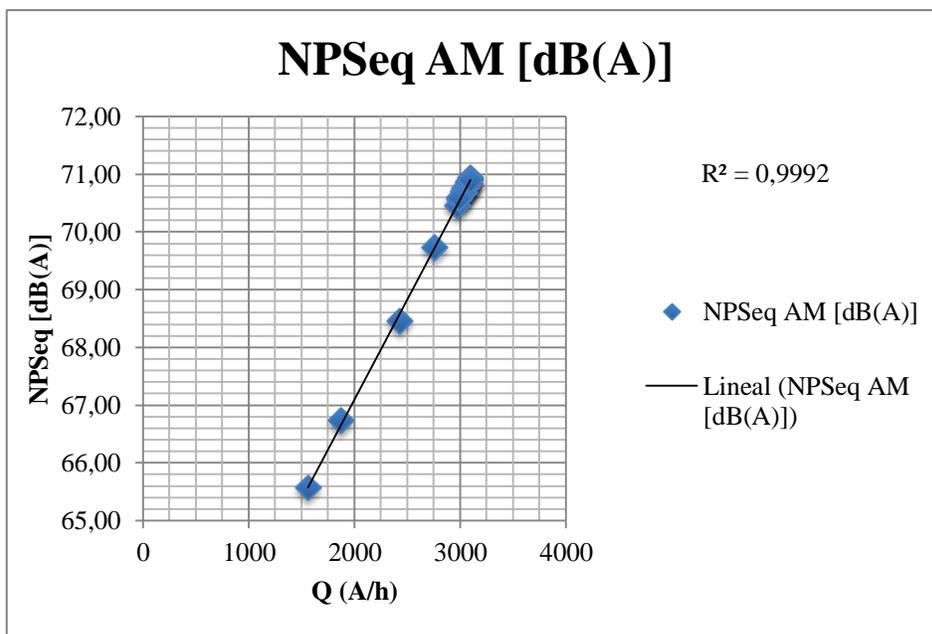
VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

Gráfica 41: Ajuste lineal de Linearización de una función no lineal, Sector Sur Occidental.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

Gráfica 42: Ajuste lineal de Analisis multivariante, Sector Sur Occidental.



(Gráfico elaborado por: Santiago Vega, 2013, modificado por Grupo de Investigación 2014)

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

CAPÍTULO V:

5 CONCLUSIONES.

5.1 CONCLUSIONES GENERALES.

- 1 Al trabajar con una diferente metodología, no se pueden comparar ni validar los modelos de trabajos anteriores con los obtenidos en esta investigación, debido a que los factores como periodo de investigación y la metodología de toma de muestras fue diferente. Sin embargo el proceso de validación de los modelos matemáticos fue eficaz para los modelos generados en este estudio.
- 2 Las estaciones de investigación seleccionadas en la zona sur-occidental de la ciudad de Quito estuvieron muy distanciadas una de otra, debido a esto los modelos generados para el sector no son muy representativos.
- 3 Los datos medidos en la experimentación de ruido, caudal y velocidad se ajustaron a un modelo matemático de linearización de una función no lineal.
- 4 Los datos medidos en la experimentación de ruido, caudal y velocidad se ajustaron a los modelos de análisis multivariante.
- 5 Los modelos matemáticos de linearización de una función no lineal y análisis multivariante son eficaces para las condiciones de la zona sur occidental de la ciudad de Quito, debido a que en cada estación se ajustan con un nivel de correlación aceptable y se validaron de acuerdo a la metodología.
- 6 Dependiendo de las condiciones de la zona de la ciudad, mientras mayor es el caudal de vehículos, mayor es el tráfico y menor la velocidad de circulación. Por lo tanto es menor el ruido.
- 7 En condiciones climáticas diferentes (lluvia) la medición del ruido se ve afectada, debido al ruido de la lluvia y al ruido que generan los neumáticos de los vehículos al desplazarse sobre el asfalto húmedo.
- 8 Cuando existe una pendiente pronunciada, los vehículos deben hacer más esfuerzo con el motor para circular a una velocidad normal. Por lo tanto este esfuerzo generará más ruido, especialmente en vehículos antiguos y vehículos pesados.
- 9 Para esta metodología se excluyó el conteo separado de motocicletas, debido a que en la mayoría de estaciones se observó que las motocicletas son representativas en la medición del Nivel de Presión Sonora durante un tiempo

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

mínimo, sin embargo no son representativas en la medición del caudal. Debido a esto se las tomó en cuenta como un vehículo liviano más.

- 10 El ruido provocado por el tráfico rodado en zonas urbanas, va a depender de muchos factores aparte del caudal y la velocidad de circulación. Algunos ejemplos de otros factores que afectan al ruido generado por el tráfico rodado son: Los patrones socio-económicos de la zona, el sitio de la ciudad, la época del año, la pendiente de las calles, las condiciones climáticas, estructura de la calle, etc.
- 11 El uso de protectores auditivos en el transcurso del muestreo es muy necesario para evitar efectos adversos a la salud física y psicológica.
- 12 Se observó que los policías metropolitanos y nacionales no utilizan protectores auditivos mientras se encuentran regulando el tráfico, esto es bastante riesgoso para su salud debido a que en el tráfico se pueden generar ruidos de 95 dB(A) e inclusive más altos.
- 13 Cuando a mayor velocidad circulan los vehículos, mayor va a ser el ruido que estos generan, sin embargo la duración de este ruido es baja.
- 14 El tráfico a lo largo del día es intenso, pero existen ciertos momentos en toda hora que el número de vehículos disminuye y también el ruido. Este fenómeno se produce por la presencia de semáforos distantes del punto o estación de medición o tráfico que obstruye el paso.
- 15 La respuesta de la ciudadanía a medida de restricción o regulación vehicular de circulación, llamada "Pico y Placa", ha sido en algunos casos la adquisición de un vehículo adicional, debido a estos antecedentes se ha demostrado que el ruido y el caudal, en las horas pico, son altos.
- 16 La creación del "Ciclo Paseo" y la peatonalización del Centro Histórico de los domingos, son estrategias muy aprovechables para disminuir el ruido, dando un día de tregua, contra la contaminación acústica, una vez por semana.
- 17 La presencia de semáforos distorsiona la medición del ruido, debido a que crea espacios de silencio cuando está en rojo, y cuando cambia a verde los vehículos aceleran generando ruido demasiado alto.
- 18 Las dos metodologías para realizar el análisis multivariante, dieron resultados similares en cuanto al coeficiente de correlación múltiple. Por lo tanto se puede usar cualquiera de las dos para generar el modelo matemático.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.

5.2.1 ESTACIÓN 1 CONFITECA.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 79.4%. esto es debido a los picos que se daban en las mediciones de la estación, causados por varios factores como el semáforo, la presencia de alto flujo de vehículos pesados, etc.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 83.2%. Mientras que el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 87.4%.
- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no tiene una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) Es una zona de un alto flujo de vehículos pesados, ya que existen algunas industrias como Confiteca y Keramikos, las cuales requieren el ingreso y salida de camiones de carga.
- 5) En esta zona también existe el carril exclusivo para el corredor sur oriental y la Ecovía.
- 6) Al ser una zona industrial, no existe un gran flujo de peatones, lo que evita que haya ruidos extra a los del tráfico.
- 7) Por la amplitud de la calle y la presencia de edificaciones altas, el ruido se dispersa por lo tanto no es muy fuerte.
- 8) En la entrada al parqueadero de Keramikos, se encuentra la parada de la Ecovía "El Capulí", estos dos factores crean tráfico denso en el carril N-S. en varias horas del día.
- 9) En las noches el flujo de vehículos es mucho menor, lo cual permite que varios vehículos transiten a altas velocidades.
- 10) El horario en donde se refleja mayor ruido es: de 07h00 a 09h00 y de 17h00 a 19h00.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- 11) De 10h00 hasta 12h00 son horas de menor ruido en horas y días laborables existiendo en el sector un espacio en el que no circulan vehículos.
- 12) La presencia del circuito de la Ecovía no es constante como en otras zonas de Quito lo que hace que el ruido sea intenso en pocos instantes durante los momentos en que circula la Ecovía.
- 13) El parterre grande con vegetación ayuda a que el ruido en la zona no sea muy fuerte.
- 14) El asfalto se encuentra en condiciones regulares, no genera un esfuerzo extra en los vehículos.
- 15) Existe una diferencia entre la altura del Carril N-S y el carril S-N. esta altura puede afectar a la medición del ruido.

5.2.2 ESTACIÓN 2 UNIVERSIDAD SALESIANA SUR.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 96.82%. En esta estación no existen picos en las mediciones debido a la acción del semáforo que detiene el tráfico de la avenida Morán Valverde permitiendo a su vez la movilización de la calle Rumichaca.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 97.4%. Mientras el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 97.4%.
- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no existe una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) En horas laborables es una zona de alto flujo vehicular debido a que es la principal entrada a la avenida Mariscal Sucre y a la Universidad Salesiana.
- 5) El parterre grande con alta vegetación ayuda a que el ruido no sea fuerte en la zona.
- 6) El flujo de vehículos que circulan por la calle Rumichaca es mucho menor al flujo de vehículos que circulan por la avenida Moran Valverde, por lo tanto el semáforo crea matices de ruido en la intersección, estos sin embargo no generan grandes picos en las mediciones de ruido.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- 7) El horario en donde se refleja mayor ruido es: de 12h00-13h00 y de 18h00-19h00.
- 8) Los días domingos se ocupa el carril S-N de la calle Rumichaca para el Ciclo Paseo, esto ayuda a disminuir el ruido en este día.
- 9) Durante la semana es una intersección conflictiva debido a que se observó que varios conductores a varias horas del día, utilizan la bocina con insistencia. Esto genera una gran cantidad de ruido.
- 10) Por las noches la medición del caudal de autos es mucho menor a la de la medición de la tarde, llegando a pasar varios minutos sin que circule un vehículo.
- 11) La presencia de la Universidad Salesiana Sur, genera un gran caudal de vehículos que se dirigen hacia la calle Rumichaca.
- 12) El asfalto se encuentra en condiciones regulares, no genera un esfuerzo extra en los vehículos.
- 13) En esta estación se observó un gran número de agentes de tránsito de la policía metropolitana, que regulan el tráfico guiando a los conductores con el silbato, se consideró como una fuente de ruido extra a la del tráfico.

5.2.3 ESTACIÓN 3 MENA 2.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 80.5%. de igual forma en esta estación existen picos generados por varios factores como semáforos, la estructura de la calle, etc.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 84.3%. Mientras que el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 82.9%.
- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no tiene una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) La presencia de la estación de servicio de gasolina y de la plaza influyen a que la estación tenga zonas abiertas, las cuales permiten que el ruido se disperse y el ruido disminuye.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- 5) Los semáforos existentes en la estación crean matices en el ruido, por varios espacios de silencio que estos crean.
- 6) En las horas donde existe mayor flujo de vehículos la entrada y salida de los vehículos en la estación de servicio provoca un incremento en el tráfico.
- 7) El horario en donde se refleja mayor ruido es de 06h00-08h00 y de 14h00-17h00
- 8) En esta estación existen picos en las mediciones, debido a que en ciertas ocasiones varios vehículos pesados circulaban a gran velocidad, aumentando el ruido y en las siguientes mediciones no ocurría lo mismo.
- 9) Los fines de semana el caudal de vehículos es mayor que en otras zonas, debido a que las personas suelen salir a pasear o ir de viaje.
- 10) Por las noches existen centros de distracción nocturna, bares y discotecas, que alteran el flujo vehicular, el ruido generado y la seguridad.
- 11) La estación tiene carriles exclusivos para el paso de los autobuses del corredor sur-occidental, los cuales se suman a los buses de otras cooperativas, quienes circulan en la vía normal, generando un alto flujo de vehículos pesados.
- 12) Los días donde existió mayor flujo vehicular fueron los miércoles, viernes y sábados.
- 13) El parterre no es significativo y posee muy poca vegetación.
- 14) La Avenida Mariscal Sucre no es una vía en la cual se pueda circular a altas velocidades, debido a que es estrecha y posee varios semáforos seguidos; durante varias horas del día existe tráfico, y no es una zona ruidosa.

5.2.4 ESTACIÓN 4 FUERTE MILITAR EL PINTADO.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 75.8%. en esta estación existen varios factores los cuales afectan al modelo de tal forma que se ajuste con un índice de correlación tan bajo. El semáforo, la diferencia de altura entre los carriles y la presencia del centro comercial Atahualpa crean estas condiciones.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

75.1%. Mientras que el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 75.6%.

- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no tiene una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) La presencia del Centro Comercial Atahualpa genera tráfico en las entradas y las salidas, en el carril de sentido S-N.
- 5) Existe un carril exclusivo para los buses de Corredor Sur Occidental en ambos sentidos.
- 6) El carril de sentido N-S está más alto que el carril de sentido S-N.
- 7) El parterre de la avenida es de gran tamaño y posee vegetación de mediano tamaño. Y se encuentra en pendiente pronunciada debido a la diferencia de altura entre los carriles de la avenida. Esta diferencia de altura entre los carriles crea un diferente escenario de ruido para cada carril.
- 8) La presencia de un semáforo, que permite cruzar a los peatones, frena el tráfico durante 30 segundos. Creando matices en la medición de ruido. Ya que el ruido aumenta bastante al momento en que arrancan los vehículos, y cuando el semáforo esta en rojo crea espacios de silencio.
- 9) En horas de oficina, el carril S-N se encuentra con gran flujo vehicular. Este flujo se ve detenido debido al Centro Comercial Atahualpa, al semáforo de esta estación y a los flujos previos provenientes de más al sur en la avenida Mariscal Sucre.
- 10) Las horas que presentan mayor ruido son de 07h00-08h00 y de 18h00-20h00.
- 11) Por las noches el flujo vehicular y el ruido son menores y la velocidad a la que circulan los vehículos es mayor.
- 12) La Avenida Mariscal Sucre no es una vía en la cual se pueda circular a altas velocidades, debido a que es estrecha y posee varios semáforos seguidos.
- 13) Existen edificios de 3 y 4 pisos de altura en un conjunto residencial que se ubica más al sur del centro comercial Atahualpa. Los dos juntos crean un área abierta, la cual crea las condiciones para que el ruido no sea alto.
- 14) Existe alto flujo vehicular en la estación, llegando a estar detenido por varios minutos en ciertas horas del día.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

5.2.5 ESTACIÓN 5 PLAZA GRANDE.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 99%. En esta estación no existen factores que creen picos en las mediciones.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 98.7%. Mientras que el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 98.5%.
- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no tiene una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) Ya que la calle Venezuela tiene solo 2 carriles, el caudal de autos se ve limitado, por lo tanto la cantidad de ruido no es fuerte a comparación de otros sectores de la ciudad.
- 5) En esta estación se da un contraflujo a partir de las 17h00 hasta las 20h00. En el cual los dos carriles de la calle Venezuela se disminuyen a 1 por sentido. Aumentando el flujo vehicular y disminuyendo la velocidad a la que circulan los vehículos.
- 6) Los vehículos pesados transitan a una velocidad lenta, cualquiera sea el motivo esto disminuye la velocidad y la libre circulación de los vehículos particulares.
- 7) La presencia del banco del Pichincha, el municipio de Quito, el palacio de Carondelet, etc. hace que una calle de tan solo dos carriles sea muy transitada.
- 8) Existe movimiento en toda hora del día debido a que la Plaza Grande es un lugar turístico. Sin embargo, por las noches el flujo vehicular es escaso.
- 9) Las horas del día cuando hay más ruido son: 7:00-9:59, 15:00-17:59.
- 10) Los días donde se presenta mayor ruido son los días lunes y miércoles.
- 11) Existe un alto flujo peatonal en la zona. Desde la mañana se presentan vendedores ambulantes los cuales ofrecen sus diversos productos mediante

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

gritos, generando un ruido extra en la estación. Para la investigación se evitó la mayoría de estos ruidos ajenos al interés.

- 12) Los días lunes a las 11h00 se da el evento cívico del Cambio de Guardia Presidencial en la plaza grande. A pesar del ruido que esto causa, no significó un aumento en el ruido significativo para la investigación.
- 13) El día domingo se da la peatonalización del Centro Histórico, de 08h00 a 14h00, en el cual la estación 5 Plaza Grande se ve afectado. En esta peatonalización no existe flujo vehicular en la zona, afectando las mediciones de nivel de presión sonora, caudal y velocidad. Para lo cual se evitó tomar en cuenta estas horas para el análisis matemático y estadístico.
- 14) Los modelos matemáticos generados en esta estación se ajustan con un 99% en las condiciones de bajos niveles de presión sonora, caudal y velocidad.

5.2.6 ESTACIÓN 6 PARQUE DEL ARBOLITO.

- 1) El modelo de linearización de una función no lineal se ajusta con coeficiente de correlación de 97.3%.
- 2) El modelo de Análisis multivariante usando el promedio de la velocidad de livianos y pesados se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 96.8%. Mientras que el modelo de Análisis multivariante usando las velocidades promedio de vehículos livianos y de vehículos pesados por separado se ajusta con un coeficiente de correlación múltiple de 97.1%.
- 3) En los dos métodos de Análisis Multivariante, el coeficiente de correlación múltiple no tiene una diferencia significativa. Por lo tanto se puede usar cualquiera de los dos métodos para representar la realidad.
- 4) Al tener una intersección grande con la calle Tárqui, el semáforo crea un gran tiempo de espera. Causando que el NPS disminuya mientras los vehículos de la Av. 12 de octubre se encuentran parados, y a su vez aumentando considerablemente cuando estos aceleran. Creando matices en las medidas de nivel de presión sonora, por ende picos en las mediciones.
- 5) La presencia del parque ayuda a que el ruido sea menor. Debido a que es un gran espacio abierto.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

- 6) La estructura de la avenida permite que los vehículos circulen a velocidad, sin importar el flujo vehicular.
- 7) La presencia de los circuitos de la Ecovía en la intersección genera un ruido significativo durante el día y hasta altas horas de la noche. Esto ayuda a homogenizar las mediciones durante todo el día.
- 8) Es una avenida principal de la ciudad, por lo cual es bastante transitada.
- 9) Las horas del día en las que hay más ruido son 07h00-08h00, 17h00-20h00.
- 10) Los días en los que existe mayor ruido son los días lunes y viernes.
- 11) Los carriles exclusivos para la circulación de la Ecovía, en la calle Tárqui, se encuentra en muy mal estado.
- 12) La presencia constante de ambulancias en la zona genera un ruido extra al del tráfico rodado.
- 13) En la zona existen edificios de 3 y 4 pisos de altura.
- 14) Esta estación originalmente se encontraba en el Ágora De La Casa De La Cultura, pero se lo desplazó hacia el Parque del Arbolito por cuestiones de seguridad.
- 15) En ciertos días de la semana varios grupos de personas se reúnen en el Parque del Arbolito, y con una serie de buses parten a diferentes provincias. Esto es una fuente de ruido alta para la zona, ya que también la presencia de estos buses parados hace que varios conductores utilicen la bocina.
- 16) La frecuencia con la que el circuito de la Ecovía transita puede ayudar a estabilizar los modelos matemáticos. Mientras más frecuentemente transiten estos buses articulados, menores picos se darán en las mediciones.

CAPÍTULO VI:

6 RECOMENDACIONES.

6.1 RECOMENDACIONES GENERALES.

- 1 Se recomienda mantener la metodología de los anteriores estudios, con el fin de conseguir un modelo matemático predictivo de ruido, y los resultados de este estudio usarlos como referencia.
- 2 Para el siguiente estudio se recomienda seleccionar estaciones de muestreo más cercanos en la zona sur occidental y en mayor número. Con el fin de obtener mayor información del ruido urbano en el sur de la ciudad.
- 3 Se recomienda que las siguientes estaciones a estudiar no se encuentren en intersecciones con semáforos, para evitar los matices en la medición de ruido, y para poder apreciar de mejor manera la velocidad con las que circulan los vehículos.
- 4 Se recomienda en los próximos estudios tomar en cuenta la pendiente de las calles, los patrones sociales, las épocas del año, estructura y geografía de las calles. Ya que estos factores afectan a las mediciones del nivel de presión sonora.
- 5 Se recomienda que los futuros investigadores utilicen equipo de protección personal al momento de realizar las muestras, tales como protectores auditivos, gafas contra el sol, protector solar, gorra, etc. De la misma forma se recomienda hablar con las autoridades municipales, para que los policías metropolitanos utilicen protectores auditivos, disminuyendo así el riesgo a sufrir enfermedades.
- 6 Se recomienda trabajar con un sonómetro integrador, para facilitar el trabajo al investigador y se baje el riesgo a cometer errores humanos por el alto número de datos.
- 7 Siempre es recomendable tener un cronograma de trabajo, en especial para este tipo de investigaciones en las cuales el número de muestras exige un cronograma de trabajo ordenado.
- 8 Se recomienda tener calibrados todos los instrumentos de medición y recalibrarlos cada mes, para asegurar que las mediciones sean verídicas.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

9 Para estudios siguientes se debe considerar tiempo de semáforos en las mediciones.

6.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS.

6.2.1 ESTACIÓN 1 CONFITECA.

- 1) Se recomienda actualizar la posición de la estación de muestreo una cuadra más al norte, donde no existe un semáforo que detenga el tráfico, logrando así apreciar de mejor manera la interacción del ruido generado por los vehículos, el flujo de vehículos y la velocidad con la que circulan.
- 2) Es recomendable hablar con las autoridades de Confiteca o Keramikos para que se permita la estancia en aquellos locales mientras se realizan las muestras. Para permanecer seguros mientras se realiza el muestreo.

6.2.2 ESTACIÓN 2 SALESIANA.

- 1) Es recomendable hacer las mediciones más al este en la avenida Morán Valverde, para que las mediciones sean más homogéneas.
- 2) Se recomienda generar 2 estaciones más de estudio para tener más información en el sur de Quito, uno es de la intersección dos cuadras al norte en la calle Rumichaca, así mismo 2 cuadras al sur de la intersección de la calle Rumichaca.

6.2.3 ESTACIÓN 3 MENA 2.

- 1) Se recomienda movilizar la estación de estudio dos cuadras más al norte donde coincide con la entrada de la parada de bus de La Mena 2. En ese lugar el parterre permite realizar las condiciones desde un lugar seguro y no existe un semáforo que evite el traslado de los vehículos.
- 2) En la avenida Mariscal Sucre se recomienda tener las estaciones de investigación en lugares alejados de semáforos, para lograr apreciar de mejor manera las variables estudiadas.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

6.2.4 ESTACIÓN 4 FUERTE MILITAR.

- 1) Se recomienda en esta estación dividir por carriles el estudio del ruido generado por el tráfico. Debido a que la diferencia de altura entre los dos carriles crea diferentes escenarios de ruido entre los dos.
- 2) Es recomendable en esta estación ir dos cuadras más al sur o dos cuadras más al norte, para evitar que el semáforo cree matices en la medición de ruido.
- 3) Se recomienda que se modifique la entrada al Centro Comercial Atahualpa, ya que las vías de acceso y salida de este generan tráfico en la avenida.

6.2.5 ESTACIÓN 5 PLAZA GRANDE.

- 1) Se recomienda tratar de evitar lo mejor posible el ruido que generan los vendedores ambulantes, debido a que alteran las mediciones.
- 2) Es recomendable no utilizar los datos medidos durante las horas de peatonalización, ya que los resultados se ven muy afectados cuando se consideran estas horas de peatonalización.
- 3) Es recomendable que se analice el modelo matemático, y se incluya de cierta forma al ruido generado por los vendedores ambulantes y al gran flujo peatonal en las estaciones de estudio que comprende el Centro Histórico.

6.2.6 ESTACIÓN 6 PARQUE DEL ARBOLITO:

- 1) Se recomienda tomar las mediciones en el parterre de la avenida 12 de octubre, debido a que en ese lugar se puede captar mejor la realidad del comportamiento del ruido.
- 2) Se recomienda generar una estación de medición en la zona de la Maternidad, para lograr comprender el comportamiento del ruido bajo las condiciones de una pronunciada pendiente y en ausencia de áreas abiertas como el Parque del Arbolito.

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

CAPÍTULO VII:

7. BIBLIOGRAFÍA.

Figueras, S., 2000, "Introducción al Análisis Multivariante", fecha de consulta: 12/02/2014, <<http://www.5campus.com/leccion/anamul>>.

Sánchez, S., 2007, "Efectos de la contaminación acústica sobre la salud", Revista de salud ambiental, vol. 7, no. 2, pp. 175-180, fecha de consulta: 11/02/2014, <<http://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/261>>.

Coral, K., 2013, "Control de la contaminación por ruido", notas de curso de tratamiento de gases.

Simbaña, S., 2012, "Desarrollo de un score de credito para el financiamiento automotriz, con base en el analisis estadistico de variables", *Universidad Andina Simon Bolivar*, Tesis, fecha de consulta: 12/02/2014, <<http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3060/1/T1120-MFGR-Simba%C3%B1a-Desarrollo.pdf>>.

Organización Mundial de la Salud, 2007, "Experts consultation on methods of quantifying burden of disease related to environmental noise", fecha de consulta: 12/02/2014, <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/87643/EDB_mtgrep.pdf>.

Subdirección de Estudios Ambientales IDEAM, 2006, "Documento Soporte Norma de Ruido Ambiental", fecha de consulta: 21/07/2014, <http://www.minambiente.gov.co/documentos/3126_1727_Documento_sopORTE_ruido_mayo_25.pdf>.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), Libro VI, Anexo 5, 2003, "Límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones", fecha de consulta: 12/02/2014,

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

<<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/51/LIBRO%20VI%20Anexo%205%20Ruido.pdf>>.

Ordenanza Metropolitana No 213, Resolución No 0002-DMA-2008, “Normas Técnicas de Calidad Ambiental” Fecha de Consulta: 21/07/2014
<http://www.cip.org.ec/attachments/article/2096/RESOLUCI%C3%93N%20No%20002-SA-2014.pdf>.

Calixto, A., Diniz, F. & P. Zannin, 2003, “The statistical modeling of road traffic noise in an urban setting”, *Cities*, vol. 20, no. 1, pp. 23-29, fecha de consulta 10/02/2014,
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275102000938>>.

Kattán, F., 2013, “Validación de los modelos matemáticos de ruido urbano UISEK de linearización de una función no lineal y análisis multivariante en el sector sur-oriental de la ciudad de Quito”, *Universidad Internacional SEK*, Tesis, fecha de consulta: 10/12/2013,
<<http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/603>>.

Rodriguez, J. & C. Steegmann, s f., “Modelos matemáticos”, Universidad Abierta de Cataluña, fecha de consulta: 11/02/2014,
<http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Modelos_matematicos.pdf>.

Harris, C., 1995, “Manual de medidas acústicas y control de ruido”, fecha de consulta: 12/02/2014, <<http://www.casadellibro.com/libro-manual-de-medidas-acusticas-y-control-del-ruido/9788448116194/502476>>.

Riquelme, G., 2007, “Estudio del ruido de tráfico vehicular de la Avenida Ribera Norte Sector Industrial Talcahuano mediante modelos de propagación”, *Universidad Austral de Chile*, Tesis, fecha de consulta: 21/07/2014,<<http://es.scribd.com/doc/76952335/bmfcir594e>>.

Ouis, D., 2001, “Annoyance from road traffic Noise: a review”, *Journal of environmental psychology*, Vol. 21, pp. 101-120, fecha de consulta: 19/02/2014,

VALIDACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE LINEARIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RUIDO AMBIENTAL URBANO EN LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE QUITO.

<<http://www.sciencedirect.com.wwwproxy0.library.unsw.edu.au/science/article/pii/S0272494400901877>>.

Quarteri, J., Mastorakis, N., Iannone, G., Guarnaccia, C., D'Ambrosio, S., Troisi, A. & TLL Lenza, 2009, "A review of traffic noise predictive models", *Technical University of Sofia*, fecha de consulta: 19/02/2014, <<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/tenerife/MECHANICS/MECHANICS-12.pdf>>.

ANEXOS

Anexo 1: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 1 Confiteca.

Anexo 1A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 1 Confiteca.

HORA	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	159	34	2316	164	36	2400	134	36	2040	161	38	2388	170	31	2412
07H00 - 07H59	168	33	2412	178	33	2532	155	33	2256	146	36	2184	167	32	2388
08H00 - 08H59	159	39	2376	152	37	2268	168	27	2340	152	34	2232	191	39	2760
09H00 - 09H59	169	34	2436	164	34	2376	137	34	2052	140	33	2076	176	34	2520
10H00 - 10H59	174	36	2520	211	36	2964	167	33	2400	174	36	2520	216	30	2952
11H00 - 11H59	151	32	2196	171	29	2400	145	36	2172	164	34	2376	159	29	2256
12H00 - 12H59	160	29	2268	151	24	2100	161	28	2268	156	35	2292	146	36	2184
13H00 - 13H59	147	28	2100	164	36	2400	184	29	2556	161	39	2400	161	35	2352
14H00 - 14H59	144	36	2160	182	34	2592	150	36	2232	185	31	2592	169	34	2436
15H00 - 15H59	160	31	2292	139	35	2088	169	30	2388	143	33	2112	181	36	2604
16H00 - 16H59	166	33	2388	163	25	2256	136	36	2064	138	25	1956	150	35	2220
17H00 - 17H59	179	24	2436	171	24	2340	188	32	2640	151	27	2136	166	33	2388
18H00 - 18H59	198	28	2712	164	36	2400	206	33	2868	172	29	2412	178	28	2472
19H00 - 19H59	207	23	2760	205	26	2772	211	39	3000	169	30	2388	182	26	2496
20H00 - 20H59	155	19	2088	172	13	2220	203	13	2592	168	16	2208	153	27	2160
21H00 - 21H59	142	21	1956	164	12	2112	172	12	2208	159	12	2052	152	16	2016
22H00 - 22H59	109	11	1440	107	10	1404	91	8	1188	90	10	1200	145	15	1920
23H00 - 23H59	81	8	1068	89	6	1140	80	6	1032	85	7	1104	90	10	1200

HORA	SABADO			DOMINGO			PROMEDIO
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	
06H00 - 06H59	152	25	2124	133	28	1932	2230
07H00 - 07H59	160	21	2172	136	26	1944	2270
08H00 - 08H59	133	27	1920	147	24	2052	2278
09H00 - 09H59	179	24	2436	134	31	1980	2268
10H00 - 10H59	139	25	1968	150	20	2040	2481
11H00 - 11H59	149	29	2136	174	36	2520	2294
12H00 - 12H59	155	34	2268	158	33	2292	2239
13H00 - 13H59	165	35	2400	156	26	2184	2342
14H00 - 14H59	184	36	2640	146	25	2052	2386
15H00 - 15H59	137	34	2052	175	25	2400	2277
16H00 - 16H59	149	33	2184	151	21	2064	2162
17H00 - 17H59	170	23	2316	160	24	2208	2352
18H00 - 18H59	161	21	2184	139	26	1980	2433
19H00 - 19H59	161	25	2232	145	25	2040	2527
20H00 - 20H59	147	20	2004	138	12	1800	2153
21H00 - 21H59	112	18	1560	122	13	1620	1932
22H00 - 22H59	88	11	1188	85	9	1128	1353
23H00 - 23H59	81	5	1032	78	8	1032	1087

Anexo 1B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 1 Confiteca.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	6,60	8,00			8,50	10,00			6,90	11,20			6,10	9,60			6,60	9,00			6,30	12,00			6,80	9,00		
	6,90	9,90	8,10	44,44	7,60	6,70	8,22	43,81	7,20	10,20	8,78	40,99	8,50	12,00	9,55	37,70	6,50	8,50	7,63	47,16	6,20	10,20	8,03	44,81	6,50	6,60	7,33	49,09
	7,20	10,00			7,60	8,90			7,60	9,60			7,10	14,00			6,80	8,40			6,80	6,70			6,30	8,80		
07H00 - 07H59	7,30	9,50			9,50	10,00			7,10	7,30			6,90	10,00			6,20	10,60			6,10	6,80			6,90	9,60		
	8,50	7,30	8,20	43,90	6,60	12,30	9,52	37,83	8,10	10,00	8,37	43,03	8,10	9,50	8,15	44,17	6,30	10,00	7,83	45,96	6,80	15,30	9,02	39,93	7,90	10,00	8,03	44,81
	10,00	6,60			6,20	12,50			8,20	9,50			8,20	6,20			6,10	7,80			6,90	12,20			7,00	6,80		
08H00 - 08H59	7,90	6,50			6,10	6,00			9,60	7,50			10,00	6,30			9,60	9,50			6,60	6,30			10,00	10,00		
	9,80	10,60	8,53	42,19	10,00	16,30	8,60	41,86	6,30	6,80	8,27	43,55	12,90	6,10	8,12	44,35	7,80	8,70	9,43	38,16	10,00	6,90	7,77	46,35	9,60	6,70	8,55	42,11
	9,50	6,90			6,90	6,30			6,10	13,30			6,60	6,80			7,50	13,50			10,20	6,60			8,50	6,50		
09H00 - 09H59	10,30	5,30			12,30	13,00			8,20	8,20			6,50	10,40			6,20	12,20			9,80	6,50			8,60	10,00		
	15,60	6,10	8,95	40,22	6,80	6,40	9,15	39,34	7,60	7,50	7,53	47,79	6,50	9,80	8,48	42,44	8,60	10,20	8,38	42,94	7,50	6,40	7,27	49,54	7,30	6,80	8,15	44,17
	9,60	6,80			9,60	6,80			6,90	6,80			6,70	11,00			6,30	6,80			6,60	6,80			9,60	6,60		
10H00 - 10H59	10,00	10,30			8,50	6,70			7,30	6,60			6,10	12,00			9,60	10,30			10,30	6,90			9,10	12,00		
	6,80	8,50	8,58	41,94	7,40	9,50	7,63	47,16	10,30	9,60	8,40	42,86	6,90	12,60	9,02	39,93	10,20	10,00	9,77	36,86	9,20	6,80	9,25	38,92	6,80	10,00	9,40	38,30
	6,40	9,50			6,90	6,80			9,50	7,10			6,20	10,30			12,30	6,20			12,30	10,00			6,20	12,30		
11H00 - 11H59	6,50	10,30			6,80	6,50			10,00	7,40			6,50	10,00			13,10	6,10			12,30	6,88			6,30	6,50		
	7,20	10,00	8,07	44,63	7,10	6,00	7,78	46,25	9,50	13,30	9,60	37,50	8,10	6,60	7,65	47,06	10,00	6,60	8,18	43,99	16,50	10,00	10,38	34,68	10,00	10,30	9,23	38,99
	7,60	6,80			10,00	10,30			7,20	10,20			8,20	6,50			6,50	6,80			10,00	6,60			12,30	10,00		
12H00 - 12H59	9,90	6,50			7,20	9,00			8,30	6,50			6,10	6,10			6,10	12,00			9,50	6,30			7,20	9,90		
	8,50	6,80	8,12	44,35	7,50	6,50	8,02	44,91	9,10	6,10	8,48	42,44	6,60	6,90	7,53	47,79	7,50	10,00	8,72	41,30	6,60	6,80	8,40	42,86	6,30	6,90	8,22	43,81
	7,40	9,60			8,10	9,80			10,90	10,00			6,90	12,60			7,60	9,10			11,20	10,00			10,00	9,00		
13H00 - 13H59	7,10	6,10			7,30	10,00			10,00	6,10			10,00	9,30			6,10	6,30			8,10	6,70			12,20	10,00		
	6,30	8,90	8,10	44,44	7,20	7,40	7,88	45,67	6,50	7,50	7,62	47,26	10,30	10,00	10,10	35,64	10,30	6,80	8,10	44,44	10,20	6,70	8,15	44,17	13,20	6,70	10,15	35,47
	13,20	7,00			7,90	7,50			8,50	7,10			12,20	8,80			12,40	6,70			6,90	10,30			10,00	8,80		
14H00 - 14H59	12,20	10,30			12,30	6,50			9,60	13,40			12,30	7,40			10,00	9,80			8,50	6,80			6,90	6,50		
	10,90	10,00	9,42	38,23	13,20	6,30	9,53	37,76	6,60	15,60	10,62	33,91	10,00	9,50	8,98	40,07	10,60	9,60	11,05	32,58	10,00	10,30	9,30	38,71	6,80	6,80	8,15	44,17
	6,50	6,60			12,50	6,40			6,50	12,00			6,60	8,10			16,30	10,00			10,20	10,00			6,70	15,20		
15H00 - 15H59	10,30	6,20			16,20	6,10			10,00	7,50			6,80	6,80			10,00	14,50			13,20	9,80			6,50	12,00		
	9,60	8,60	9,30	38,71	10,00	9,90	11,25	32,00	10,30	6,50	9,48	37,96	8,10	10,60	8,28	43,46	6,30	12,00	9,60	37,50	10,00	10,20	10,00	36,00	6,20	10,20	8,50	42,35
	11,60	9,50			12,80	12,50			12,80	9,80			7,10	10,30			8,50	6,30			10,00	6,80			6,10	10,00		
16H00 - 16H59	9,50	10,00			8,10	13,00			9,70	7,40			8,20	10,00			6,20	6,10			10,20	6,60			6,30	6,80		
	6,80	7,40	8,20	43,90	7,10	12,40	9,02	39,93	9,40	10,50	8,88	40,53	6,60	6,20	8,08	44,54	7,10	8,70	7,32	49,20	7,20	10,00	7,95	45,28	6,30	6,60	6,43	55,96
	6,90	8,60			6,90	6,60			6,50	9,80			10,00	7,50			7,30	8,50			6,90	6,80			7,10	5,50		

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
17H00 - 17H59	10,00	8,50	8,87	40,60	7,20	9,80	7,88	45,67	9,50	7,60	8,35	43,11	12,90	8,80	10,20	35,29	7,20	9,80	8,35	43,11	6,80	6,60	6,77	53,20	7,00	13,20	10,00	36,00
	9,60	7,20			7,10	8,50			10,60	7,10			12,40	6,90			7,10	8,80			6,70	6,90			9,60	10,20		
	10,00	7,90			7,30	7,40			8,50	6,80			7,00	13,20			7,60	9,60			6,80	6,80			10,00	10,00		
18H00 - 18H59	6,50	6,90	8,07	44,63	6,60	12,40	9,17	39,27	7,60	6,30	8,50	42,35	7,00	10,00	8,35	43,11	7,10	12,00	7,47	48,21	6,50	10,20	7,65	47,06	6,50	6,90	7,82	46,06
	10,50	8,60			6,50	12,60			9,50	6,80			7,80	7,20			7,20	6,10			6,50	10,00			8,60	6,80		
	9,80	6,10			10,00	6,90			10,00	10,80			10,00	8,10			6,10	6,30			6,20	6,50			6,10	12,00		
19H00 - 19H59	9,50	10,90	9,50	37,89	10,30	12,50	12,12	29,71	8,50	6,80	7,50	48,00	6,60	7,50	6,77	53,20	6,30	6,50	6,98	51,55	10,00	7,50	10,62	33,91	6,10	12,00	7,25	49,66
	8,50	10,00			15,60	14,60			7,50	6,90			6,10	6,70			6,30	6,80			10,30	16,50			6,30	6,10		
	10,20	7,90			9,50	10,20			8,50	6,80			6,90	6,80			6,50	9,50			6,90	12,50			6,30	6,70		
20H00 - 20H59	11,40	8,10	8,38	42,94	7,20	7,10	6,77	53,20	10,00	6,50	9,72	37,05	6,20	12,20	7,55	47,68	9,50	10,00	10,42	34,56	6,70	13,20	10,80	33,33	10,00	6,30	7,80	46,15
	6,60	6,10			6,80	6,90			12,60	16,60			6,90	6,60			10,00	12,50			9,50	15,20			10,50	6,40		
	8,60	9,50			6,10	6,50			6,10	6,50			7,10	6,30			10,30	10,20			10,00	10,20			6,80	6,80		
21H00 - 21H59	10,00	7,90	8,42	42,77	5,30	10,00	7,85	45,86	8,20	10,30	9,48	37,96	7,10	13,20	10,13	35,53	6,20	10,00	7,43	48,43	10,30	10,00	7,10	50,70	6,10	6,60	8,88	40,53
	10,60	6,70			6,20	8,50			9,70	11,60			6,20	15,60			6,60	7,80			6,10	0,10			6,20	12,10		
	6,80	8,50			10,00	7,10			7,10	10,00			6,50	12,20			7,10	6,90			6,10	10,00			6,30	16,00		
22H00 - 22H59	6,90	10,00	8,60	41,86	6,30	8,20	7,27	49,54	6,50	6,80	7,15	50,35	6,30	10,30	8,25	43,64	15,20	7,60	10,50	34,29	6,20	6,90	6,50	55,38	6,20	12,30	9,55	37,70
	10,00	9,50			6,30	9,10			6,80	9,60			6,10	10,00			12,00	7,50			6,30	6,80			10,00	10,00		
	8,90	6,30			7,10	6,60			6,90	6,30			10,00	6,80			13,30	7,40			6,20	6,60			12,20	6,60		
23H00 - 23H59	6,60	6,10	6,98	51,55	8,10	8,50	7,55	47,68	6,70	10,30	7,82	46,06	10,10	6,50	9,18	39,20	6,40	9,90	7,62	47,26	6,80	10,30	7,78	46,25	16,30	6,10	8,15	44,17
	6,50	6,90			9,10	6,60			6,80	10,00			12,20	9,60			6,90	8,90			6,70	10,00			6,30	6,90		
	5,80	10,00			6,50	6,50			6,50	6,60			8,80	7,90			6,80	6,80			6,60	6,30			6,80	6,50		

Anexo 1C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 1 Confiteca.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	13,20	9,50	11,05	32,58	10,00	6,20	12,90	27,91	7,50	12,00	11,50	31,30	15,00	8,50	12,03	29,94	10,00	9,60	10,18	35,38	12,30	10,00	10,23	35,21	7,80	12,30	10,83	33,26
	12,60	8,90			19,20	16,20			10,00	16,50			9,60	15,00			8,90	12,20			8,80	9,80			10,00	13,20		
07H00 - 07H59	12,50	16,20	12,83	28,07	14,00	10,00	12,48	28,86	9,60	15,70	13,60	26,47	6,10	10,00	10,93	32,95	9,50	10,00	12,25	29,39	10,00	6,80	8,73	41,26	10,60	16,50	15,95	22,57
	12,40	10,20			13,50	12,40			12,40	16,70			12,30	15,30			17,20	12,30			10,60	7,50			18,70	18,00		
08H00 - 08H59	12,60	10,00	12,30	29,27	13,20	10,00	11,38	31,65	13,20	15,20	13,28	27,12	9,90	13,60	12,18	29,57	9,80	13,00	12,00	30,00	12,00	10,90	11,43	31,51	16,30	9,80	11,25	32,00
	13,20	13,40			12,00	10,30			10,60	14,10			10,20	15,00			10,00	15,20			13,00	9,80			8,90	10,00		
09H00 - 09H59	12,60	12,30	12,03	29,94	14,00	10,00	12,73	28,29	15,60	13,20	14,58	24,70	15,00	12,60	13,28	27,12	12,80	12,60	11,45	31,44	12,80	9,80	10,03	35,91	10,60	10,60	9,95	36,18
	13,20	10,00			10,90	16,00			13,20	16,30			15,20	10,30			10,00	10,40			10,00	7,50			9,90	8,70		
10H00 - 10H59	6,60	6,50	7,45	48,32	8,90	6,30	7,80	46,15	6,50	15,30	10,25	35,12	8,10	8,60	9,13	39,45	13,20	8,50	10,33	34,87	16,50	10,00	11,63	30,97	10,00	12,50	12,30	29,27
	9,80	6,90			7,80	8,20			6,90	12,30			9,50	10,30			9,60	10,00			13,20	6,80			10,20	16,50		
11H00 - 11H59	6,70	6,70	7,60	47,37	4,10	10,20	10,70	33,64	10,00	12,30	10,28	35,04	15,20	12,60	13,18	27,32	15,60	6,70	11,13	32,36	15,50	13,50	13,70	26,28	12,00	13,20	14,10	25,53
	10,20	6,80			12,30	16,20			10,30	8,50			12,30	12,60			12,00	10,20			16,00	9,80			16,50	14,70		
12H00 - 12H59	12,50	12,00	12,40	29,03	10,10	15,20	10,75	33,49	8,50	10,20	9,58	37,60	15,20	10,60	12,20	29,51	16,50	12,20	15,48	23,26	12,50	6,90	9,90	36,36	10,00	14,50	11,13	32,36
	13,60	11,50			10,50	7,20			9,60	10,00			14,00	9,00			15,20	18,00			10,20	10,00			6,80	13,20		
13H00 - 13H59	12,20	15,30	13,43	26,82	10,20	8,10	10,88	33,10	10,20	6,90	9,05	39,78	15,20	9,80	10,43	34,53	6,80	12,20	8,95	40,22	15,50	10,30	13,65	26,37	12,80	13,20	12,15	29,63
	10,00	16,20			15,20	10,00			12,30	6,80			10,20	6,50			8,80	7,00			12,60	16,20			10,00	12,60		
14H00 - 14H59	10,30	15,60	11,15	32,29	16,00	10,20	12,78	28,18	10,20	10,30	10,38	34,70	12,30	7,40	8,75	41,14	7,10	16,50	10,18	35,38	15,00	15,80	16,43	21,92	10,60	12,70	11,98	30,06
	6,60	12,10			12,30	12,60			14,30	6,70			6,80	8,50			6,50	10,60			16,30	18,60			8,60	16,00		
15H00 - 15H59	6,80	13,20	9,73	37,02	15,60	12,30	13,40	26,87	16,30	6,80	10,70	33,64	14,00	10,20	13,15	27,38	10,10	13,20	11,48	31,37	15,80	15,20	15,80	22,78	10,00	12,60	12,85	28,02
	6,70	12,20			10,50	15,20			9,50	10,20			15,20	13,20			10,20	12,40			16,20	16,00			12,50	16,30		
16H00 - 16H59	10,30	6,90	7,70	46,75	10,00	14,70	12,30	29,27	9,80	15,20	12,83	28,07	12,60	6,80	10,55	34,12	13,20	12,50	13,05	27,59	8,50	10,20	9,48	37,99	13,20	10,00	10,08	35,73
	6,80	6,80			12,20	12,30			10,00	16,30			16,30	6,50			16,30	10,20			10,20	9,00			6,80	10,30		
17H00 - 17H59	6,90	10,20	9,33	38,61	16,20	13,20	14,48	24,87	9,50	10,50	11,13	32,36	14,50	12,30	11,48	31,37	10,40	10,30	10,38	34,70	16,30	10,20	12,38	29,09	10,80	8,20	10,03	35,91
	10,20	10,00			12,30	16,20			10,30	14,20			8,90	10,20			10,60	10,20			12,50	10,50			10,50	10,60		
18H00 - 18H59	10,20	6,90	8,90	40,45	10,00	8,10	8,38	42,99	10,20	15,20	12,55	28,69	13,20	10,00	13,78	26,13	15,20	16,20	15,00	24,00	16,30	16,20	12,15	29,63	10,30	8,20	8,20	43,90
	8,50	10,00			8,20	7,20			8,50	16,30			16,50	15,40			16,20	12,40			6,10	10,00			6,80	7,50		
19H00 - 19H59	10,60	9,50	10,03	35,91	7,10	9,20	10,65	33,80	7,40	12,60	11,28	31,93	8,90	12,20	10,38	34,70	10,60	13,20	10,93	32,95	10,50	12,50	12,68	28,40	10,20	10,00	9,98	36,09
	12,60	7,40			16,30	10,00			9,60	15,50			10,60	9,80			10,00	9,90			15,20	12,50			9,50	10,20		
20H00 - 20H59	12,30	8,50	10,08	35,73	12,30	10,60	12,88	27,96	6,50	10,20	9,40	38,30	10,20	9,50	9,13	39,45	7,50	9,80	8,70	41,38	6,10	10,00	8,60	41,86	12,50	15,00	12,30	29,27
	9,90	9,60			12,30	16,30			10,90	10,00			6,80	10,00			8,70	8,80			8,10	10,20			13,20	8,50		
21H00 - 21H59	9,60	10,30	9,65	37,31	10,30	14,50	9,63	37,40	12,80	7,40	11,65	30,90	13,20	10,30	11,48	31,37	12,00	10,50	11,50	31,30	10,00	9,60	9,68	37,21	8,90	7,50	8,88	40,56
	8,70	10,00			6,50	7,20			13,20	13,20			10,20	12,20			12,60	10,90			10,60	8,50			8,90	10,20		
22H00 - 22H59	10,00	9,50	10,00	36,00	8,70	8,10	8,08	44,58	15,20	8,60	11,50	31,30	8,20	8,50	8,50	42,35	10,00	11,00	9,58	37,60	8,20	14,00	12,10	29,75	10,50	15,80	10,95	32,88
	10,30	10,20			6,90	8,60			12,20	10,00			7,10	10,20			7,80	9,50			13,00	13,20			10,60	6,90		
23H00 - 23H59	9,60	8,50	8,18	44,04	10,60	8,90	9,23	39,02	10,00	9,50	9,13	39,45	10,00	12,30	12,33	29,21	9,80	8,50	9,15	39,34	11,00	8,90	9,90	36,36	16,50	10,60	13,65	26,37
	8,20	6,40			10,00	7,40			10,20	6,80			10,80	16,20			8,70	9,60			10,00	9,70			12,30	15,20		

Anexo 2: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 2 Universidad Salesiana Sur.

Anexo 2A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 2 Salesiana.

HORA	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	217	23	2880	224	26	3000	242	24	3192	231	29	3120	248	27	3300
07H00 - 07H59	240	25	3180	239	30	3228	237	26	3156	250	26	3312	243	24	3204
08H00 - 08H59	263	21	3408	254	21	3300	248	22	3240	249	20	3228	202	28	2760
09H00 - 09H59	243	27	3240	243	29	3264	243	21	3168	262	17	3348	234	26	3120
10H00 - 10H59	238	31	3228	231	29	3120	245	23	3216	243	24	3204	259	22	3372
11H00 - 11H59	239	29	3216	242	26	3216	265	26	3492	241	30	3252	227	18	2940
12H00 - 12H59	235	25	3120	245	20	3180	228	25	3036	200	26	2712	267	22	3468
13H00 - 13H59	248	26	3288	243	23	3192	245	24	3228	171	30	2412	247	19	3192
14H00 - 14H59	252	21	3276	252	27	3348	249	22	3252	210	26	2832	235	28	3156
15H00 - 15H59	259	30	3468	249	21	3240	250	29	3348	212	28	2880	251	20	3252
16H00 - 16H59	245	29	3288	247	28	3300	258	27	3420	244	25	3228	227	21	2976
17H00 - 17H59	242	27	3228	255	26	3372	276	23	3588	262	24	3432	233	27	3120
18H00 - 18H59	274	26	3600	257	28	3420	267	25	3504	275	25	3600	199	31	2760
19H00 - 19H59	231	23	3048	219	21	2880	244	20	3168	247	26	3276	253	26	3348
20H00 - 20H59	221	15	2832	171	19	2280	258	15	3276	226	20	2952	242	29	3252
21H00 - 21H59	171	19	2280	140	16	1872	231	9	2880	219	13	2784	206	17	2676
22H00 - 22H59	121	13	1608	112	8	1440	94	6	1200	121	10	1572	110	8	1416
23H00 - 23H59	110	10	1440	85	6	1092	85	4	1068	91	9	1200	103	6	1308

HORA	SABADO			DOMINGO			PROMEDIO
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	
06H00 - 06H59	193	28	2652	189	17	2472	2945
07H00 - 07H59	223	27	3000	236	14	3000	3154
08H00 - 08H59	242	24	3192	253	12	3180	3187
09H00 - 09H59	228	25	3036	196	21	2604	3111
10H00 - 10H59	220	20	2880	205	15	2640	3094
11H00 - 11H59	249	31	3360	183	17	2400	3125
12H00 - 12H59	236	23	3108	160	12	2064	2955
13H00 - 13H59	233	27	3120	168	15	2196	2947
14H00 - 14H59	242	24	3192	172	18	2280	3048
15H00 - 15H59	244	25	3228	152	19	2052	3067
16H00 - 16H59	244	29	3276	205	25	2760	3178
17H00 - 17H59	180	26	2472	240	20	3120	3190
18H00 - 18H59	221	25	2952	165	16	2172	3144
19H00 - 19H59	214	16	2760	174	12	2232	2959
20H00 - 20H59	110	18	1536	165	10	2100	2604
21H00 - 21H59	105	12	1404	92	8	1200	2157
22H00 - 22H59	91	9	1200	87	6	1116	1365
23H00 - 23H59	91	7	1176	80	6	1032	1188

Anexo 2B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 2 Salesiana.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	9,40	7,00	7,30	49,32	7,00	8,20	8,28	43,46	6,00	8,50	8,22	43,81	9,00	6,80	7,33	49,09	9,00	7,80	8,12	44,35	8,50	9,50	8,27	43,55	7,40	6,10	8,98	40,07
	8,80	6,00			10,00	7,40			6,40	9,60			7,10	6,60			6,60	6,90			9,50	7,40			8,90	13,20		
	6,60	6,00			9,50	7,60			10,30	8,50			8,20	6,30			6,10	12,30			6,20	8,50			6,30	12,00		
07H00 - 07H59	12,40	8,00	10,27	35,06	7,00	10,00	9,10	39,56	6,50	10,00	7,78	46,25	7,50	10,00	9,23	38,99	10,20	10,00	9,25	38,92	7,10	9,50	8,62	41,78	10,00	10,00	8,13	44,26
	10,00	8,60			8,00	9,90			6,60	10,30			8,80	10,20			8,50	9,80			8,50	7,60			9,50	6,30		
	12,30	10,30			9,90	9,80			6,50	6,80			9,90	9,00			9,50	7,50			9,50	9,50			6,50	6,50		
08H00 - 08H59	10,00	6,40	7,42	48,54	10,00	6,60	8,17	44,08	8,80	9,90	8,77	41,06	10,30	11,70	9,50	37,89	7,90	9,30	8,78	40,99	7,60	8,60	8,62	41,78	6,30	6,10	7,02	51,31
	7,40	6,70			7,10	7,50			9,60	7,50			7,40	10,00			8,70	7,20			9,60	8,50			6,60	6,60		
	7,50	6,50			7,80	10,00			10,00	6,80			8,50	9,10			9,60	10,00			10,00	7,40			6,90	9,60		
09H00 - 09H59	7,50	7,10	9,22	39,06	11,00	11,20	8,78	40,99	10,40	10,00	9,98	36,06	9,60	6,30	8,35	43,11	8,50	11,20	8,90	40,45	10,30	9,60	7,63	47,16	6,80	9,60	8,80	40,91
	7,70	10,20			7,00	6,60			12,60	10,20			10,30	6,70			10,20	9,60			6,60	6,30			7,50	8,60		
	9,60	13,20			9,40	7,50			10,00	6,70			10,00	7,20			7,10	6,80			6,80	6,20			10,00	10,30		
10H00 - 10H59	7,40	14,50	11,23	32,05	8,40	8,80	10,00	36,00	13,20	8,20	10,68	33,70	7,40	10,00	9,27	38,85	8,50	6,50	8,92	40,37	6,90	9,50	8,28	43,46	12,30	12,10	12,13	29,67
	8,50	16,00			13,00	7,60			12,30	11,00			9,50	8,60			6,90	7,40			6,80	8,50			10,20	16,20		
	7,70	13,30			12,60	9,60			10,00	9,40			11,00	9,10			13,60	10,60			8,50	9,50			9,50	12,50		
11H00 - 11H59	6,20	12,20	9,23	38,99	10,50	10,50	9,25	38,92	9,80	7,00	8,57	42,02	10,20	7,20	9,00	40,00	10,50	13,20	8,52	42,27	7,10	16,20	12,23	29,43	8,20	10,30	8,48	42,44
	10,00	10,10			10,00	10,40			7,90	8,90			10,00	7,10			6,50	7,20			12,20	15,60			10,40	6,90		
	6,90	10,00			7,00	7,10			8,50	9,30			9,50	10,00			6,90	6,80			10,00	12,30			6,60	8,50		
12H00 - 12H59	10,00	10,20	8,73	41,22	8,90	8,50	8,75	41,13	7,30	7,10	7,70	46,75	9,50	6,90	7,32	49,20	6,60	8,50	9,20	39,13	13,20	10,00	10,25	35,12	8,50	9,80	8,60	41,86
	9,50	8,00			6,90	9,90			7,20	7,00			7,00	6,50			13,20	6,90			10,00	9,80			6,50	6,80		
	8,10	6,60			8,10	10,22			9,10	8,50			6,80	7,20			10,00	10,00			9,60	8,90			10,00	10,00		
13H00 - 13H59	8,80	6,30	7,92	45,47	7,80	10,00	8,42	42,77	6,90	10,00	9,03	39,85	10,00	10,60	9,95	36,18	7,70	9,80	9,30	38,71	6,50	12,00	9,83	36,61	10,20	6,00	8,17	44,08
	6,90	7,40			7,60	6,60			6,80	10,00			6,60	11,40			8,50	9,70			8,20	12,30			13,20	6,60		
	10,30	7,80			10,00	8,50			10,00	10,50			8,10	13,00			10,10	10,00			10,00	10,00			6,90	6,10		
14H00 - 14H59	6,80	10,60	8,35	43,11	9,80	9,60	9,07	39,71	7,40	9,50	9,02	39,93	8,30	10,00	8,75	41,14	6,10	10,20	8,03	44,81	10,20	7,40	8,97	40,15	6,80	9,60	9,55	37,70
	7,40	9,60			10,40	8,50			8,20	9,40			7,90	10,20			8,70	6,80			11,30	7,10			11,10	9,80		
	6,80	8,90			8,70	7,40			10,00	9,60			9,00	7,10			6,90	9,50			9,60	8,20			10,00	10,00		
15H00 - 15H59	7,10	7,80	9,50	37,89	9,60	7,20	8,75	41,14	9,00	8,10	8,85	40,68	6,70	8,10	7,50	48,00	9,80	6,30	8,03	44,81	8,10	7,40	8,08	44,54	10,00	7,00	9,95	36,18
	9,50	10,00			7,90	8,20			9,60	7,60			6,50	9,90			7,80	7,10			10,30	6,70			10,60	12,20		
	10,00	12,60			10,00	9,60			9,70	9,10			6,60	7,20			10,00	7,20			6,50	9,50			9,60	10,30		
16H00 - 16H59	8,90	6,80	8,48	42,44	9,50	6,80	8,42	42,77	13,30	8,70	10,28	35,01	9,60	8,20	9,32	38,64	9,90	10,00	8,77	41,06	8,50	8,90	8,47	42,52	8,60	10,00	9,05	39,78
	9,00	6,90			10,10	7,10			12,20	7,90			8,50	7,10			6,80	7,10			7,20	10,00			10,00	6,60		
	9,60	9,70			10,00	7,00			10,00	9,60			15,60	6,90			6,80	12,00			9,60	6,60			12,30	6,80		

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
17H00 - 17H59	10,00	10,00	9,62	37,44	9,60	12,40	9,10	39,56	6,80	8,50	7,68	46,85	12,00	9,40	10,25	35,12	10,30	13,00	9,77	36,86	7,20	6,80	7,52	47,89	6,60	6,90	7,23	49,77
	9,60	11,00			8,60	6,90			6,90	7,40			10,00	10,00			10,00	9,70			7,30	6,90			8,50	8,00		
	7,50	9,60			8,80	8,30			6,50	10,00			7,50	12,60			6,80	8,80			6,90	10,00			6,60	6,80		
18H00 - 18H59	8,50	7,60	8,30	43,37	6,80	6,70	7,20	50,00	11,00	5,80	9,33	38,57	10,20	10,20	8,85	40,68	13,20	7,10	9,03	39,85	6,60	6,70	8,17	44,08	10,00	6,60	9,48	37,96
	9,50	7,60			7,40	7,60			10,50	9,60			10,00	6,20			12,30	7,20			7,00	8,50			10,30	10,00		
	6,60	10,00			7,70	7,00			10,60	8,50			9,60	6,90			7,50	6,90			10,00	10,20			13,20	6,80		
19H00 - 19H59	7,80	10,20	9,73	36,99	8,90	8,50	8,97	40,15	12,00	12,00	9,95	36,18	7,20	10,30	7,98	45,09	9,80	8,80	8,98	40,07	6,60	7,40	7,72	46,65	6,50	6,90	8,33	43,20
	7,70	13,20			8,50	9,60			12,20	6,40			7,40	6,60			7,50	10,00			6,80	8,80			7,20	12,30		
	7,50	12,00			10,60	7,70			10,00	7,10			9,60	6,80			6,60	11,20			7,20	9,50			7,10	10,00		
20H00 - 20H59	8,50	10,00	9,13	39,42	7,90	7,60	8,50	42,35	7,00	8,80	7,43	48,43	8,90	7,00	8,43	42,69	12,30	7,20	8,97	40,15	12,30	9,80	10,08	35,70	7,30	6,70	6,82	52,81
	9,90	9,00			7,50	10,00			6,10	9,10			9,40	7,90			10,00	8,10			9,90	10,00			6,60	6,80		
	8,90	8,50			7,80	10,20			6,00	7,60			9,50	7,90			6,30	9,90			8,50	10,00			6,90	6,60		
21H00 - 21H59	9,60	7,50	9,13	39,42	7,50	10,20	10,32	34,89	6,90	10,00	9,32	38,64	12,30	8,90	9,70	37,11	6,30	12,60	8,95	40,22	8,70	8,80	8,27	43,55	8,50	9,60	9,35	38,50
	10,00	8,90			11,00	13,40			8,80	10,20			9,80	9,50			6,80	9,70			8,40	9,50			7,10	12,00		
	10,30	8,50			13,00	6,80			7,40	12,60			9,90	7,80			8,30	10,00			7,60	6,60			8,90	10,00		
22H00 - 22H59	12,10	9,90	9,23	38,99	10,20	6,70	7,82	46,06	8,50	16,40	9,80	36,73	7,60	10,00	8,83	40,75	8,60	13,20	9,37	38,43	7,10	8,80	9,42	38,23	10,60	6,50	8,45	42,60
	10,00	6,70			10,00	6,80			6,80	10,20			7,80	9,90			7,50	10,00			10,00	8,50			8,60	7,40		
	10,20	6,50			6,90	6,30			6,90	10,00			7,90	9,80			7,40	9,50			12,50	9,60			9,60	8,00		
23H00 - 23H59	6,60	6,80	7,33	49,09	7,80	10,00	9,92	36,30	6,80	10,10	7,57	47,58	8,80	7,50	8,90	40,45	6,80	6,80	6,97	51,67	6,80	7,80	8,28	43,46	7,50	10,60	9,77	36,86
	10,30	6,90			6,90	10,00			6,50	6,90			6,90	7,60			8,90	6,50			6,90	8,40			10,00	10,00		
	6,90	6,50			8,80	16,00			6,60	8,50			11,60	11,00			6,90	5,90			10,00	9,80			8,90	11,60		

Anexo 2C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 2 Salesiana.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	10,00 9,80	15,00 8,50	10,83	33,26	12,00 10,30	16,20 10,00	12,13	29,69	10,00 8,90	9,50 10,00	9,60	37,50	10,00 15,60	8,90 7,90	10,60	33,96	10,00 8,90	9,60 12,20	10,18	35,38	10,30 9,50	12,40 10,30	10,63	33,88	13,20 10,00	10,60 10,00	10,95	32,88
07H00 - 07H59	10,30 8,60	10,00 9,90	9,70	37,11	10,00 10,00	19,20 9,50	12,18	29,57	12,30 16,20	8,50 10,00	11,75	30,64	16,20 7,20	8,60 12,60	11,15	32,29	9,50 17,20	10,00 12,30	12,25	29,39	9,60 8,50	6,50 7,80	8,10	44,44	16,60 15,60	9,80 10,60	13,15	27,38
08H00 - 08H59	12,30 12,40	13,80 15,20	13,43	26,82	9,60 12,20	8,20 10,00	10,00	36,00	15,20 10,00	7,40 16,20	12,20	29,51	10,00 10,00	10,40 13,50	10,98	32,80	9,80 10,00	13,00 15,20	12,00	30,00	10,30 10,20	8,90 9,10	9,63	37,40	6,80 6,80	6,90 10,60	7,78	46,30
09H00 - 09H59	15,60 13,00	13,40 6,20	12,05	29,88	10,00 10,30	10,30 9,50	10,03	35,91	10,30 15,20	10,20 15,00	12,68	28,40	12,60 16,20	12,00 6,80	11,90	30,25	12,80 10,00	12,60 10,40	11,45	31,44	15,30 16,40	10,60 10,40	13,18	27,32	10,20 10,60	8,70 10,00	9,88	36,46
10H00 - 10H59	12,50 9,80	10,00 8,50	10,20	35,29	10,00 10,20	7,10 10,60	9,48	37,99	16,10 12,10	15,60 8,50	13,08	27,53	16,30 9,60	10,00 9,80	11,43	31,51	13,20 9,60	8,50 10,00	10,33	34,87	15,30 12,20	13,50 16,00	14,25	25,26	6,80 15,30	9,80 9,50	10,35	34,78
11H00 - 11H59	7,50 10,20	10,00 9,50	9,30	38,71	10,00 13,50	16,20 8,20	11,98	30,06	9,70 9,50	6,90 10,30	9,10	39,56	8,60 8,40	6,70 16,30	10,00	36,00	15,60 12,00	6,70 10,20	11,13	32,36	10,60 16,90	13,20 15,40	14,03	25,67	16,20 16,20	6,80 10,30	12,38	29,09
12H00 - 12H59	8,50 10,30	10,00 16,20	11,25	32,00	12,00 16,20	7,10 10,00	11,33	31,79	10,30 12,30	9,60 8,50	10,18	35,38	7,50 10,00	10,30 10,00	9,45	38,10	16,50 15,20	12,20 18,00	15,48	23,26	15,80 10,60	10,60 7,10	11,03	32,65	15,20 12,00	12,50 13,60	13,33	27,02
13H00 - 13H59	6,90 7,10	18,00 10,20	10,55	34,12	10,00 13,50	15,00 16,30	13,70	26,28	15,20 16,20	10,40 15,20	14,25	25,26	10,30 9,60	15,60 15,60	12,78	28,18	6,80 9,80	12,20 7,00	8,95	40,22	12,40 13,20	7,50 17,50	12,65	28,46	13,40 13,80	7,60 8,90	10,93	32,95
14H00 - 14H59	10,00 12,50	16,00 10,80	12,33	29,21	15,00 10,20	9,90 9,80	11,23	32,07	10,00 9,90	12,50 10,60	10,75	33,49	8,50 7,60	12,60 10,30	9,75	36,92	7,10 6,50	16,50 10,60	10,18	35,38	18,20 10,60	15,30 16,50	15,15	23,76	10,60 16,20	7,52 7,40	10,43	34,52
15H00 - 15H59	15,60 13,50	10,50 16,50	14,03	25,67	16,50 15,90	10,00 10,80	13,30	27,07	10,80 8,40	12,50 10,30	10,50	34,29	8,40 10,00	7,20 19,50	11,28	31,93	10,10 10,20	13,20 12,40	11,48	31,37	9,80 7,60	15,60 10,60	10,90	33,03	18,30 6,70	10,60 8,90	11,13	32,36
16H00 - 16H59	12,40 10,20	15,60 12,30	12,63	28,51	15,80 10,60	10,70 15,00	13,03	27,64	10,70 8,20	15,40 10,60	11,23	32,07	16,90 10,80	7,10 8,50	10,83	33,26	13,20 16,30	12,50 10,20	13,05	27,59	7,50 10,30	7,50 10,60	8,98	40,11	16,40 10,30	7,50 10,60	11,20	32,14
17H00 - 17H59	8,90 12,00	10,20 9,50	10,15	35,47	16,80 15,60	14,30 12,60	14,83	24,28	9,50 10,60	9,50 8,10	9,43	38,20	10,30 6,90	9,60 9,50	9,08	39,67	10,40 10,60	10,30 10,20	10,38	34,70	6,80 10,20	7,40 8,10	8,13	44,31	8,10 9,60	8,90 9,80	9,10	39,56
18H00 - 18H59	10,10 12,50	10,20 10,00	10,70	33,64	10,00 7,50	6,80 10,00	8,58	41,98	9,60 10,00	10,10 16,20	11,48	31,37	8,30 7,10	17,50 19,60	13,13	27,43	15,20 16,20	16,20 12,40	15,00	24,00	7,50 8,20	15,50 15,60	11,70	30,77	7,30 10,60	10,60 10,80	9,83	36,64
19H00 - 19H59	8,90 10,70	7,40 7,50	8,63	41,74	8,40 9,70	6,90 8,70	8,43	42,73	10,50 8,20	10,50 13,20	10,60	33,96	8,90 10,00	18,60 14,30	12,95	27,80	10,60 10,00	13,20 9,90	10,93	32,95	10,20 8,60	12,60 10,20	10,40	34,62	7,10 10,90	13,50 19,60	12,78	28,18
20H00 - 20H59	8,90 10,00	8,80 9,60	9,33	38,61	8,60 10,60	10,00 12,20	10,35	34,78	7,20 10,60	16,20 12,60	11,65	30,90	9,80 12,90	15,60 12,00	12,58	28,63	7,50 8,70	9,80 8,80	8,70	41,38	9,60 8,60	12,30 10,00	10,13	35,56	11,80 12,30	14,80 15,70	13,65	26,37
21H00 - 21H59	15,60 12,30	10,20 10,00	12,03	29,94	8,90 10,60	15,40 13,20	12,03	29,94	8,90 15,20	13,40 12,50	12,50	28,80	13,00 14,50	10,20 7,40	11,28	31,93	12,00 12,60	10,50 10,90	11,50	31,30	10,30 6,80	9,60 6,80	8,38	42,99	7,80 10,60	16,20 15,60	12,55	28,69
22H00 - 22H59	12,20 10,00	10,20 6,80	9,80	36,73	8,50 7,30	9,80 6,50	8,03	44,86	16,20 10,30	10,00 9,60	11,53	31,24	15,20 7,20	10,20 9,80	10,60	33,96	10,00 7,80	11,00 9,50	9,58	37,60	9,50 13,40	10,20 10,00	10,78	33,41	9,60 8,50	10,30 6,90	8,83	40,79
23H00 - 23H59	9,80 6,70	10,00 8,60	8,78	41,03	10,60 10,00	8,40 7,50	9,13	39,45	14,60 15,90	15,20 10,00	13,93	25,85	9,80 10,00	10,00 13,60	10,85	33,18	9,80 8,70	8,50 9,60	9,15	39,34	8,20 12,00	6,80 13,20	10,05	35,82	7,40 7,60	8,50 10,60	8,53	42,23

Anexo 3: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 3 La Mena 2.

Anexo 3A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 3 Mena.

HORA	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	249	51	3600	245	44	3468	246	42	3456	234	45	3348	266	41	3684
07H00 - 07H59	229	42	3252	240	40	3360	235	40	3300	229	41	3240	257	39	3552
08H00 - 08H59	203	38	2892	215	39	3048	242	38	3360	250	41	3492	274	29	3636
09H00 - 09H59	232	36	3216	231	42	3276	240	39	3348	246	40	3432	260	38	3576
10H00 - 10H59	219	41	3120	226	41	3204	210	45	3060	233	38	3252	236	26	3144
11H00 - 11H59	215	45	3120	211	38	2988	198	43	2892	230	36	3192	226	40	3192
12H00 - 12H59	251	30	3372	250	38	3456	257	36	3516	245	26	3252	240	29	3228
13H00 - 13H59	225	40	3180	218	40	3096	233	34	3204	232	29	3132	232	36	3216
14H00 - 14H59	258	38	3552	234	37	3252	241	36	3324	221	38	3108	231	42	3276
15H00 - 15H59	241	41	3384	234	39	3276	243	26	3228	227	36	3156	210	38	2976
16H00 - 16H59	240	35	3300	227	41	3216	261	25	3432	255	21	3312	247	35	3384
17H00 - 17H59	234	26	3120	247	29	3312	212	29	2892	239	20	3108	234	29	3156
18H00 - 18H59	227	28	3060	224	24	2976	217	28	2940	223	28	3012	237	20	3084
19H00 - 19H59	216	26	2904	217	23	2880	222	21	2916	218	23	2892	228	21	2988
20H00 - 20H59	212	24	2832	201	28	2748	225	23	2976	201	20	2652	261	25	3432
21H00 - 21H59	203	17	2640	182	21	2436	215	15	2760	192	18	2520	223	20	2916
22H00 - 22H59	156	10	1992	141	13	1848	158	10	2016	150	11	1932	159	13	2064
23H00 - 23H59	99	9	1296	134	10	1728	151	11	1944	138	9	1764	151	8	1908

HORA	SABADO			DOMINGO			PROMEDIO
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	
06H00 - 06H59	242	34	3312	237	29	3192	3437
07H00 - 07H59	264	21	3420	235	22	3084	3315
08H00 - 08H59	275	26	3612	254	17	3252	3327
09H00 - 09H59	255	20	3300	250	16	3192	3334
10H00 - 10H59	262	21	3396	252	22	3288	3209
11H00 - 11H59	252	38	3480	248	18	3192	3151
12H00 - 12H59	277	29	3672	225	26	3012	3358
13H00 - 13H59	260	22	3384	225	20	2940	3165
14H00 - 14H59	218	22	2880	254	17	3252	3235
15H00 - 15H59	224	30	3048	237	26	3156	3175
16H00 - 16H59	201	29	2760	196	26	2664	3153
17H00 - 17H59	236	25	3132	257	17	3288	3144
18H00 - 18H59	196	24	2640	187	14	2412	2875
19H00 - 19H59	242	26	3216	181	18	2388	2883
20H00 - 20H59	258	24	3384	151	14	1980	2858
21H00 - 21H59	230	17	2964	155	9	1968	2604
22H00 - 22H59	189	10	2388	134	6	1680	2007
23H00 - 23H59	135	5	1680	159	4	1956	1754

Anexo 3B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 3 Mena 2.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	6,80	7,90	7,87	45,76	9,90	10,60	8,72	41,30	6,80	11,60	9,10	39,56	6,10	8,00	8,18	43,99	9,60	9,50	9,08	39,63	6,50	8,20	8,05	44,72	6,10	6,80	7,15	50,35
	6,90	7,50			10,60	6,80			7,00	10,50			7,50	7,50			9,50	6,80			10,60	7,10			8,80	5,50		
	8,60	9,50			6,80	7,60			8,90	9,80			10,20	9,80			10,20	8,90			9,10	6,80			9,10	6,60		
07H00 - 07H59	6,30	7,90	8,07	44,63	7,40	6,90	7,95	45,28	10,60	16,20	9,87	36,49	8,50	8,60	9,28	38,78	6,60	7,80	8,48	42,44	8,60	11,00	9,05	39,78	7,50	6,60	8,55	42,11
	8,10	7,40			7,60	8,50			9,60	6,80			9,90	9,50			10,00	7,40			7,90	7,00			10,60	9,60		
	10,60	8,10			8,50	8,80			7,20	8,80			8,60	10,60			9,50	9,60			10,20	9,60			8,50	8,50		
08H00 - 08H59	8,10	7,50	6,98	51,55	7,50	6,60	7,53	47,79	7,50	8,50	7,30	49,32	7,20	9,60	7,93	45,38	10,60	7,10	8,20	43,90	5,80	8,20	8,02	44,91	6,10	7,10	7,53	47,79
	6,60	6,00			7,90	6,90			6,30	7,50			8,10	7,10			6,60	8,20			9,80	9,10			8,60	7,50		
	6,50	7,20			7,80	8,50			6,90	7,10			7,40	8,20			9,80	6,90			8,60	6,60			7,10	8,80		
09H00 - 09H59	7,70	12,30	8,70	41,38	7,50	8,80	8,30	43,37	7,80	9,60	8,08	44,54	8,60	9,50	8,17	44,08	7,20	16,30	9,68	37,18	7,00	6,80	7,77	46,35	9,60	7,50	8,37	43,03
	7,60	6,90			6,60	8,90			7,10	8,50			8,20	6,60			9,50	8,50			6,90	6,90			8,80	7,60		
	9,20	8,50			8,50	9,50			8,20	7,30			8,50	7,60			6,60	10,00			10,80	8,20			7,10	9,60		
10H00 - 10H59	7,60	9,40	7,93	45,38	8,50	7,10	7,92	45,47	9,80	8,80	8,02	44,91	6,50	8,00	7,35	48,98	10,00	11,30	8,75	41,14	6,70	8,10	7,92	45,47	7,50	7,50	8,83	40,75
	8,40	8,50			6,60	7,80			8,50	6,90			6,60	6,60			8,20	9,50			9,80	7,20			9,80	9,50		
	6,60	7,10			7,60	9,90			7,40	6,70			6,90	9,50			6,90	6,60			6,60	9,10			9,90	8,80		
11H00 - 11H59	8,20	7,20	7,87	45,76	6,90	9,50	7,15	50,35	8,20	6,80	8,87	40,60	8,50	10,50	9,70	37,11	6,50	9,60	8,53	42,19	8,10	8,10	9,28	38,78	9,80	7,50	7,77	46,35
	9,50	7,60			7,30	6,50			9,60	7,50			10,20	9,60			9,80	9,10			10,60	8,40			7,10	8,60		
	6,60	8,10			6,00	6,70			8,20	12,90			11,60	7,80			6,60	9,60			11,00	9,50			6,10	7,50		
12H00 - 12H59	6,10	7,10	7,00	51,43	11,00	7,80	9,53	37,76	9,50	11,80	9,68	37,18	9,80	9,40	8,33	43,20	6,60	8,50	8,15	44,17	7,70	11,00	8,97	40,15	7,10	9,90	8,00	45,00
	6,50	8,20			11,60	9,80			8,30	10,00			6,20	8,90			9,50	9,50			7,50	10,00			6,80	8,50		
	7,20	6,90			6,70	10,30			9,00	9,50			6,90	8,80			6,30	8,50			7,60	10,00			8,80	6,90		
13H00 - 13H59	8,80	6,20	7,38	48,76	11,20	8,50	9,00	40,00	9,50	10,70	8,55	42,11	8,20	9,60	8,10	44,44	10,20	10,00	8,78	40,99	8,50	6,90	7,98	45,09	7,10	7,50	8,08	44,54
	6,90	6,60			9,40	6,60			8,00	6,60			7,20	10,00			9,50	9,20			9,40	8,80			8,80	6,80		
	9,50	6,30			10,80	7,50			8,00	8,50			6,10	7,50			7,00	6,80			7,20	7,10			7,10	11,20		
14H00 - 14H59	7,20	7,50	8,52	42,25	7,20	6,90	7,67	46,96	6,60	8,50	7,43	48,43	8,20	9,50	7,93	45,38	7,10	10,00	8,57	42,02	8,50	9,80	8,27	43,55	9,10	10,00	8,82	40,83
	6,50	8,80			7,70	8,90			6,80	6,60			7,60	6,60			8,80	11,70			9,60	7,50			6,60	8,50		
	8,50	12,63			7,80	7,50			9,00	7,10			7,10	8,60			6,90	6,90			7,20	7,00			8,90	9,80		
15H00 - 15H59	10,20	6,50	7,90	45,57	7,50	8,80	9,13	39,42	8,60	7,50	8,85	40,68	6,90	11,60	9,50	37,89	9,50	6,80	8,53	42,19	6,60	8,00	7,77	46,35	8,60	12,40	9,27	38,85
	6,80	6,80			8,90	9,50			10,20	7,20			7,10	10,50			7,50	8,10			6,60	6,60			9,60	8,60		
	9,60	7,50			9,50	10,60			11,60	8,00			9,60	11,30			10,00	9,30			8,20	10,60			6,60	9,80		
16H00 - 16H59	7,50	11,20	8,43	42,69	7,10	8,50	8,52	42,27	7,10	7,50	8,18	43,99	8,60	10,30	8,18	43,99	6,90	8,10	8,28	43,46	7,50	8,50	9,10	39,56	8,60	7,50	8,22	43,81
	6,80	8,50			7,50	10,60			8,90	7,50			6,90	8,60			6,10	9,10			8,90	9,90			6,90	7,60		
	7,80	8,80			9,90	7,50			10,20	7,90			6,60	8,10			9,60	9,90			9,20	10,60			8,50	10,20		

HORA	LUNES				MARTES				MIERCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO					
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h		
17H00 - 17H59	7,70	9,60	8,53	42,19	9,90	6,90	8,62	41,78	9,50	6,50	8,05	44,72	8,20	6,60	7,83	45,96	7,10	6,60	8,57	42,02	7,50	6,80	6,88	52,30	7,10	7,10	8,50	42,35		
	10,60	6,60			8,50	8,90			10,60	6,90			7,10	8,50			8,80	9,50			7,20	6,60			8,60	9,50			8,60	9,50
	9,20	7,50			7,00	10,50			6,60	8,20			9,80	6,80			9,40	10,00			7,10	6,10			9,90	8,80				
18H00 - 18H59	7,50	7,10	7,07	50,94	6,80	11,60	8,35	43,11	10,20	8,80	8,52	42,27	6,60	8,10	8,58	41,94	9,00	8,10	8,93	40,30	10,60	11,00	9,32	38,64	8,50	8,20	8,98	40,07		
	6,60	7,50			7,00	6,90			9,50	7,10			10,40	9,50			8,90	10,00			6,60	10,00			10,60	9,60			10,60	9,60
	6,80	6,90			8,90	8,90			6,60	8,90			10,30	6,60			7,60	10,00			8,70	9,00			9,50	7,50				
19H00 - 19H59	12,40	12,00	11,20	32,14	6,90	7,10	8,45	42,60	10,50	8,50	9,22	39,06	9,60	7,10	9,03	39,85	8,10	12,30	8,65	41,62	9,50	8,90	8,40	42,86	7,40	9,50	8,57	42,02		
	14,60	8,20			10,50	9,80			8,80	9,60			11,00	10,00			9,20	9,60			7,50	6,10			9,50	6,60			9,50	6,60
	11,50	8,50			8,80	7,60			7,40	10,50			6,90	9,60			6,60	6,10			9,60	8,80			9,90	8,50				
20H00 - 20H59	7,50	6,90	7,70	46,75	9,50	10,20	8,10	44,44	10,50	7,10	9,05	39,78	7,20	9,80	8,67	41,54	7,10	10,00	8,70	41,38	8,50	9,60	8,80	40,91	6,20	9,10	8,37	43,03		
	8,20	8,90			6,40	6,80			9,50	8,50			8,80	6,70			8,20	8,20			10,60	8,10			6,80	10,00			6,80	10,00
	7,60	7,10			6,50	9,20			8,80	9,90			10,60	8,90			9,60	9,10			8,50	7,50			7,50	10,60				
21H00 - 21H59	7,10	6,60	7,82	46,06	8,50	7,10	8,13	44,26	10,50	8,50	9,52	37,83	7,70	6,80	8,85	40,68	11,20	9,10	9,23	38,99	7,10	6,10	18,57	19,39	9,90	9,20	8,80	40,91		
	8,50	6,90			6,90	8,80			9,80	10,20			9,70	9,90			10,60	9,90			9,60	9,90			8,50	7,40			8,50	7,40
	9,60	8,20			9,90	7,60			9,60	8,50			8,50	10,50			8,10	6,50			8,50	70,20			9,30	8,50				
22H00 - 22H59	9,20	7,50	8,90	40,45	8,50	8,90	7,83	45,96	10,60	9,60	9,07	39,71	12,00	9,00	9,48	37,96	7,50	6,50	8,05	44,72	7,60	7,10	7,67	46,96	7,10	9,90	8,90	40,45		
	10,20	7,60			7,60	7,10			11,50	6,80			10,20	8,80			8,80	6,10			7,40	8,50			8,20	9,60			8,20	9,60
	9,60	9,30			7,20	7,70			8,00	7,90			9,80	7,10			9,60	9,80			8,80	6,60			8,80	9,80				
23H00 - 23H59	7,50	8,80	9,00	40,00	12,60	10,20	10,52	34,23	7,50	7,50	7,90	45,57	9,00	9,60	10,07	35,76	6,50	6,50	8,92	40,37	9,50	9,60	8,92	40,37	9,10	10,00	8,85	40,68		
	12,30	8,90			13,20	9,50			9,30	6,90			16,30	6,60			9,40	9,90			7,50	10,30			7,10	6,90			7,10	6,90
	6,90	9,60			6,60	11,00			8,00	8,20			10,00	8,90			10,20	11,00			7,10	9,50			9,60	10,40				

Anexo 3C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 3 Mena 2.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	12,30	12,10	12,73	28,29	9,10	12,00	11,93	30,19	10,00	9,50	9,58	37,60	9,90	11,50	9,88	36,46	10,50	12,50	11,70	30,77	11,20	16,20	14,25	25,26	9,90	12,00	10,88	33,10
	10,50	16,00			10,60	16,00			8,80	10,00			8,60	9,50			8,80	15,00			14,60	15,00			10,60	11,00		
07H00 - 07H59	9,60	10,60	11,10	32,43	10,50	14,00	12,65	28,46	9,50	16,20	12,05	29,88	10,60	18,20	14,28	25,22	9,50	10,60	10,13	35,56	8,90	10,80	10,83	33,26	8,80	9,90	9,45	38,10
	10,20	14,00			7,60	18,50			7,20	15,30			11,80	16,50			10,60	9,80			15,00	8,60			9,60	9,50		
08H00 - 08H59	16,50	12,60	15,53	23,19	11,50	12,00	11,98	30,06	10,20	14,00	11,55	31,17	9,50	15,00	10,40	34,62	17,20	7,20	10,50	34,29	7,10	9,90	12,78	28,18	10,20	8,90	9,03	39,89
	18,00	15,00			8,80	15,60			11,50	10,50			7,60	9,50			8,80	8,80			15,60	18,50			9,50	7,50		
09H00 - 09H59	10,20	11,20	12,50	28,80	9,60	10,00	10,43	34,53	12,60	9,60	11,63	30,97	10,00	8,50	10,05	35,82	9,20	10,20	9,13	39,45	16,20	15,90	11,98	30,06	14,20	9,80	12,30	29,27
	16,20	12,40			12,30	9,80			15,80	8,50			11,20	10,50			10,60	6,50			8,60	7,20			15,00	10,20		
10H00 - 10H59	9,90	10,50	9,60	37,50	14,20	10,00	13,13	27,43	16,00	9,80	12,18	29,57	16,50	7,40	12,40	29,03	15,30	8,80	10,03	35,91	9,80	8,20	9,00	40,00	6,80	8,80	9,00	40,00
	9,80	8,20			16,00	12,30			12,30	10,60			18,50	7,20			6,80	9,20			10,20	7,80			9,80	10,60		
11H00 - 11H59	7,10	8,10	8,53	42,23	11,30	17,00	12,60	28,57	9,90	8,80	8,83	40,79	7,10	6,60	10,93	32,95	7,20	10,60	9,80	36,73	18,20	7,50	11,68	30,84	10,20	7,70	10,35	34,78
	8,40	10,50			10,60	11,50			8,10	8,50			19,50	10,50			9,90	11,50			11,20	9,80			15,00	8,50		
12H00 - 12H59	9,50	11,20	10,90	33,03	9,80	14,00	13,35	26,97	7,20	10,80	11,20	32,14	20,20	8,50	13,53	26,62	7,50	12,80	11,45	31,44	8,10	10,60	10,03	35,91	16,20	9,60	11,13	32,36
	11,60	11,30			11,20	18,40			15,60	11,20			15,60	9,80			15,60	9,90			12,60	8,80			8,90	9,80		
13H00 - 13H59	12,40	11,50	12,63	28,51	8,60	15,60	10,65	33,80	8,60	10,60	9,55	37,70	10,40	12,50	9,80	36,73	18,20	18,60	16,10	22,36	15,60	7,10	10,53	34,20	6,80	9,00	9,23	39,02
	15,00	11,60			7,20	11,20			8,80	10,20			8,90	7,40			7,50	20,10			9,60	9,80			6,60	14,50		
14H00 - 14H59	16,20	22,00	15,45	23,30	10,40	8,80	9,65	37,31	6,90	9,80	8,35	43,11	8,70	8,50	8,53	42,23	7,70	8,80	9,03	39,89	10,80	18,50	13,65	26,37	8,50	10,20	10,08	35,73
	7,10	16,50			8,80	10,60			7,20	9,50			10,20	6,70			10,00	9,60			9,70	15,60			6,60	15,00		
15H00 - 15H59	6,60	11,20	10,25	35,12	9,60	7,40	9,65	37,31	10,50	19,60	12,78	28,18	15,60	10,60	11,03	32,65	11,50	10,60	11,28	31,93	10,20	9,60	9,80	36,73	9,80	11,20	11,20	32,14
	8,90	14,30			12,20	9,40			9,80	11,20			10,40	7,50			14,20	8,80			8,80	10,60			10,50	13,30		
16H00 - 16H59	10,20	13,50	12,33	29,21	7,10	8,30	9,20	39,13	12,30	16,20	12,78	28,18	7,80	9,80	9,35	38,50	9,50	9,50	10,13	35,56	10,50	8,50	9,63	37,40	18,20	15,60	15,75	22,86
	9,80	15,80			10,80	10,60			8,10	14,50			10,00	9,80			9,90	11,60			9,50	10,00			18,60	10,60		
17H00 - 17H59	10,20	18,00	11,93	30,19	15,00	8,60	10,95	32,88	14,00	17,00	15,93	22,61	10,60	10,00	14,48	24,87	9,80	10,20	10,45	34,45	14,50	8,50	11,53	31,24	10,50	8,80	11,60	31,03
	7,10	12,40			10,60	9,60			16,20	16,50			18,50	18,80			10,00	11,80			12,60	10,50			17,50	9,60		
18H00 - 18H59	8,80	7,60	8,68	41,50	15,60	18,20	15,70	22,93	15,20	15,20	12,90	27,91	10,60	16,50	11,88	30,32	13,50	6,80	10,25	35,12	9,80	16,20	12,18	29,57	15,90	8,50	13,30	27,07
	9,50	8,80			18,00	11,00			8,20	13,00			9,90	10,50			10,80	9,90			7,70	15,00			18,20	10,60		
19H00 - 19H59	12,60	9,50	11,90	30,25	14,50	14,00	15,48	23,26	10,00	11,20	9,68	37,21	8,80	10,60	9,75	36,92	9,40	10,80	9,48	37,99	10,50	8,50	9,93	36,27	9,60	8,50	8,80	40,91
	15,50	10,00			16,90	16,50			6,90	10,60			12,50	7,10			8,90	8,80			10,80	9,90			10,20	6,90		
20H00 - 20H59	14,00	12,60	14,80	24,32	17,20	10,30	13,80	26,09	8,90	16,50	12,65	28,46	15,60	15,50	14,23	25,31	10,20	12,60	11,65	30,90	9,80	8,50	10,73	33,57	8,80	17,00	13,13	27,43
	17,00	15,60			15,30	12,40			10,20	15,00			14,60	11,20			8,80	15,00			15,00	9,60			9,80	16,90		
21H00 - 21H59	17,00	18,50	15,58	23,11	10,30	18,00	15,70	22,93	6,30	14,80	10,98	32,80	10,90	20,20	15,70	22,93	19,50	14,30	17,00	21,18	16,20	19,60	15,15	23,76	10,20	8,10	11,10	32,43
	10,60	16,20			18,20	16,30			7,20	15,60			15,20	16,50			18,00	16,20			14,50	10,30			15,60	10,50		
22H00 - 22H59	8,90	10,20	9,28	38,81	9,60	15,00	11,40	31,58	10,50	12,50	10,90	33,03	17,20	11,20	12,13	29,69	14,80	9,60	10,25	35,12	9,80	7,60	9,23	39,02	18,00	16,80	16,68	21,59
	8,80	9,20			8,50	12,50			11,00	9,60			9,90	10,20			9,80	6,80			10,70	8,80			16,90	15,00		
23H00 - 23H59	18,60	10,00	12,33	29,21	10,00	10,50	10,23	35,21	12,50	10,60	11,40	31,58	8,60	8,80	8,85	40,68	10,50	9,50	10,60	33,96	15,00	9,60	15,65	23,00	11,20	10,20	12,50	28,80
	9,50	11,20			10,20	10,20			15,00	7,50			10,90	7,10			15,60	6,80			18,50	19,50			13,00	15,60		

Anexo 4: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 4 Fuerte Militar el Pintado.

Anexo 4A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 4 Fuerte Militar.

HORA	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	280	41	3852	270	43	3756	276	44	3840	260	39	3588	284	46	3960
07H00 - 07H59	271	39	3720	275	41	3792	271	39	3720	256	44	3600	281	29	3720
08H00 - 08H59	253	36	3468	276	30	3672	253	46	3588	277	36	3756	287	25	3744
09H00 - 09H59	253	38	3492	269	29	3576	254	28	3384	258	38	3552	252	36	3456
10H00 - 10H59	265	40	3660	242	27	3228	250	36	3432	239	36	3300	275	39	3768
11H00 - 11H59	251	39	3480	286	26	3744	241	38	3348	272	28	3600	237	42	3348
12H00 - 12H59	254	26	3360	276	36	3744	287	34	3852	253	38	3492	295	35	3960
13H00 - 13H59	263	37	3600	261	29	3480	284	26	3720	240	27	3204	233	27	3120
14H00 - 14H59	288	26	3768	271	36	3684	271	29	3600	286	37	3876	276	42	3816
15H00 - 15H59	266	34	3600	274	38	3744	279	27	3672	279	28	3684	295	38	3996
16H00 - 16H59	287	36	3876	282	27	3708	274	30	3648	266	34	3600	277	35	3744
17H00 - 17H59	300	27	3924	284	26	3720	276	32	3696	274	27	3612	277	29	3672
18H00 - 18H59	277	26	3636	263	37	3600	258	32	3480	268	23	3492	286	20	3672
19H00 - 19H59	273	25	3576	260	26	3432	270	30	3600	286	22	3696	318	21	4068
20H00 - 20H59	255	24	3348	269	29	3576	270	26	3552	238	36	3288	263	25	3456
21H00 - 21H59	218	17	2820	227	27	3048	216	24	2880	207	27	2808	254	20	3288
22H00 - 22H59	238	10	2976	231	9	2880	228	8	2832	198	12	2520	227	13	2880
23H00 - 23H59	191	9	2400	183	7	2280	188	9	2364	181	8	2268	172	8	2160

HORA	SABADO			DOMINGO			PROMEDIO
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	
06H00 - 06H59	250	44	3528	263	27	3480	3715
07H00 - 07H59	253	36	3468	256	26	3384	3629
08H00 - 08H59	278	25	3636	239	36	3300	3595
09H00 - 09H59	262	46	3696	273	27	3600	3537
10H00 - 10H59	281	42	3876	279	24	3636	3557
11H00 - 11H59	289	41	3960	268	26	3528	3573
12H00 - 12H59	265	34	3588	260	21	3372	3624
13H00 - 13H59	270	38	3696	257	23	3360	3454
14H00 - 14H59	239	36	3300	264	27	3492	3648
15H00 - 15H59	268	26	3528	255	20	3300	3646
16H00 - 16H59	246	30	3312	258	21	3348	3605
17H00 - 17H59	281	25	3672	283	16	3588	3698
18H00 - 18H59	265	29	3528	260	15	3300	3530
19H00 - 19H59	254	27	3372	262	14	3312	3579
20H00 - 20H59	260	26	3432	270	11	3372	3432
21H00 - 21H59	227	22	2988	260	10	3240	3010
22H00 - 22H59	211	12	2676	207	13	2640	2772
23H00 - 23H59	170	9	2148	138	12	1800	2203

Anexo 4B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 4 Fuerte Militar.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	9,80	7,50	10,17	35,41	6,30	9,90	10,00	36,00	11,00	9,60	9,27	38,85	10,00	10,00	9,72	37,05	10,00	9,10	8,87	40,60	9,30	8,20	8,93	40,30	6,10	8,30	8,90	40,45
	12,00	10,20			12,00	9,50			7,90	6,80			9,90	11,00			9,30	8,20			10,20	7,10			8,80	10,60		
	11,20	10,30			16,30	6,00			10,30	10,00			8,20	9,20			6,60	10,00			6,80	12,00			10,00	9,60		
07H00 - 07H59	10,30	13,00	9,75	36,92	6,30	13,20	9,78	36,80	12,00	10,90	9,47	38,03	6,90	9,30	8,93	40,30	7,60	9,20	7,55	47,68	9,80	10,00	8,55	42,11	6,80	10,00	8,15	44,17
	9,60	11,20			7,20	12,00			9,90	9,30			8,10	10,00			7,10	6,30			6,60	7,30			9,60	6,90		
	7,60	6,80			10,00	10,00			7,90	6,80			10,00	9,30			7,00	8,10			10,00	7,60			8,80	6,80		
08H00 - 08H59	8,60	7,90	9,68	37,18	8,80	11,00	9,50	37,89	6,60	8,80	8,37	43,03	11,00	9,60	8,63	41,70	9,30	11,30	10,77	33,44	6,60	8,20	7,90	45,57	7,30	6,60	8,68	41,46
	11,00	8,30			9,60	10,60			7,10	9,50			9,60	6,80			10,00	12,00			9,20	6,30			9,10	9,10		
	12,30	10,00			7,60	9,40			8,20	10,00			6,60	8,20			12,00	10,00			9,10	8,00			10,00	10,00		
09H00 - 09H59	10,00	6,60	7,98	45,09	10,00	8,30	8,40	42,86	6,90	6,30	8,12	44,35	8,50	10,00	8,22	43,81	6,10	9,50	8,72	41,30	8,30	7,00	8,62	41,78	12,20	8,20	8,93	40,30
	9,50	6,80			6,60	8,00			10,00	6,90			7,10	6,80			8,60	10,00			10,20	6,00			10,30	7,60		
	6,80	8,20			9,90	7,60			8,60	10,00			6,90	10,00			9,20	8,90			12,00	8,20			6,90	8,40		
10H00 - 10H59	10,20	6,40	7,85	45,86	8,50	7,10	7,92	45,47	8,80	9,50	9,50	37,89	6,80	8,50	9,92	36,30	11,00	6,90	9,67	37,24	11,30	8,10	10,03	35,88	7,20	8,20	9,00	40,00
	9,60	7,00			6,60	7,80			10,00	10,00			10,00	10,00			10,30	11,00			10,00	12,00			8,10	9,50		
	6,30	7,60			7,60	9,90			9,80	8,90			12,00	12,20			8,80	10,00			8,80	10,00			10,00	11,00		
11H00 - 11H59	9,10	6,80	8,52	42,27	7,50	9,50	7,65	47,06	11,00	6,60	8,72	41,30	7,30	13,00	9,33	38,57	6,20	9,60	8,48	42,44	9,30	8,30	9,25	38,92	8,20	13,30	9,95	36,18
	10,00	9,60			10,00	6,00			10,00	6,80			6,60	11,00			9,80	9,10			9,20	9,60			6,60	12,00		
	8,30	7,30			6,60	6,30			8,60	9,30			8,10	10,00			6,60	9,60			9,10	10,00			9,30	10,30		
12H00 - 12H59	6,30	8,90	7,40	48,65	10,30	6,80	8,18	43,99	8,50	6,30	8,32	43,29	6,80	10,00	7,57	47,58	8,10	8,50	8,62	41,78	8,20	9,30	9,47	38,03	10,00	10,00	8,48	42,44
	6,50	6,30			6,60	7,20			9,30	6,30			6,90	6,30			7,20	9,50			10,00	8,60			7,20	6,60		
	10,20	6,20			8,20	10,00			10,00	9,50			7,10	8,30			9,90	8,50			11,20	9,50			8,90	8,20		
13H00 - 13H59	10,20	6,20	7,73	46,55	9,60	6,90	8,27	43,55	9,60	6,60	7,43	48,43	8,60	9,30	8,87	40,60	8,30	10,00	8,92	40,37	9,30	11,00	9,82	36,67	6,60	10,00	8,67	41,54
	9,10	7,50			8,50	9,30			6,50	6,60			9,10	9,60			9,60	12,00			8,20	10,00			8,20	9,20		
	6,40	7,00			9,30	6,00			6,80	8,50			6,40	10,20			6,80	6,80			10,20	10,20			9,90	8,10		
14H00 - 14H59	7,20	8,10	8,13	44,26	6,30	8,10	7,82	46,06	7,90	6,60	8,73	41,22	6,30	10,00	8,55	42,11	9,80	9,60	8,27	43,55	9,50	10,00	8,77	41,06	10,20	7,10	7,80	46,15
	10,00	8,20			9,10	7,20			9,10	9,60			10,30	7,10			6,90	6,80			8,20	9,00			8,80	7,30		
	9,00	6,30			10,00	6,20			7,20	12,00			8,50	9,10			9,60	6,90			6,60	9,30			6,90	6,50		
15H00 - 15H59	6,30	8,20	8,42	42,77	10,00	8,10	8,82	40,83	9,30	10,00	8,80	40,91	6,90	8,80	8,42	42,77	6,60	9,00	8,52	42,27	6,30	6,80	6,72	53,60	9,10	9,70	8,43	42,69
	10,00	7,10			6,30	8,20			8,80	8,50			9,30	8,40			8,10	10,00			6,80	7,90			9,60	6,80		
	9,90	9,00			9,30	11,00			9,30	6,90			7,80	9,30			9,30	8,10			7,50	5,00			6,80	8,60		
16H00 - 16H59	10,20	8,50	9,03	39,85	6,80	10,00	8,58	41,94	6,60	8,60	8,95	40,22	8,10	8,10	9,18	39,20	6,20	9,60	8,67	41,54	9,30	10,00	8,80	40,91	6,10	13,00	9,25	38,92
	8,80	10,60			9,10	9,60			6,70	9,60			9,30	9,60			6,80	12,30			7,20	9,50			6,20	12,00		
	9,30	6,80			10,00	6,00			9,90	12,30			10,00	10,00			7,10	10,00			7,50	9,30			5,90	12,30		

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
17H00 - 17H59	10,40	9,80	9,55	37,70	10,00	10,50	9,52	37,83	7,30	12,30	9,53	37,76	6,90	9,60	8,80	40,91	7,10	6,60	8,57	42,02	6,30	9,00	7,87	45,76	6,60	10,00	8,05	44,72
	11,00	10,30			12,00	6,80			9,20	10,30			7,30	12,00			8,80	9,50			6,80	10,00			6,90	8,30		
	9,00	6,80			9,90	7,90			7,10	11,00			7,00	10,00			9,40	10,00			6,10	9,00			8,20	8,30		
18H00 - 18H59	6,60	10,20	9,45	38,10	9,90	10,60	9,73	36,99	10,30	8,20	8,73	41,22	6,80	8,00	7,20	50,00	7,10	13,00	8,62	41,78	9,30	9,30	8,33	43,20	8,10	9,00	8,30	43,37
	8,90	12,30			7,00	9,60			9,60	6,60			6,30	8,40			6,60	9,60			6,50	8,60			7,20	8,10		
	9,10	9,60			10,30	11,00			8,10	9,60			6,90	6,80			8,20	7,20			8,30	8,00			8,30	9,10		
19H00 - 19H59	6,80	7,80	8,35	43,11	10,00	12,30	8,87	40,60	6,60	10,00	8,28	43,46	9,20	12,60	9,53	37,76	10,30	9,30	8,82	40,83	6,50	6,20	7,23	49,77	9,30	7,10	7,98	45,09
	10,30	6,60			7,30	6,80			8,10	10,00			7,50	11,00			9,20	8,20			7,50	6,80			8,10	8,90		
	8,80	9,80			7,10	9,70			7,20	7,80			10,00	6,90			8,80	7,10			7,10	9,30			7,20	7,30		
20H00 - 20H59	10,20	6,90	8,52	42,27	8,20	10,00	8,98	40,07	6,90	9,50	8,48	42,44	8,10	9,80	7,92	45,47	9,20	6,10	8,40	42,86	8,20	10,00	9,08	39,63	8,30	8,10	8,27	43,55
	12,60	6,70			6,60	13,20			10,00	9,10			8,30	6,70			10,00	8,30			6,60	8,00			7,10	8,20		
	8,50	6,20			6,30	9,60			6,90	8,50			7,80	6,80			10,20	6,60			8,50	13,20			8,30	9,60		
21H00 - 21H59	6,30	7,10	6,92	52,05	6,90	12,50	8,03	44,81	7,10	9,60	7,87	45,76	10,00	8,90	9,70	37,11	6,80	12,00	9,35	38,50	7,10	11,00	9,33	38,57	9,10	7,20	8,67	41,54
	6,90	7,20			8,30	6,60			8,60	7,50			9,50	10,00			9,20	10,00			7,10	12,00			8,20	8,40		
	6,70	7,30			7,10	6,80			7,60	6,80			9,20	10,60			10,00	8,10			9,20	9,60			10,00	9,10		
22H00 - 22H59	7,50	6,90	7,33	49,09	8,10	6,90	7,40	48,65	6,90	6,60	7,82	46,06	9,30	8,80	9,15	39,34	10,20	9,60	8,80	40,91	7,20	7,00	6,90	52,17	8,20	6,80	8,42	42,77
	9,10	6,50			6,90	8,60			7,20	7,50			10,50	10,00			9,90	8,80			6,60	6,60			6,80	6,60		
	7,20	6,80			6,80	7,10			10,20	8,50			8,00	8,30			8,20	6,10			6,80	7,20			12,30	9,80		
23H00 - 23H59	7,50	9,60	9,38	38,37	6,60	6,90	7,90	45,57	12,30	9,90	9,70	37,11	6,60	9,50	9,32	38,64	6,80	6,10	7,52	47,89	10,00	9,00	9,40	38,30	9,10	9,60	9,77	36,86
	10,00	6,20			9,60	8,10			10,00	8,50			6,80	12,00			7,20	6,40			11,00	10,00			8,10	13,30		
	13,00	10,00			10,00	6,20			10,60	6,90			10,00	11,00			12,00	6,60			9,60	6,80			6,50	12,00		

Anexo 4C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 4 Fuerte Militar.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	12,00	16,20	11,45	31,44	10,00	18,00	13,15	27,38	12,30	10,00	10,18	35,38	10,00	12,00	10,70	33,64	9,60	18,00	13,28	27,12	12,40	8,00	12,18	29,57	10,00	11,20	12,45	28,92
	9,30	8,30			9,10	15,50			9,90	8,50			12,30	8,50			10,50	15,00			16,00	12,30			12,60	16,00		
07H00 - 07H59	8,80	9,30	9,78	36,83	8,20	8,20	8,80	40,91	8,60	9,60	11,00	32,73	9,80	11,70	12,75	28,24	12,30	12,60	13,53	26,62	18,30	15,00	14,15	25,44	9,80	16,30	11,65	30,90
	10,00	11,00			6,60	12,20			7,80	18,00			17,00	12,50			17,20	12,00			10,70	12,60			8,50	12,00		
08H00 - 08H59	9,30	14,60	12,33	29,21	8,90	10,00	9,88	36,46	9,60	17,30	12,23	29,45	10,00	11,60	11,10	32,43	9,80	10,00	10,18	35,38	10,60	12,30	11,13	32,36	6,60	18,00	12,75	28,24
	7,20	18,20			10,30	10,30			10,00	12,00			12,30	10,50			10,00	10,90			12,80	8,80			6,80	19,60		
09H00 - 09H59	12,00	19,00	13,50	26,67	9,90	8,30	8,75	41,14	16,30	10,00	12,60	28,57	14,00	10,00	11,28	31,93	12,80	18,10	12,83	28,07	10,60	9,50	13,45	26,77	7,50	16,60	11,58	31,10
	13,50	9,50			8,20	8,60			15,20	8,90			12,60	8,50			9,80	10,60			16,30	17,40			10,20	12,00		
10H00 - 10H59	15,20	12,30	13,05	27,59	10,00	9,00	12,55	28,69	12,00	10,30	13,48	26,72	18,30	9,60	14,05	25,62	10,30	13,00	12,03	29,94	18,00	14,20	15,43	23,34	9,80	17,50	13,88	25,95
	16,20	8,50			12,60	18,60			16,30	15,30			12,00	16,30			16,20	8,60			17,20	12,30			10,20	18,00		
11H00 - 11H59	8,70	9,30	9,03	39,89	15,30	17,50	14,78	24,37	8,90	10,00	11,53	31,24	10,30	8,60	9,23	39,02	14,20	19,20	15,05	23,92	16,20	12,00	12,13	29,69	18,60	19,60	18,85	19,10
	9,50	8,60			16,30	10,00			10,00	17,20			9,80	8,20			8,80	18,00			10,30	10,00			18,60	18,60		
12H00 - 12H59	6,60	6,20	9,48	37,99	12,50	7,50	11,63	30,97	12,00	15,30	12,98	27,75	10,00	9,60	10,10	35,64	10,20	16,50	11,65	30,90	9,80	9,90	10,40	34,62	8,50	10,00	11,78	30,57
	8,90	16,20			18,00	8,50			10,60	14,00			8,60	12,20			9,60	10,30			9,50	12,40			10,60	18,00		
13H00 - 13H59	17,20	9,90	13,90	25,90	9,80	9,60	9,38	38,40	9,60	18,00	11,80	30,51	7,50	17,40	12,38	29,09	16,00	17,20	15,65	23,00	10,00	10,30	13,28	27,12	16,20	18,90	16,98	21,21
	16,20	12,30			10,00	8,10			10,00	9,60			12,30	12,30			15,20	14,20			14,20	18,60			17,20	15,60		
14H00 - 14H59	14,20	18,00	12,93	27,85	6,80	16,30	11,33	31,79	11,20	10,30	9,73	37,02	13,00	10,00	12,90	27,91	17,60	18,00	16,68	21,59	9,70	15,00	10,53	34,20	18,20	12,60	11,93	30,19
	12,00	7,50			7,20	15,00			9,00	8,40			12,60	16,00			15,80	15,30			6,80	10,60			6,90	10,00		
15H00 - 15H59	13,20	16,00	11,90	30,25	12,60	10,30	12,48	28,86	8,50	11,00	9,88	36,46	14,00	15,00	13,05	27,59	9,80	16,60	12,00	30,00	10,90	9,50	10,90	33,03	8,50	8,50	8,33	43,24
	10,20	8,20			18,20	8,80			10,20	9,80			10,00	13,20			9,60	12,00			12,60	10,60			6,70	9,60		
16H00 - 16H59	9,30	10,30	11,08	32,51	7,90	10,30	9,43	38,20	9,80	8,10	11,13	32,36	12,60	10,00	11,88	30,32	10,00	10,00	8,80	40,91	13,50	17,80	14,65	24,57	10,30	10,30	9,40	38,30
	8,20	16,50			10,60	8,90			10,40	16,20			15,30	9,60			6,30	8,90			12,80	14,50			9,50	7,50		
17H00 - 17H59	10,40	8,60	9,80	36,73	18,20	9,60	12,45	28,92	12,00	18,00	13,45	26,77	18,30	7,40	10,20	35,29	9,80	7,10	8,73	41,26	10,00	15,70	12,98	27,75	10,80	9,50	12,90	27,91
	10,60	9,60			12,00	10,00			16,30	7,50			6,60	8,50			10,50	7,50			15,60	10,60			14,20	17,10		
18H00 - 18H59	9,90	16,00	10,75	33,49	16,30	11,00	12,15	29,63	15,50	9,80	13,38	26,92	12,30	8,90	10,63	33,88	18,80	8,80	13,70	26,28	18,00	9,80	12,68	28,40	10,20	12,10	9,85	36,55
	7,20	9,90			12,40	8,90			18,20	10,00			8,10	13,20			17,00	10,20			12,60	10,30			6,80	10,30		
19H00 - 19H59	7,40	8,50	8,25	43,64	11,60	9,90	11,03	32,65	7,20	16,30	12,10	29,75	7,10	8,80	8,83	40,79	14,20	7,40	10,48	34,37	13,40	18,50	15,30	23,53	10,20	16,00	11,80	30,51
	10,50	6,60			10,30	12,30			9,60	15,30			10,00	9,40			12,50	7,80			12,70	16,60			6,80	14,20		
20H00 - 20H59	16,20	9,60	14,85	24,24	9,60	15,00	12,78	28,18	10,30	10,00	13,73	26,23	16,90	9,80	12,85	28,02	16,20	9,80	10,73	33,57	10,20	12,00	12,00	30,00	10,00	15,00	12,18	29,57
	18,30	15,30			12,30	14,20			18,20	16,40			12,20	12,50			10,30	6,60			8,60	17,20			10,50	13,20		
21H00 - 21H59	14,20	12,00	10,48	34,37	9,10	12,30	9,90	36,36	17,20	12,00	15,65	23,00	18,20	12,00	14,18	25,40	6,90	7,40	8,00	45,00	10,30	14,60	14,55	24,74	12,40	8,80	12,90	27,91
	7,20	8,50			8,60	9,60			18,20	15,20			8,50	18,00			10,20	7,50			17,50	15,80			16,20	14,20		
22H00 - 22H59	7,30	9,70	10,45	34,45	7,50	8,50	8,98	40,11	17,20	12,30	12,88	27,96	9,90	14,20	11,85	30,38	8,80	8,80	9,38	38,40	13,20	10,30	11,43	31,51	15,30	10,00	15,78	22,82
	18,20	6,60			7,30	12,60			12,00	10,00			10,00	13,30			13,00	6,90			12,40	9,80			18,20	19,60		
23H00 - 23H59	9,50	12,00	11,25	32,00	8,20	12,00	11,43	31,51	16,30	9,50	12,50	28,80	11,20	10,20	10,13	35,56	15,30	10,00	14,98	24,04	12,80	10,60	10,55	34,12	18,60	15,80	16,08	22,40
	10,00	13,50			10,20	15,30			15,30	8,90			9,30	9,80			18,00	16,60			12,00	6,80			16,30	13,60		

Anexo 5: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 5 Plaza Grande.

Anexo 5A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 5 Plaza Grande.

HORA	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	70	8	936	68	6	888	60	6	792	63	4	804	70	4	888
07H00 - 07H59	73	6	948	82	7	1068	66	9	900	71	6	924	76	5	972
08H00 - 08H59	66	5	852	71	6	924	72	7	948	82	5	1044	81	3	1008
09H00 - 09H59	61	3	768	58	3	732	69	4	876	67	4	852	80	7	1044
10H00 - 10H59	55	9	768	56	4	720	63	3	792	71	3	888	75	9	1008
11H00 - 11H59	82	6	1056	45	2	564	51	4	660	83	5	1056	79	4	996
12H00 - 12H59	63	4	804	40	4	528	45	3	576	54	5	708	64	5	828
13H00 - 13H59	70	6	912	69	6	900	34	4	456	54	3	684	60	6	792
14H00 - 14H59	69	7	912	60	5	780	40	4	528	64	7	852	71	5	912
15H00 - 15H59	69	5	888	68	7	900	39	6	540	94	11	1260	65	6	852
16H00 - 16H59	53	2	660	63	5	816	42	5	564	84	9	1116	72	4	912
17H00 - 17H59	64	5	828	52	3	660	45	6	612	76	7	996	75	3	936
18H00 - 18H59	52	5	684	50	2	624	50	3	636	61	4	780	59	6	780
19H00 - 19H59	40	3	516	42	1	516	41	1	504	43	2	540	54	2	672
20H00 - 20H59	32	0	384	23	1	288	35	0	420	36	1	444	34	1	420
21H00 - 21H59	21	0	252	31	0	372	24	0	288	27	0	324	30	0	360
22H00 - 22H59	18	0	216	20	0	240	20	0	240	19	0	228	23	0	276
23H00 - 23H59	12	0	144	13	0	156	15	0	180	10	0	120	16	0	192

HORA	SABADO			DOMINGO			PROMEDIO
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	
06H00 - 06H59	40	4	528	39	1	480	759
07H00 - 07H59	55	4	708	46	2	576	871
08H00 - 08H59	71	5	912	0	0	0	948
09H00 - 09H59	70	4	888	0	0	0	860
10H00 - 10H59	73	5	936	0	0	0	852
11H00 - 11H59	70	4	888	0	0	0	870
12H00 - 12H59	77	4	972	0	0	0	736
13H00 - 13H59	43	4	564	0	0	0	718
14H00 - 14H59	36	5	492	43	1	528	746
15H00 - 15H59	40	3	516	51	3	648	801
16H00 - 16H59	53	5	696	48	3	612	768
17H00 - 17H59	65	3	816	37	4	492	763
18H00 - 18H59	62	5	804	35	3	456	681
19H00 - 19H59	42	2	528	36	2	456	533
20H00 - 20H59	39	0	468	30	1	372	399
21H00 - 21H59	26	0	312	20	0	240	307
22H00 - 22H59	20	0	240	11	0	132	225
23H00 - 23H59	9	0	108	6	0	72	139

Anexo 5B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 5 Plaza Grande.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	9,60	7,50	8,27	43,55	10,20	12,10	11,40	31,58	7,60	8,50	9,17	39,27	10,20	9,60	10,15	35,47	6,90	12,30	9,15	39,34	7,60	6,80	8,95	40,22	9,50	7,30	8,32	43,29
	8,50	7,50			11,00	10,20			10,20	13,20			13,50	7,50			11,60	9,60			10,00	9,00			8,40	7,60		
	9,70	6,80			13,50	11,40			6,90	8,60			13,60	6,50			7,80	6,70			11,30	9,00			7,10	10,00		
07H00 - 07H59	9,60	10,20	8,52	42,27	12,40	9,50	10,73	33,54	13,40	11,20	9,58	37,57	11,20	11,40	9,90	36,36	6,50	10,50	9,87	36,49	8,60	10,00	9,78	36,80	6,50	11,20	9,87	36,49
	7,40	7,60			11,20	8,60			6,50	10,20			9,70	10,30			8,90	11,60			7,90	11,40			8,90	12,00		
	6,50	9,80			9,50	13,20			7,60	8,60			9,30	7,50			9,70	12,00			10,20	10,60			10,20	10,40		
08H00 - 08H59	7,50	7,10	8,25	43,64	9,60	8,60	9,95	36,18	7,50	13,40	9,63	37,37	7,60	9,10	9,20	39,13	13,00	9,80	10,12	35,58	11,80	8,70	9,55	37,70	0,00	0,00	0,00	0,00
	11,20	9,00			10,20	7,50			10,20	6,90			8,10	10,30			10,20	6,40			9,60	6,80			0,00	0,00		
	6,50	8,20			11,50	12,30			11,20	8,60			8,60	11,50			7,80	13,50			9,80	10,60			0,00	0,00		
09H00 - 09H59	9,10	11,00	10,17	35,41	9,60	11,20	9,42	38,23	7,80	12,30	10,57	34,07	13,20	10,20	10,38	34,67	7,60	16,30	11,23	32,05	11,00	7,80	9,75	36,92	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,30	10,60			7,60	10,20			8,20	13,40			9,60	12,30			10,00	12,50			11,60	8,90			0,00	0,00		
	11,50	9,50			6,30	11,60			9,10	12,60			7,40	9,60			11,40	9,60			9,80	9,40			0,00	0,00		
10H00 - 10H59	8,40	11,20	10,28	35,01	6,50	12,20	11,03	32,63	7,80	11,40	11,18	32,19	9,60	7,60	8,97	40,15	8,60	11,20	10,43	34,50	11,00	9,60	10,68	33,70	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,00	11,60			11,20	10,30			13,00	12,50			8,40	10,30			7,10	13,20			13,20	9,80			0,00	0,00		
	9,50	12,00			16,50	9,50			12,60	9,80			6,40	11,50			9,10	13,40			10,50	10,00			0,00	0,00		
11H00 - 11H59	10,90	9,40	9,83	36,61	9,60	8,90	9,52	37,83	7,60	6,80	10,13	35,53	7,60	13,50	9,80	36,73	7,60	9,60	8,92	40,37	9,90	7,80	9,95	36,18	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,60	9,50			9,80	10,20			8,50	12,30			9,80	11,20			8,50	10,20			9,90	10,00			0,00	0,00		
	9,30	11,30			7,60	11,00			10,20	15,40			10,20	6,50			10,20	7,40			8,60	13,50			0,00	0,00		
12H00 - 12H59	8,20	8,60	11,35	31,72	7,50	8,50	8,32	43,29	12,40	13,50	9,57	37,63	13,40	10,20	10,10	35,64	8,80	11,00	9,22	39,06	13,90	9,60	10,57	34,07	0,00	0,00	0,00	0,00
	12,30	13,40			9,60	7,60			11,20	7,80			8,80	7,50			8,80	7,50			12,40	8,60			0,00	0,00		
	12,40	13,20			9,50	7,20			6,90	7,00			9,00	10,20			9,00	10,20			10,30	8,60			0,00	0,00		
13H00 - 13H59	8,60	11,00	10,43	34,50	7,10	11,20	10,23	35,18	13,00	11,50	11,55	31,17	7,60	10,40	9,85	36,55	10,30	12,40	11,23	32,05	9,90	11,50	10,20	35,29	0,00	0,00	0,00	0,00
	7,20	13,40			6,30	11,40			11,80	6,90			8,50	13,80			6,80	13,20			9,10	12,30			0,00	0,00		
	9,80	12,60			10,20	15,20			12,60	13,50			11,20	7,60			13,20	11,50			10,60	7,80			0,00	0,00		
14H00 - 14H59	6,00	13,20	9,60	37,50	14,60	12,50	11,45	31,44	7,80	16,40	11,07	32,53	11,30	9,10	10,47	34,39	12,30	7,80	9,63	37,37	9,60	9,80	9,62	37,44	7,10	10,20	8,02	44,91
	7,90	12,40			12,50	8,60			9,80	11,50			13,30	9,10			11,50	8,60			8,90	12,00			8,20	8,60		
	9,60	8,50			13,60	6,90			8,60	12,30			10,40	9,60			9,60	8,00			10,60	6,80			6,80	7,20		
15H00 - 15H59	13,50	9,40	9,60	37,50	7,60	11,20	9,02	39,93	11,20	9,10	10,32	34,89	7,10	10,50	9,43	38,16	9,00	10,20	10,17	35,41	8,10	9,60	9,22	39,06	8,60	12,40	10,07	35,76
	9,40	10,20			8,30	10,60			13,50	6,70			9,50	11,80			9,60	11,60			10,60	7,80			10,00	8,60		
	8,60	6,50			7,80	8,60			14,60	6,80			8,10	9,60			7,40	13,20			11,90	7,30			11,00	9,80		
16H00 - 16H59	11,10	6,50	9,20	39,13	7,00	10,20	10,43	34,50	11,20	6,90	9,28	38,78	8,10	8,10	9,18	39,20	6,20	9,60	8,67	41,54	9,30	10,00	8,80	40,91	6,10	13,00	9,25	38,92
	8,60	9,60			9,80	11,00			9,60	7,50			9,30	9,60			6,80	12,30			7,20	9,50			6,20	12,00		
	6,80	12,60			8,60	16,00			7,00	13,50			10,00	10,00			7,10	10,00			7,50	9,30			5,90	12,30		

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO				
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	
17H00 - 17H59	8,60	11,40	10,55	34,12	11,20	7,50	8,88	40,53	11,30	8,60	9,03	39,85	11,20	8,60	10,22	35,24	8,80	13,60	9,78	36,80	8,50	11,00	9,87	36,49	10,20	8,60	10,00	36,00	
	9,60	11,00			9,00	6,80			6,80	7,60			13,40	9,50			7,50	8,90			7,90	10,00			10,00	7,50			
	10,20	12,50			8,60	10,20			7,90	12,00			11,20	7,40			10,20	9,70			9,80	12,00			16,90	6,80			
18H00 - 18H59	8,50	12,50	10,62	33,91	10,20	11,50	11,95	30,13	8,20	11,20	10,98	32,78	7,80	10,10	10,28	35,01	10,40	9,00	9,85	36,55	13,60	8,40	9,47	38,03	9,60	10,00	9,78	36,80	
	7,60	15,60			11,30	12,50			12,00	14,20			10,40	9,60			8,60	10,20			10,50	6,50			6,00	11,00			
	9,70	9,80			13,20	13,00			13,60	6,70			10,30	13,50			7,70	13,20			7,80	10,00			8,90	13,20			
19H00 - 19H59	12,40	12,00	13,55	26,57	12,50	9,60	10,50	34,29	11,20	6,80	10,02	35,94	9,60	9,90	10,70	33,64	8,40	14,50	10,27	35,06	9,60	9,80	10,12	35,58	11,00	8,90	9,78	36,80	
	14,60	16,30			12,50	9,80			9,50	13,00			13,50	13,20			11,20	11,80			12,00	9,10			7,50	12,30			
	11,50	14,50			11,00	7,60			7,60	12,00			10,20	7,80			7,80	7,90			10,60	9,60			6,50	12,50			
20H00 - 20H59	6,40	11,20	10,25	35,12	10,50	8,50	11,43	31,49	12,30	9,60	9,85	36,55	14,20	7,80	10,08	35,70	10,80	9,90	9,88	36,42	8,40	9,90	10,23	35,18	11,20	9,10	9,13	39,42	
	8,70	13,20			14,30	12,30			9,70	8,50			11,60	9,60			10,90	9,10			10,60	10,60			6,80	9,10			
	13,60	8,40			9,60	13,40			7,80	11,20			9,60	7,70			11,80	6,80			9,90	12,00			8,60	10,00			
21H00 - 21H59	9,60	12,30	9,58	37,57	11,60	13,50	12,47	28,88	12,30	9,60	11,13	32,34	7,70	10,20	10,10	35,64	11,20	9,60	10,22	35,24	8,20	10,80	9,97	36,12	12,00	10,20	11,02	32,68	
	7,80	7,90			12,00	12,50			11,50	8,50			9,90	10,60			10,60	8,60			9,10	12,60			9,60	12,30			9,60
	11,20	8,70			12,00	13,20			12,60	12,30			8,80	13,40			7,80	13,50			10,00	9,10			12,60	9,40			
22H00 - 22H59	9,90	10,20	9,85	36,55	10,20	8,90	8,77	41,06	13,60	7,60	9,80	36,73	13,20	11,00	9,47	38,03	9,60	11,20	9,38	38,37	11,40	7,60	10,12	35,58	8,70	11,20	11,03	32,63	
	12,60	6,70			7,50	7,80			9,90	8,50			9,80	8,60			10,30	7,80			10,00	8,40			8,50	13,60			
	11,20	8,50			7,60	10,60			9,80	9,40			6,40	7,80			7,60	9,80			9,80	13,50			10,20	14,00			
23H00 - 23H59	13,50	9,50	10,52	34,23	11,50	9,50	11,73	30,68	6,90	16,50	13,02	27,66	11,60	9,60	9,85	36,55	8,60	11,90	10,92	32,98	8,70	10,20	10,18	35,35	8,60	9,60	9,00	40,00	
	16,50	8,00			9,50	12,30			10,20	13,00			11,90	7,50			8,90	12,70			9,80	12,00			9,10	9,80			
	8,00	7,60			11,60	16,00			15,00	16,50			12,10	6,40			10,00	13,40			6,40	14,00			9,10	7,80			

Anexo 5C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 5 Plaza Grande.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	15,60	12,10	15,03	23,96	11,30	15,60	11,83	30,44	18,00	12,40	16,38	21,98	20,10	18,50	19,28	18,68	20,30	15,00	19,43	18,53	12,30	12,70	13,35	26,97	18,60	13,60	15,93	22,61
	16,40	16,00			10,20	10,20			18,60	16,50			22,30	16,20			21,00	21,40			15,60	12,80			19,50	12,00		
07H00 - 07H59	18,00	13,50	15,83	22,75	20,60	11,50	19,68	18,30	19,60	13,50	18,38	19,59	16,80	20,90	19,25	18,70	22,00	22,00	20,08	17,93	18,60	20,30	17,23	20,90	18,40	22,30	17,50	20,57
	17,00	14,80			28,60	18,00			20,30	20,10			18,90	20,40			16,00	20,30			10,00	20,00			16,90	12,40		
08H00 - 08H59	14,00	18,60	15,78	22,82	20,20	17,60	19,60	18,37	20,00	18,50	19,53	18,44	17,60	10,50	14,03	25,67	14,50	15,60	14,23	25,31	20,30	22,00	20,93	17,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	17,00	13,50			22,00	18,60			22,00	17,60			12,40	15,60			11,10	15,70			24,60	16,80			0,00	0,00	0,00	0,00
09H00 - 09H59	15,60	15,90	15,98	22,54	22,30	8,60	15,80	22,78	16,80	20,60	17,68	20,37	10,30	12,40	13,43	26,82	12,60	16,80	13,55	26,57	13,50	18,50	16,23	22,19	0,00	0,00	0,00	0,00
	16,80	15,60			12,00	20,30			15,90	17,40			15,80	15,20			12,30	12,50			12,60	20,30			0,00	0,00	0,00	0,00
10H00 - 10H59	18,60	22,10	18,18	19,81	10,50	10,20	14,35	25,09	12,30	10,60	13,10	27,48	12,70	13,90	14,33	25,13	15,60	13,40	15,95	22,57	20,60	17,50	18,80	19,15	0,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	12,00			18,00	18,70			11,50	18,00			13,90	16,80			22,30	12,50			20,60	16,50			0,00	0,00	0,00	0,00
11H00 - 11H59	10,30	18,60	16,78	21,46	16,90	17,00	15,63	23,04	17,60	13,90	15,55	23,15	16,50	14,80	16,78	21,46	21,10	16,80	18,68	19,28	22,50	16,80	18,88	19,07	0,00	0,00	0,00	0,00
	20,60	17,60			12,40	16,20			15,30	15,40			20,00	15,80			19,80	17,00			15,60	20,60			0,00	0,00	0,00	0,00
12H00 - 12H59	17,50	12,50	14,90	24,16	16,80	18,90	17,15	20,99	18,60	19,80	19,05	18,90	22,00	18,90	17,48	20,60	16,50	18,00	17,00	21,18	18,60	20,50	18,70	19,25	0,00	0,00	0,00	0,00
	11,60	18,00			15,30	17,60			17,50	20,30			12,50	16,50			14,50	19,00			18,90	16,80			0,00	0,00	0,00	0,00
13H00 - 13H59	16,90	11,30	17,15	20,99	20,20	16,50	18,23	19,75	18,60	16,80	16,60	21,69	16,80	20,60	19,45	18,51	16,80	20,30	17,68	20,37	19,00	13,40	17,38	20,72	0,00	0,00	0,00	0,00
	19,80	20,60			20,40	15,80			18,70	12,30			16,90	23,50			11,20	22,40			16,50	20,60			0,00	0,00	0,00	0,00
14H00 - 14H59	17,50	22,00	19,08	18,87	18,60	18,70	18,18	19,81	16,80	20,30	17,50	20,57	15,00	24,50	18,88	19,07	12,30	22,00	19,18	18,77	20,40	18,00	19,00	18,95	16,50	12,50	14,20	25,35
	20,30	16,50			19,80	15,60			20,60	12,30			15,00	21,00			16,40	26,00			20,90	16,70			11,00	16,80		
15H00 - 15H59	20,10	14,60	15,95	22,57	18,00	19,00	18,38	19,59	8,90	10,60	11,93	30,19	16,80	20,50	17,78	20,25	20,30	20,10	20,80	17,31	20,10	20,30	18,08	19,92	18,60	12,90	15,15	23,76
	15,60	13,50			18,90	17,60			10,20	18,00			14,00	19,80			20,50	22,30			19,90	12,00			12,80	16,30		
16H00 - 16H59	13,20	11,20	15,65	23,00	20,60	16,50	17,93	20,08	18,60	23,50	20,80	17,31	18,00	18,60	17,15	20,99	12,80	20,30	16,65	21,62	16,80	13,50	16,00	22,50	12,70	26,50	19,50	18,46
	14,80	23,40			22,30	12,30			20,30	20,80			19,60	12,40			16,90	16,60			15,70	18,00			18,50	20,30		
17H00 - 17H59	20,30	18,00	15,78	22,82	20,60	18,60	16,35	22,02	20,80	16,00	19,63	18,34	13,80	25,80	19,38	18,58	24,60	15,80	17,78	20,25	18,40	22,60	16,80	21,43	16,80	13,50	15,70	22,93
	12,40	12,40			15,60	10,60			22,80	18,90			13,50	24,40			13,80	16,90			13,60	12,60			20,50	12,00		
18H00 - 18H59	15,60	19,70	18,53	19,43	18,60	20,50	18,58	19,38	17,40	13,20	15,75	22,86	12,90	26,50	18,18	19,81	16,50	17,60	16,83	21,40	12,60	12,80	14,70	24,49	12,50	13,60	12,88	27,96
	18,60	20,20			12,60	22,60			15,60	16,80			10,30	23,00			13,40	19,80			12,80	20,60			12,60	12,80		
19H00 - 19H59	16,40	18,00	17,05	21,11	16,80	18,00	17,70	20,34	18,60	20,10	17,60	20,45	18,90	20,30	19,00	18,95	12,40	18,00	15,20	23,68	16,90	21,70	20,18	17,84	12,50	12,50	14,48	24,87
	15,90	17,90			20,60	15,40			19,10	12,60			16,70	20,10			13,60	16,80			20,50	21,60			12,30	20,60		
20H00 - 20H59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
21H00 - 21H59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
22H00 - 22H59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
23H00 - 23H59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 6: Base de datos del flujo vehicular y de las velocidades medidas en la Estación 6 Parque del Arbolito.

Anexo 6A: Flujo vehicular medido en la semana, Estación 6 Parque del Arbolito.

HORA	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES		
	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h
06H00 - 06H59	195	13	2496	175	13	2256	180	13	2316	185	24	2508	189	13	2424
07H00 - 07H59	193	24	2604	189	20	2508	210	22	2784	191	19	2520	205	14	2628
08H00 - 08H59	185	23	2496	192	12	2448	190	10	2400	175	15	2280	195	20	2580
09H00 - 09H59	180	18	2376	177	13	2280	165	13	2136	189	15	2448	201	12	2556
10H00 - 10H59	195	24	2628	189	18	2484	195	19	2568	168	18	2232	195	14	2508
11H00 - 11H59	189	25	2568	190	17	2484	177	13	2280	167	16	2196	185	24	2508
12H00 - 12H59	185	26	2532	177	24	2412	196	20	2592	185	25	2520	199	15	2568
13H00 - 13H59	189	26	2580	165	19	2208	180	16	2352	172	18	2280	200	36	2832
14H00 - 14H59	170	22	2304	188	14	2424	172	22	2328	174	24	2376	170	16	2232
15H00 - 15H59	165	18	2196	155	13	2016	162	18	2160	165	34	2388	175	25	2400
16H00 - 16H59	145	15	1920	174	19	2316	180	21	2412	167	28	2340	170	36	2472
17H00 - 17H59	166	64	2760	190	12	2424	199	19	2616	172	24	2352	185	20	2460
18H00 - 18H59	200	37	2844	165	14	2148	185	18	2436	165	19	2208	176	36	2544
19H00 - 19H59	185	29	2568	178	11	2268	174	16	2280	173	17	2280	169	24	2316
20H00 - 20H59	163	12	2100	139	10	1788	146	12	1896	142	15	1884	155	19	2088
21H00 - 21H59	80	8	1056	73	5	936	68	7	900	73	10	996	80	13	1116
22H00 - 22H59	54	4	696	61	4	780	58	6	768	51	6	684	71	7	936
23H00 - 23H59	42	4	552	35	2	444	36	4	480	28	5	396	41	6	564

	SABADO			DOMINGO			
HORA	L	P	TOTAL/h	L	P	TOTAL/h	PROMEDIO
06H00 - 06H59	175	18	2316	156	10	1992	2330
07H00 - 07H59	189	26	2580	141	14	1860	2498
08H00 - 08H59	172	20	2304	142	16	1896	2343
09H00 - 09H59	168	18	2232	139	15	1848	2268
10H00 - 10H59	154	19	2076	135	13	1776	2325
11H00 - 11H59	156	26	2184	165	9	2088	2330
12H00 - 12H59	169	14	2196	120	8	1536	2337
13H00 - 13H59	155	13	2016	156	12	2016	2326
14H00 - 14H59	198	24	2664	128	15	1716	2292
15H00 - 15H59	176	36	2544	156	14	1992	2242
16H00 - 16H59	145	24	2028	138	12	1800	2184
17H00 - 17H59	182	26	2496	152	16	2016	2446
18H00 - 18H59	169	19	2256	144	9	1836	2325
19H00 - 19H59	155	15	2040	120	8	1536	2184
20H00 - 20H59	136	13	1788	90	7	1164	1815
21H00 - 21H59	67	9	912	68	5	876	970
22H00 - 22H59	43	2	540	43	4	564	710
23H00 - 23H59	23	3	312	15	4	228	425

Anexo 6B: Velocidades medidas de los vehículos livianos, Estación 6 Parque del Arbolito.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	7,80	6,90	8,20	43,90	6,10	9,20	7,23	49,77	8,60	8,80	8,72	41,30	7,50	7,40	8,88	40,53	7,50	10,20	9,23	38,99	7,10	10,20	8,55	42,11	7,20	8,50	8,18	43,99
	7,20	10,20			7,40	6,80			7,10	9,10			8,10	12,30			8,20	13,50			8,50	9,60			6,90	9,50		
	8,60	8,50			6,40	7,50			8,50	10,20			9,50	8,50			8,80	7,20			9,60	6,30			6,80	10,20		
07H00 - 07H59	7,20	7,60	7,80	46,15	7,80	9,10	8,02	44,91	11,50	9,60	9,50	37,89	8,10	9,20	8,02	44,91	10,20	7,60	8,98	40,07	7,10	6,50	8,90	40,45	7,10	10,20	8,70	41,38
	6,40	8,50			7,40	6,80			7,60	7,50			7,60	8,60			7,60	8,50			10,20	10,20			8,80	8,80		
	7,50	9,60			6,80	10,20			8,50	12,30			7,50	7,10			11,50	8,50			8,20	11,20			9,90	7,40		
08H00 - 08H59	7,50	9,50	7,55	47,68	7,50	6,90	7,20	50,00	7,20	7,00	7,53	47,79	10,20	6,50	7,63	47,16	7,80	11,50	8,77	41,06	8,80	9,60	8,82	40,83	11,20	6,50	9,17	39,27
	7,80	6,80			6,20	8,50			8,60	6,50			7,50	7,50			8,80	8,20			9,60	9,00			10,50	9,80		
	8,10	5,60			7,80	6,30			6,50	9,40			7,60	6,50			9,60	6,70			7,40	8,50			6,80	10,20		
09H00 - 09H59	8,20	6,70	7,58	47,47	7,40	8,60	8,17	44,08	7,50	8,60	9,37	38,43	7,50	9,50	9,05	39,78	10,20	13,60	9,40	38,30	7,50	8,60	7,93	45,38	7,50	11,20	10,08	35,70
	7,60	7,50			8,20	6,50			8,50	9,80			8,60	10,20			11,00	7,50			7,70	8,40			9,80	10,50		
	6,90	8,60			8,30	10,00			11,60	10,20			7,50	11,00			7,50	6,60			8,20	7,20			9,90	11,60		
10H00 - 10H59	6,20	8,50	7,50	48,00	11,20	9,50	9,68	37,18	7,50	8,50	9,98	36,06	7,40	9,30	8,38	42,94	7,10	8,50	8,32	43,29	8,80	7,20	8,37	43,03	8,50	8,60	8,73	41,22
	10,20	6,50			13,50	8,20			10,20	8,80			8,10	9,10			8,50	7,40			8,90	6,50			7,40	9,80		
	7,40	6,20			8,10	7,60			12,30	12,60			8,20	8,20			8,50	9,90			8,60	10,20			8,20	9,90		
11H00 - 11H59	7,40	8,40	7,72	46,65	8,00	10,20	8,35	43,11	7,50	6,20	7,88	45,67	7,20	10,50	8,68	41,46	10,40	6,50	8,52	42,27	11,20	8,10	9,28	38,78	10,20	8,50	9,52	37,83
	8,40	6,10			8,50	6,60			8,50	6,50			8,50	7,20			9,90	7,20			10,20	8,50			10,60	9,60		
	9,20	6,80			9,60	7,20			7,60	11,00			9,30	9,40			7,80	9,30			8,90	8,80			9,50	8,70		
12H00 - 12H59	8,20	9,50	9,12	39,49	8,60	15,60	10,63	33,86	8,10	10,50	9,67	37,24	8,10	9,40	8,73	41,22	8,20	7,20	8,65	41,62	9,60	8,80	9,38	38,37	10,20	8,90	9,08	39,63
	9,20	9,60			10,20	7,90			8,80	11,00			8,30	10,20			10,20	8,10			9,00	9,70			11,50	9,50		
	9,70	8,50			11,50	10,00			9,60	10,00			8,20	8,20			7,90	10,30			9,00	10,20			6,80	7,60		
13H00 - 13H59	10,20	11,20	10,48	34,34	10,00	8,10	8,80	40,91	7,50	9,60	8,55	42,11	11,20	9,50	8,23	43,72	9,50	8,80	8,95	40,22	11,20	8,70	9,30	38,71	7,20	8,50	8,05	44,72
	9,50	13,50			9,60	6,90			10,60	7,50			6,80	7,20			7,50	9,50			9,80	8,30			6,60	9,50		
	7,50	11,00			9,60	8,60			8,50	7,60			7,20	7,50			8,20	10,20			9,60	8,20			9,80	6,70		
14H00 - 14H59	10,30	8,20	8,40	42,86	8,50	7,60	7,95	45,28	8,50	8,60	8,55	42,11	7,60	7,10	8,20	43,90	8,10	11,20	9,62	37,44	10,20	10,20	9,42	38,23	10,20	7,20	9,15	39,34
	9,60	8,40			8,60	8,50			7,50	8,60			7,10	8,60			8,50	9,80			8,40	9,50			11,50	8,80		
	6,80	7,10			7,20	7,30			9,50	8,60			10,20	8,60			10,20	9,90			9,50	8,70			8,90	8,30		
15H00 - 15H59	8,10	6,10	9,00	40,00	11,00	7,80	9,58	37,57	9,60	8,80	8,48	42,44	8,10	7,10	7,72	46,65	10,60	8,50	8,68	41,46	7,20	8,00	7,97	45,19	7,50	9,90	8,85	40,68
	9,10	7,50			12,50	7,90			7,50	7,20			8,10	8,60			8,50	7,70			7,30	8,50			7,50	9,80		
	10,20	13,00			9,40	8,90			10,20	7,60			7,20	7,20			9,10	7,70			9,60	7,20			8,80	9,60		
16H00 - 16H59	6,10	8,50	8,35	43,11	7,50	11,20	11,95	30,13	8,40	9,50	8,33	43,20	8,20	7,60	8,27	43,55	7,60	7,50	7,95	45,28	7,10	8,20	7,73	46,55	7,80	8,50	8,47	42,52
	7,50	9,60			8,60	15,60			8,20	10,20			8,40	7,60			8,50	7,60			7,20	8,30			9,50	7,60		
	8,20	10,20			10,20	18,60			6,30	7,40			9,60	8,20			9,30	7,20			7,50	8,10			10,20	7,20		

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO					
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h		
17H00 - 17H59	11,30	8,10	9,47	38,03	9,60	10,20	8,45	42,60	7,50	9,50	8,45	42,60	7,10	6,30	9,15	39,34	7,50	8,30	9,15	39,34	7,50	9,50	8,60	41,86	11,20	9,80	9,30	38,71		
	13,50	7,60			6,10	7,70			7,60	10,30			12,30	8,50			8,80	10,20			7,60	8,30			8,80	9,50			9,90	6,60
	9,50	6,80			8,50	8,60			8,60	7,20			11,50	9,20			9,10	11,00			8,50	10,20			9,90	6,60				
18H00 - 18H59	7,10	8,60	8,08	44,54	8,10	8,60	8,38	42,94	10,40	7,60	9,07	39,71	7,10	9,50	8,47	42,52	9,30	7,80	8,70	41,38	6,90	11,20	9,67	37,24	8,70	9,60	8,70	41,38		
	6,90	8,50			10,20	7,40			7,50	10,80			8,20	8,20			9,90	7,90			7,60	13,50			9,50	8,50				
	7,80	9,60			9,50	6,50			6,80	11,30			7,60	10,20			10,20	7,10			8,80	10,00			8,80	7,10				
19H00 - 19H59	8,10	8,20	8,60	41,86	10,20	8,50	8,47	42,52	10,20	7,60	9,07	39,71	9,50	11,20	9,48	37,96	8,10	8,70	9,32	38,64	7,10	9,80	8,45	42,60	11,20	8,80	9,62	37,44		
	10,20	8,00			7,90	7,60			11,50	7,40			8,20	12,30			11,00	8,20			7,80	8,60			8,50	9,40				
	9,60	7,50			8,60	8,00			9,50	8,20			7,10	8,60			9,90	10,00			8,80	8,60			9,60	10,20				
20H00 - 20H59	7,20	12,50	10,88	33,08	11,20	9,50	9,52	37,83	9,20	11,00	9,85	36,55	7,40	10,20	10,05	35,82	9,50	9,30	9,28	38,78	9,90	7,10	8,82	40,83	8,10	7,50	8,17	44,08		
	10,20	16,30			12,30	7,20			12,00	8,50			8,50	11,20			8,80	9,80			9,60	8,30			8,10	7,60				
	11,60	7,50			10,40	6,50			8,20	10,20			9,60	13,40			8,10	10,20			9,80	8,20			8,10	9,60				
21H00 - 21H59	7,10	12,50	9,78	36,80	7,40	8,60	9,12	39,49	10,20	8,50	8,52	42,27	7,40	11,20	8,68	41,46	8,20	11,20	8,63	41,70	10,20	8,90	9,33	38,57	8,30	10,20	10,12	35,58		
	8,50	8,60			10,00	7,20			8,10	7,60			8,20	6,50			8,50	6,80			7,50	11,00			9,60	11,60				
	13,60	8,40			9,50	12,00			7,50	9,20			10,20	8,60			10,20	6,90			8,60	9,80			8,50	12,50				
22H00 - 22H59	8,50	8,60	9,27	38,85	8,60	7,20	8,33	43,20	7,20	7,50	8,42	42,77	7,10	9,60	9,00	40,00	11,60	8,20	9,57	37,63	9,90	9,90	8,60	41,86	10,20	8,80	9,32	38,64		
	7,40	7,50			10,20	6,90			6,50	10,20			7,10	10,20			7,80	10,60			8,50	6,90			11,60	9,90				
	10,60	13,00			8,60	8,50			9,50	9,60			8,50	11,50			6,90	12,30			6,40	10,00			7,60	7,80				
23H00 - 23H59	7,40	7,00	9,67	37,24	11,50	13,60	9,53	37,76	7,20	10,20	9,42	38,23	7,10	6,50	9,02	39,93	7,90	12,30	8,58	41,94	8,20	6,80	9,20	39,13	8,50	8,50	8,75	41,14		
	8,50	12,00			7,50	7,50			7,30	12,40			9,90	9,50			6,80	6,50			9,60	12,30			7,40	7,50				
	9,60	13,50			10,20	6,90			9,60	9,80			10,50	10,60			10,20	7,80			7,10	11,20			9,60	11,00				

Anexo 6C: Velocidades medidas de los vehículos pesados, Estación 6 Parque del Arbolito.

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h	N-S	S-N	t(s)	v= km/h
06H00 - 06H59	9,10	11,20	11,00	32,73	9,80	13,50	11,83	30,44	11,50	8,80	10,88	33,10	8,10	10,20	9,55	37,70	8,80	9,60	9,20	39,13	10,20	14,30	12,05	29,88	20,30	13,20	15,60	23,08
	10,20	13,50			7,50	16,50			16,50	6,70			9,60	10,30			9,60	8,80			11,20	12,50			16,80	12,10		
07H00 - 07H59	9,50	13,50	11,50	31,30	9,60	10,50	10,43	34,53	12,40	10,30	12,88	27,96	11,20	8,90	10,80	33,33	7,50	10,30	9,05	39,78	15,30	10,30	12,93	27,85	17,50	13,50	13,93	25,85
	8,50	14,50			10,30	11,30			13,50	15,30			13,50	9,60			7,10	11,30			16,50	9,60			12,50	12,20		
08H00 - 08H59	19,00	10,20	12,58	28,63	11,30	10,20	10,98	32,80	10,20	16,80	14,73	24,45	16,40	12,60	14,98	24,04	8,90	16,50	13,48	26,72	14,20	8,50	11,55	31,17	16,80	13,40	13,20	27,27
	12,30	8,80			13,50	8,90			14,30	17,60			15,30	15,60			10,20	18,30			13,50	10,00			12,40	10,20		
09H00 - 09H59	8,40	8,60	8,93	40,34	16,50	8,80	13,40	26,87	18,60	13,50	15,23	23,65	11,20	18,20	15,08	23,88	8,80	8,90	11,38	31,65	16,80	9,60	11,70	30,77	14,50	8,50	11,78	30,57
	10,20	8,50			18,60	9,70			20,50	8,30			18,50	12,40			16,50	11,30			12,60	7,80			16,50	7,60		
10H00 - 10H59	11,50	8,60	9,38	38,40	20,30	9,90	11,98	30,06	10,20	10,20	9,70	37,11	16,20	17,30	15,28	23,57	13,40	12,30	13,65	26,37	17,50	9,80	13,88	25,95	19,20	9,80	14,73	24,45
	9,90	7,50			9,60	8,10			9,60	8,80			12,00	15,60			16,50	12,40			19,60	8,60			20,30	9,60		
11H00 - 11H59	12,80	10,20	15,13	23,80	10,40	16,30	11,93	30,19	7,80	9,60	9,20	39,13	16,20	10,30	14,53	24,78	13,20	15,50	14,53	24,78	20,30	9,60	14,95	24,08	17,50	10,30	14,30	25,17
	18,50	19,00			9,50	11,50			9,80	9,60			15,30	16,30			13,20	16,20			20,30	9,60			16,20	13,20		
12H00 - 12H59	17,60	10,30	13,93	25,85	8,70	10,30	8,68	41,50	10,20	8,60	9,65	37,31	13,20	14,20	14,50	24,83	13,50	13,50	15,50	23,23	16,90	16,20	16,80	21,43	11,20	13,20	13,23	27,22
	18,20	9,60			6,90	8,80			9,60	10,20			15,30	15,30			16,40	18,60			19,60	14,50			13,20	15,30		
13H00 - 13H59	10,60	9,80	10,08	35,73	8,60	8,50	10,13	35,56	8,30	11,00	9,98	36,09	16,50	20,30	16,40	21,95	10,50	21,30	13,05	27,59	18,50	16,90	16,60	21,69	15,20	15,60	15,10	23,84
	13,40	6,50			7,10	16,30			7,10	13,50			15,60	13,20			10,20	10,20			17,50	13,50			16,40	13,20		
14H00 - 14H59	8,70	10,20	9,98	36,09	8,80	8,30	9,58	37,60	8,80	6,50	8,40	42,86	10,20	12,60	11,90	30,25	15,60	9,80	12,90	27,91	14,60	17,60	15,75	22,86	18,20	11,10	17,48	20,60
	7,50	13,50			10,60	10,60			9,60	8,70			13,50	11,30			16,30	9,90			12,30	18,50			20,30	20,30		
15H00 - 15H59	9,60	15,60	12,05	29,88	9,20	8,10	10,18	35,38	8,90	9,60	9,73	37,02	8,50	9,60	10,05	35,82	10,60	9,80	10,28	35,04	10,20	16,50	13,90	25,90	16,30	6,90	11,15	32,29
	8,80	14,20			7,10	16,30			10,20	10,20			12,60	9,50			7,10	13,60			15,30	13,60			11,20	10,20		
16H00 - 16H59	8,20	10,20	9,88	36,46	8,80	14,50	11,05	32,58	13,50	13,50	14,15	25,44	15,40	12,50	14,55	24,74	8,20	10,20	10,48	34,37	16,30	7,40	13,85	25,99	10,20	7,60	12,15	29,63
	9,60	11,50			9,60	11,30			16,40	13,20			12,10	18,20			10,30	13,20			15,20	16,50			10,30	20,50		
17H00 - 17H59	10,30	9,60	11,00	32,73	10,20	9,90	11,03	32,65	9,80	16,50	13,70	26,28	12,20	8,10	9,90	36,36	9,60	15,20	12,98	27,75	19,60	10,60	14,60	24,66	14,20	15,60	14,88	24,20
	10,60	13,50			13,50	10,50			9,90	18,60			9,40	9,90			8,60	18,50			20,10	8,10			16,30	13,40		
18H00 - 18H59	11,20	14,50	11,43	31,51	16,50	10,60	13,98	25,76	9,60	13,20	11,45	31,44	10,20	9,80	11,28	31,93	15,00	16,10	14,25	25,26	14,00	9,60	11,68	30,84	20,10	13,50	14,05	25,62
	10,20	9,80			18,60	10,20			7,80	15,20			16,30	8,80			11,40	14,50			13,20	9,90			11,30	11,30		
19H00 - 19H59	9,50	16,20	10,98	32,80	9,90	8,10	8,15	44,17	9,20	17,50	11,78	30,57	13,20	16,30	15,00	24,00	13,50	18,50	14,55	24,74	11,20	6,50	11,90	30,25	10,20	10,20	12,53	28,74
	8,70	9,50			6,50	8,10			8,10	12,30			15,30	15,20			10,20	16,00			13,50	16,40			9,60	20,10		
20H00 - 20H59	8,70	10,20	10,33	34,87	8,20	8,80	8,58	41,98	7,20	9,60	8,68	41,50	16,50	12,10	14,55	24,74	9,80	9,60	9,88	36,46	16,20	8,10	14,23	25,31	9,60	9,50	9,78	36,83
	8,90	13,50			7,10	10,20			9,60	8,30			18,50	11,10			9,90	10,20			15,20	17,40			10,20	9,80		
21H00 - 21H59	8,60	16,50	12,48	28,86	8,90	9,90	12,18	29,57	8,80	10,30	11,78	30,57	9,80	16,50	10,70	33,64	16,00	26,30	18,10	19,89	16,20	18,50	15,98	22,54	16,30	9,60	18,13	19,86
	7,20	17,60			9,60	20,30			10,20	17,80			6,90	9,60			7,10	23,00			13,00	16,20			20,30	26,30		
22H00 - 22H59	20,40	19,60	20,23	17,80	8,20	26,20	21,80	16,51	7,60	20,30	13,25	27,17	26,30	26,50	26,43	13,62	6,80	24,50	18,40	19,57	11,00	20,10	17,90	20,11	26,50	26,90	26,60	13,53
	20,30	20,60			26,30	26,50			8,60	16,50			26,30	26,60			16,00	26,30			14,20	26,30			26,20	26,80		
23H00 - 23H59	26,00	23,50	24,63	14,62	26,50	26,60	26,58	13,55	18,60	20,30	18,05	19,94	26,50	26,50	26,30	13,69	11,20	25,20	12,30	29,27	9,60	20,60	17,70	20,34	26,50	26,70	26,53	13,57
	25,00	24,00			26,60	26,60			19,30	14,00			25,60	26,60			10,20	2,60			20,30	20,30			26,50	26,40		

ANEXO 7: INTEGRACIÓN DE MEDICION DE RUIDO.

En este anexo se encuentra el ejemplo de la integración de los datos medidos en todo el día lunes de la Estación 6 Parque del Arbolito. No se muestran las 756 tablas de todos los datos medidos ya que es una extensa información repetitiva.

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
6:00	68,00	65,00	72,30	69,60	68,40	70,20	72,50	75,00	76,80	77,00	81,20	69,80	60	0,2	72,2	7,22	16405897,7	3281179,546	
6:12	65,30	65,00	66,60	72,30	71,40	65,80	70,40	66,60	64,50	69,50	71,80	65,00	60	0,2	67,9	6,79	6095369,0	1219073,794	
6:24	68,50	69,40	69,50	75,00	76,40	78,90	69,40	63,40	65,80	66,60	71,20	70,30	60	0,2	70,4	7,04	10880946,3	2176189,259	
6:36	66,60	69,50	65,90	68,50	70,20	71,10	71,10	69,50	63,40	62,50	75,60	71,40	60	0,2	68,8	6,88	7542234,0	1508446,792	
6:48	72,30	74,50	70,20	66,50	68,90	74,30	72,20	65,30	63,80	64,30	63,50	65,30	60	0,2	68,4	6,84	6958249,5	1391649,909	
													Σ	300				Σ	9576539,301
																		Log	6,98
																		NPSeq	69,8

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
7:00	70,30	75,30	77,00	81,20	88,60	71,20	70,30	69,80	65,80	66,40	69,80	68,40	60	0,2	72,8	7,28	19238298,8	3847659,769	
7:12	68,50	66,40	66,60	66,60	71,20	73,20	77,60	85,60	62,40	63,50	82,60	82,00	60	0,2	72,2	7,22	16532302,1	3306460,425	
7:24	69,50	66,30	61,20	70,20	70,00	71,20	70,20	69,50	68,50	72,30	75,60	69,80	60	0,2	69,5	6,95	8963961,9	1792792,372	
7:36	64,80	64,30	66,60	81,50	88,00	71,20	75,30	70,20	69,80	69,40	68,50	74,50	60	0,2	72,0	7,20	15879372,4	3175874,476	
7:48	74,50	72,30	74,50	66,80	68,90	71,20	74,60	77,00	75,60	78,60	70,30	69,50	60	0,2	72,8	7,28	19127872,4	3825574,486	
													Σ	300				Σ	15948361,53
																		Log	7,20
																		NPSeq	72,0

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
8:00	65,60	66,40	69,80	70,20	76,00	77,00	81,20	66,90	64,50	81,20	63,40	70,60	60	0,2	71,1	7,11	12783997,2	2556799,439	
8:12	61,20	70,30	72,40	66,60	66,60	71,80	72,60	74,20	72,30	70,20	64,80	70,30	60	0,2	69,4	6,94	8793599,2	1758719,838	
8:24	65,60	66,60	71,20	70,00	81,00	62,30	68,90	66,60	62,30	67,50	71,20	76,00	60	0,2	69,1	6,91	8128305,2	1625661,032	
8:36	71,60	74,20	62,30	69,50	74,50	69,80	72,30	74,50	77,00	81,70	65,90	71,20	60	0,2	72,0	7,20	16001720,0	3200343,999	
8:48	76,50	74,30	71,20	76,50	69,00	65,60	66,60	72,30	77,00	76,00	81,20	88,00	60	0,2	74,5	7,45	28292196,6	5658439,312	
													Σ	300				Σ	14799963,62
																		Log	7,17
																		NPSeq	71,7

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
9:00	71,20	70,20	73,50	77,00	79,60	71,50	72,30	72,30	75,60	81,20	71,20	68,60	60	0,2	73,7	7,37	23352497,5	4670499,49	
9:12	71,20	77,60	74,50	76,50	88,00	82,30	71,50	75,60	74,50	76,50	72,30	76,80	60	0,2	76,4	7,64	44072396,5	8814479,303	
9:24	66,60	65,50	69,60	71,20	70,30	64,50	69,80	72,30	69,80	68,60	69,50	72,30	60	0,2	69,2	6,92	8254041,9	1650808,371	
9:36	71,20	70,30	69,50	68,60	69,80	64,50	72,30	71,50	69,80	82,40	63,50	71,20	60	0,2	70,4	7,04	10922783,7	2184556,739	
9:48	65,60	73,00	71,50	68,60	66,60	66,60	66,60	68,40	69,30	70,20	68,00	69,50	60	0,2	68,7	6,87	7342320,4	1468464,084	
													Σ	300				Σ	18788807,99
																		Log	7,27
																		NPSeq	72,7

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
10:00	76,50	72,20	69,50	69,90	76,50	71,20	73,60	75,80	70,20	68,60	78,60	75,60	60	0,2	73,2	7,32	20812935,3	4162587,052	
10:12	88,60	82,30	81,50	77,60	69,50	71,20	73,50	69,80	64,50	69,50	82,10	71,20	60	0,2	75,1	7,51	32421517,1	6484303,426	
10:24	69,50	72,30	73,60	77,60	75,60	72,60	74,80	62,30	69,50	77,00	65,60	66,60	60	0,2	71,4	7,14	13856918,6	2771383,726	
10:36	70,20	75,60	66,60	65,40	69,50	68,50	65,00	70,00	64,50	65,00	63,00	62,30	60	0,2	67,1	6,71	5168128,9	1033625,771	
10:48	61,30	62,00	64,30	62,30	70,30	68,50	66,60	70,30	75,30	65,60	78,60	71,00	60	0,2	68,0	6,80	6321692,0	1264338,402	
													Σ	300				Σ	15716238,38
																		Log	7,20
																		NPSeq	72,0

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$	
11:00	79,80	83,30	89,10	73,50	72,70	73,10	70,80	70,00	68,80	75,30	70,30	70,70	60	0,2	74,8	7,48	30083844,4	6016768,874	
11:12	67,20	66,70	69,80	68,90	66,80	67,30	68,00	68,10	67,60	69,00	89,10	84,20	60	0,2	71,1	7,11	12759490,5	2551898,103	
11:24	75,30	73,40	7,50	69,10	70,80	70,20	67,10	65,40	67,10	69,80	68,60	67,60	60	0,2	64,3	6,43	2707073,2	541414,6408	
11:36	75,70	71,90	68,50	74,50	69,10	72,70	69,00	68,40	68,30	67,50	82,10	71,50	60	0,2	71,6	7,16	14454397,7	2890879,541	
11:48	81,70	76,70	77,40	69,20	76,20	71,60	75,70	67,50	69,60	67,00	67,10	65,50	60	0,2	72,1	7,21	16218101,0	3243620,195	
													Σ	300				Σ	15244581,35
																		Log	7,18
																		NPSeq	71,8

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
12:00	72,90	75,20	77,90	89,40	87,00	71,10	71,90	71,20	65,80	65,20	67,20	69,20	60	0,2	73,7	7,37	23263050,7	4652610,134
12:12	79,10	82,10	73,10	67,00	71,50	76,40	76,80	71,30	65,20	62,70	62,60	63,00	60	0,2	70,9	7,09	12302687,7	2460537,542
12:24	66,40	63,50	66,20	66,90	64,30	65,20	74,30	84,10	85,00	72,80	78,70	82,70	60	0,2	72,5	7,25	17816948,9	3563389,771
12:36	66,00	62,20	66,80	65,40	65,00	67,60	66,30	69,20	89,10	80,30	72,80	72,20	60	0,2	70,2	7,02	10572231,6	2114446,312
12:48	66,60	66,10	66,90	68,20	73,30	81,70	75,10	75,50	70,80	72,50	75,50	71,30	60	0,2	72,0	7,20	15697602,7	3139520,542
												Σ	300			Σ	15930504,3	
														Log	7,20			
														NPSeq	72,0			

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
13:00	69,80	68,20	69,00	66,50	66,80	64,60	69,20	69,90	69,50	69,70	72,10	83,70	60	0,2	69,9	6,99	9809947,1	1961989,425
13:12	77,00	90,80	75,70	76,60	70,40	74,10	75,70	74,90	68,80	73,60	79,30	78,20	60	0,2	76,3	7,63	42250644,0	8450128,806
13:24	74,10	70,00	68,60	69,50	71,50	72,60	69,50	68,80	71,70	67,30	78,90	80,50	60	0,2	71,9	7,19	15547718,4	3109543,684
13:36	75,40	80,20	75,10	84,80	79,00	80,10	71,40	77,00	71,00	69,80	65,60	71,40	60	0,2	75,1	7,51	32111949,1	6422389,819
13:48	68,80	66,20	66,20	66,30	67,30	68,00	70,10	69,70	76,40	78,90	79,60	81,40	60	0,2	71,6	7,16	14371430,5	2874286,107
												Σ	300			Σ	22818337,84	
														Log	7,36			
														NPSeq	73,6			

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
14:00	76,30	72,40	77,70	81,50	71,50	67,50	67,90	67,70	67,80	71,00	67,20	73,30	60	0,2	71,8	7,18	15193809,1	3038761,828
14:12	80,60	66,60	68,00	73,30	67,20	77,10	72,40	79,10	80,10	73,10	71,00	72,30	60	0,2	73,4	7,34	21877616,2	4375523,248
14:24	65,00	66,30	63,40	64,90	61,00	62,70	64,30	64,50	66,60	65,70	62,40	62,50	60	0,2	64,1	6,41	2575332,6	515066,5294
14:36	67,50	64,60	65,90	67,00	76,20	71,20	71,70	70,00	76,50	65,80	67,50	81,30	60	0,2	70,4	7,04	11049263,6	2209852,714
14:48	77,00	65,10	63,60	69,80	72,30	68,30	66,50	67,40	66,30	67,00	69,50	67,10	60	0,2	68,3	6,83	6799860,5	1359972,09
												Σ	300			Σ	11499176,41	
														Log	7,06			
														NPSeq	70,6			

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
15:00	65,30	66,80	67,80	71,20	76,30	76,30	74,10	71,50	68,80	67,90	70,70	69,10	60	0,2	70,5	7,05	11177208,0	2235441,602
15:12	81,90	71,90	71,90	66,30	67,70	69,30	71,10	70,50	68,80	64,70	63,50	68,40	60	0,2	69,7	6,97	9261187,3	1852237,456
15:24	68,00	65,10	65,60	76,70	71,60	69,10	68,10	67,60	67,30	69,60	74,90	74,90	60	0,2	69,9	6,99	9716279,5	1943255,903
15:36	77,60	74,60	73,70	69,10	67,90	81,00	81,50	70,60	65,30	64,50	68,00	71,40	60	0,2	72,1	7,21	16218101,0	3243620,195
15:48	78,30	80,60	76,10	69,60	66,60	70,80	69,60	66,50	68,50	74,80	81,40	74,70	60	0,2	73,1	7,31	20535250,3	4107050,053
													Σ	300			Σ	13381605,21
																	Log	7,13
																	NPSeq	71,3

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
16:00	65,10	63,20	64,00	65,60	65,00	66,70	64,80	74,20	88,10	71,60	73,70	73,10	60	0,2	69,6	6,96	9102625,3	1820525,064
16:12	72,50	79,20	83,80	82,40	83,50	80,00	75,20	72,40	74,00	71,30	67,10	62,90	60	0,2	75,4	7,54	34342612,8	6868522,559
16:24	63,20	66,10	66,60	65,40	65,60	78,40	80,60	82,30	78,60	71,80	74,70	80,70	60	0,2	72,8	7,28	19201419,4	3840283,877
16:36	71,40	67,00	65,50	63,20	66,80	70,00	70,90	69,80	69,90	69,10	64,60	64,10	60	0,2	67,7	6,77	5877148,5	1175429,706
16:48	66,60	65,00	64,40	73,10	70,10	78,20	80,60	76,20	73,30	67,50	65,60	67,70	60	0,2	70,7	7,07	11726453,0	2345290,597
													Σ	300			Σ	16050051,8
																	Log	7,21
																	NPSeq	72,1

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
17:00	71,80	79,70	77,60	71,70	70,20	72,20	72,20	76,30	82,30	75,80	76,40	72,10	60	0,2	74,9	7,49	30607885,9	6121577,174
17:12	67,00	64,80	64,50	69,00	75,20	71,50	71,70	71,40	80,50	83,00	87,50	75,10	60	0,2	73,4	7,34	22046179,2	4409235,841
17:24	76,40	74,00	73,90	72,70	71,20	71,90	72,50	87,00	70,30	73,70	68,40	62,20	60	0,2	72,9	7,29	19275249,1	3855049,826
17:36	81,20	83,20	76,40	70,80	75,40	69,40	67,00	59,10	64,40	64,70	67,70	68,10	60	0,2	70,6	7,06	11525682,9	2305136,579
17:48	71,90	74,20	71,30	66,80	69,10	69,70	74,00	66,40	69,50	65,50	70,10	70,70	60	0,2	69,9	6,99	9847666,5	1969533,304
													Σ	300			Σ	18660532,73
																	Log	7,27
																	NPSeq	72,7

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
18:00	68,70	65,20	74,20	64,40	64,00	62,90	72,40	85,60	81,30	81,10	82,40	80,70	60	0,2	73,6	7,36	22777182,4	4555436,484
18:12	64,40	72,20	85,80	93,50	76,60	82,40	73,90	75,20	74,70	75,30	70,00	67,10	60	0,2	75,9	7,59	39129112,7	7825822,543
18:24	66,00	64,10	63,80	63,90	61,70	61,70	70,80	80,30	83,40	88,20	84,00	74,00	60	0,2	71,8	7,18	15222991,3	3044598,266
18:36	70,20	67,70	67,00	68,80	70,80	77,10	67,50	67,30	68,40	80,50	84,90	78,50	60	0,2	72,4	7,24	17344695,0	3468938,995
18:48	72,60	82,70	80,80	73,50	72,30	78,40	81,20	86,90	74,80	71,00	69,10	72,40	60	0,2	76,3	7,63	42739883,4	8547976,686
												Σ	300				Σ	27442772,97
														Log			7,44	
														NPSeq			74,4	

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
19:00	66,50	65,90	71,20	67,30	71,80	86,20	82,40	78,00	73,80	68,50	66,90	66,20	60	0,2	72,1	7,21	16063246,8	3212649,37
19:12	69,20	76,50	67,70	64,60	64,90	68,20	67,40	66,00	65,20	69,20	69,90	67,80	60	0,2	68,1	6,81	6382634,9	1276526,972
19:24	65,50	66,70	73,60	72,10	76,50	75,00	75,70	75,90	75,60	79,70	74,60	84,80	60	0,2	74,6	7,46	29118343,6	5823668,723
19:36	74,20	72,20	68,20	68,90	69,80	69,40	68,30	66,20	85,30	77,80	75,90	70,10	60	0,2	72,2	7,22	16564055,1	3312811,021
19:48	69,80	80,40	78,20	76,20	76,20	84,30	74,70	79,50	81,30	74,70	76,00	71,30	60	0,2	76,9	7,69	48790282,6	9758056,514
												Σ	300				Σ	23383712,6
														Log			7,37	
														NPSeq			73,7	

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
20:00	65,60	71,00	72,30	77,00	76,50	62,30	68,50	69,80	64,50	59,80	68,00	72,00	60	0,2	68,9	6,89	7837303,5	1567460,705
20:12	71,20	73,20	81,00	85,30	67,20	68,60	75,00	73,00	77,00	76,50	64,50	84,20	60	0,2	74,7	7,47	29682467,4	5936493,487
20:24	61,20	69,50	59,00	64,30	65,00	54,00	59,80	72,30	69,80	65,90	71,30	77,00	60	0,2	65,8	6,58	3765592,6	753118,5226
20:36	71,30	72,50	68,00	69,50	73,50	71,20	65,30	64,50	69,00	73,50	64,20	51,20	60	0,2	67,8	6,78	6037169,0	1207433,8
20:48	51,20	64,50	59,60	68,80	53,50	69,50	62,40	62,10	62,10	64,30	64,50	59,60	60	0,2	61,8	6,18	1528152,4	305630,4792
												Σ	300				Σ	9770136,994
														Log			6,99	
														NPSeq			69,9	

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
21:00	77,30	69,00	64,00	63,40	62,20	59,80	58,80	59,10	58,30	58,20	61,80	64,10	60	0,2	63,0	6,30	1995262,3	399052,463
21:12	65,30	74,90	69,80	71,50	66,50	61,90	74,20	63,20	58,30	45,10	48,00	53,60	60	0,2	62,7	6,27	1858517,6	371703,5101
21:24	62,10	61,30	68,50	69,90	70,00	90,30	79,10	72,30	66,60	70,20	66,60	63,20	60	0,2	70,0	7,00	10019206,6	2003841,326
21:36	62,70	61,30	58,60	56,90	56,00	57,80	62,30	61,80	64,10	75,30	71,60	69,10	60	0,2	63,1	6,31	2053525,0	410705,0053
21:48	62,40	68,90	62,60	60,40	60,30	56,90	57,00	72,10	68,10	64,80	75,50	66,10	60	0,2	64,6	6,46	2878502,9	575700,5738
												Σ	300			Σ	3761002,878	
														Log	6,58			
														NPSeq	65,8			

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
22:00	63,80	73,90	63,30	61,80	61,00	60,10	61,20	68,00	62,70	60,20	55,70	53,40	60	0,2	62,1	6,21	1618701,1	323740,2236
22:12	55,10	60,30	60,20	60,00	60,00	60,00	60,70	60,70	60,70	67,50	70,50	67,40	60	0,2	61,9	6,19	1557758,0	311551,607
22:24	69,50	65,30	77,70	65,90	61,40	62,70	61,30	59,40	59,40	59,30	59,10	58,80	60	0,2	63,3	6,33	2146182,6	429236,5172
22:36	66,50	72,70	63,70	55,30	53,60	51,40	59,30	54,40	51,20	52,40	51,60	54,20	60	0,2	57,2	5,72	523801,4	104760,2828
22:48	56,90	59,50	59,60	68,20	68,90	65,70	67,60	56,90	56,70	58,90	53,40	53,10	60	0,2	60,5	6,05	1109174,8	221834,9631
												Σ	300			Σ	1391123,594	
														Log	6,14			
														NPSeq	61,4			

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pi (s)	Pi Fracción	PROM (NPSi)	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
23:00	76,50	70,00	65,30	66,30	61,20	59,60	58,60	60,00	64,50	59,60	58,60	55,00	60	0,2	62,9	6,29	1964867,8	392973,558
23:12	51,30	59,60	54,30	55,60	56,00	61,20	71,20	54,30	59,60	58,00	57,60	56,30	60	0,2	57,9	5,79	618965,8	123793,1638
23:24	51,20	50,00	53,60	56,40	59,60	60,30	71,00	75,30	72,30	76,50	60,30	54,80	60	0,2	61,8	6,18	1504873,5	300974,7038
23:36	60,30	54,60	51,20	60,50	69,80	75,00	64,50	74,30	51,20	68,60	56,30	54,60	60	0,2	61,7	6,17	1493367,4	298673,4801
23:48	55,60	56,00	59,00	51,00	52,00	51,20	54,30	56,60	58,60	54,60	56,90	65,30	60	0,2	55,9	5,59	391291,1	78258,22543
												Σ	300			Σ	1194673,131	
														Log	6,08			
														NPSeq	60,8			

ANEXO 8: ANEXO FOTOGRÁFICO.

Estación 1, Confiteca:



Estación de la Ecovía "El Capulí", vista desde Keramicos.



Puerta de Confiteca y vista de la Avenida Pedro Vicente Maldonado carril N-S, 10h00 sin vehículos.



Avenida Pedro Vicente Maldonado carril S-N vista desde el parterre.



Avenida Pedro Vicente Maldonado vista de los dos carriles desde el parterre del semáforo.

Estación 2, Salesiana:



Vista del carril E-O de la Avenida Morán Valverde.



Vista de la calle Rumichaca via Universidad Salesiana Sur.



Vista de la Avenida Morán Valverde, desde el parterre en el que se realizó las mediciones.



Vista de la intersección de la Avenida Morán Valverde y la calle Rumichaca.

Estación 3, Mena 2:



Vista de la Avenida Mariscal Sucre desde la Gasolinera Terpel.



Vista de la estación del Corredor Sur Occidental "Mena 2".



Vista de ambos carriles de la Avenida Mariscal Sucre.



Gasolinera Terpel.

Estación 4, Fuerte Militar:



Vista del carril S-N de la Avenida Mariscal Sucre, en la entrada del Centro Comercial Atahualpa.



Vista del carril N-S de la Avenida Mariscal Sucre, desde el parterre donde se tomaron las muestras.



Vista desde el parterre, los dos carriles de la Avenida Mariscal Sucre y el tráfico que genera el C.C. Atahualpa.



Vista desde el parterre, los dos carriles de la Avenida Mariscal Sucre.

Estación 5, Plaza Grande



Vista de la calle Venezuela.



Vista del semáforo ubicado en la calle Venezuela.



Vista del semáforo ubicado en la calle Venezuela.



Trafico común de la calle Venezuela.

Estación 6, Parque del Arbolito:



Vista de la calle Tárqui y la circulación de la Ecovía.



Vista de la Avenida 12 de Octubre.



Vista de la Avenida 12 de Octubre.



Vista del Parque del Arbolito.