

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Realizado por:

Paul Alejandro Haro Mendoza

Director del proyecto:

Jesús López Villada

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Quito, 18 de Agosto de 2021

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo Paul Alejandro Haro Mendoza, con cédula de identidad # 1716811433, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las 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.



FIRMA

1716811433

CEDULA

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

”

Realizado por:

Paul Alejandro Haro Mendoza

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

Jesús López Villada

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Katty Coral

Alberto Aguirre

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

Katty Coral

FIRMA



Alberto Aguirre

FIRMA

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño para mi familia y de manera especial a mi madre quienes han puesto toda su confianza para lograr un objetivo más en mi vida.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios, a mi familia y a mi madre que me guiaron por el camino correcto para poder culminar una etapa tan bonita de mi vida.

A mis compañeros que entre tantas anécdotas me llevo lo mejor de cada uno.

Y a mi tribunal (Jesus Lopez, Katty Coral y Alberto Aguirre) gracias por guiarme y hacer posible desarrollo de este trabajo de investigación.

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

19/08/2021 23:25:33

Para someter a:

To be submitted:

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL. PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Paul Alejandro Haro Mendoza

Universidad Internacional SEK, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito,
Ecuador.FECHA Y HORA

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA..... Universidad Internacional SEK,
Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador. Teléfono: +593-; email:
juancarlos.navarro@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Quito, ruido urbano

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Resumen

Se propone comprobar el método estadístico de ruido ambiental lineal y multivariante de Coral y Et al. para su validación al 2021. Consiste en realizar una regresión de tres variables independientes (velocidad, flujo vehicular liviano y flujo vehicular pesado) y una variable dependiente (nivel de ruido). Para la medida del ruido en el sector de la Panamericana Norte, se utilizó como instrumento de medición el sonómetro integrador marca Extech Instruments, modelo 407780, previamente calibrado, durante los siete días de la semana de 6 a.m. a 10 p.m. La medición de las variables permitió determinar la relación existente entre las variables independientes: flujo de automóviles livianos, pesados, y velocidad, con el nivel de presión sonora experimental en el sector monitoreado. Con lo que se validó el modelo para la zona norte siendo el modelo multivariante el que más se ajusta ya que tiene un error de 1.1%, pero sin embargo el modelo lineal no se aleja ya que se obtuvo un error de 1.2% y tiene una menor carga de trabajo ya que solo se trabaja con los niveles de presión experimental.

Palabras clave: multivariante, ruido, sonómetro, flujo vehicular, regresión.

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Abstract.

It is proposed to test the statistical method of environmental noise using the linear and multivariate method of Coral and Et al. for validation in 2021, which consists of a regression of three independent variables (speed, light vehicle flow and heavy vehicle flow) and a dependent variable (noise level). For the measurement of noise in the North Pan-American sector, the integrating sound meter brand Extech Instruments will be used as an instrument, Model 407780 that was used during the seven days of the week from 6 a.m. to 10 p.m. The measurement of the variables will allow us to determine what relationship exists between the independent variables with the experimental sound pressure level. Thus, the model was validated for the northern zone, with the multivariate model being the one that best fits since it has an error of 1.1%, but the linear model is not far away since it obtained an error of 1.2% and has a lower workload since it only works with the experimental pressure levels.

Key words: multivariate, noise, sound level meter, vehicular flow, regression.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Introducción.

En el mundo actual, cada vez es más común encontrar enfermedades que no precisamente vienen de un origen físico, la tecnología ha avanzado al igual que los estudios realizados a la psiquis humana a tal punto que, ahora, ya se puede hablar de enfermedades causadas por una mala condición mental,(Ramírez González et al., 2011) una fuente puede ser el ruido ambiental, que aunque no ataca directamente el organismo, estudios demuestran que una larga exposición a un sonido no agradable puede ocasionar problemas en la salud humana(Vicente & García, 2010).

La necesidad de su análisis, viene dada ya que se ha demostrado que es una fuente de contaminación ambiental(Narváez Narváez José Nepalí, 2015). El mundo antes de entrar a la era de la industrialización y comercio no estaba expuesto a sonidos muy intensos, los hábitats eran más tranquilos y pacíficos, los animales se desarrollaban con naturalidad (Posada & Pilar, 2009). En los humanos también genera graves problemas, como se verá más adelante, la salud puede verse afectada ya que al estar sometida una persona a un tiempo prolongado de ruido, puede causarle estrés leve y posteriormente llegar a agudo causando problemas en la audición a nivel fisiológico(Hernández Peña et al., 2019).

El ruido propiamente se define como un sonido no deseado, por las perturbaciones que pueden llegar a ser de tipo molesto(Moreno & Martínez, 2005). El análisis de este es importante ya que se ha demostrado que es una forma de contaminación atmosférica, los seres vivos pueden llegar a ser muy sensibles ante este tipo de perturbaciones en el ambiente, según la organización mundial de la salud (OMS), es uno de los factores que alterar la salud humana. ((OMS), 2015)

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

El ruido urbano se define como el sonido que se produce por actividades propias de una ciudad como: la industria, transporte y comercio, es decir su fuente es antropológica y también su característica es que es “no deseado”(German Miriam & Santillán Arturo, 2006).

Los automóviles son considerados una fuente móvil de contaminación atmosférica al liberar emisiones de gases y además generar ruido(GRUPO GESTA AIRE, 2012). La principal causa de ruido es el ocasionado por el tráfico, es fácil imaginarse debido a la cantidad excedida de vehículos, ferrocarriles, camiones, y además de tipo Aero como lo son helicópteros o aviones por nombrar algunos.(Ramírez González et al., 2011). Al realizar este análisis se puede evitar un problema de salud pública (OSMAN, 2009). El ruido puede representar un problema de salud, según la OMS, ya que la salud se define como un estado, con ausencia de enfermedad en el que existe bienestar tanto: mental, físico y social. ((OMS), 2015)

Al estar el tránsito en el puesto número uno de las fuentes causantes de ruido, es necesario atenuarlo para quienes transitan en las vías(Secretaría de Ambiente, 2004). La Secretaría de Ambiente de Quito es uno de los entes encargados de la regulación de ruido Ambiental.

La presión sonora se da por la aparición de una alteración sonora que genera un incremento en la presión atmosférica según (QUITO, 2004). El estado debe velar por que los individuos puedan vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado y sin contaminación ambiental, en este caso producida por el ruido. La ordenanza Metropolitana N°0.123 considera que es totalmente necesaria la prevención, la evaluación y el control y monitoreo

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

sobre la emisión de ruido por las consecuencias que pueden afectar a la salud pública.
(QUITO, 2004)

Existen varias metodologías para análisis de ruido, la más común entre todas es el mapeo y recopilación de datos usando un sonómetro (Hernández & Torres, 2004), luego los datos son analizados para demostrar si algún lugar está sufriendo de contaminación acústica, tomando acciones de corrección para mitigar el impacto causado y ayudando la comunidad a vivir en un entorno saludable (Mecánica et al., 2015).

El ruido se mide en decibeles, cuando el logaritmo de base diez se repite diez veces. El ser humano está apto para soportar hasta 55 decibeles, dependiendo de su tiempo de exposición, ya en 60 decibeles o mayores, puede provocar molestias de tipo físico (Rocha, 2012)

El ruido de los vehículos pesados es mucho mayor a los vehículos ligeros, y al ser la Panamericana norte una vía de gran flujo y congestión vehicular en la ciudad de Quito, por lo general el ruido es generado por el motor y la fricción entre el vehículo, suelo y aire; donde el ruido en contacto con el suelo puede exceder al del motor a velocidades superiores a 60 km/h (Hernández Peña et al., 2019).

En el DMQ sólo existen normas aplicables a la emisión de ruido por fuente fijas, mas no a la exposición al ruido ambiental. (MAE, 2012). Esta falta de legislación, agregada al uso de tecnologías antiguas en vehículos, maquinarias y equipos, al escaso mantenimiento vial y de maquinaria, a la falta de previsión en los sistemas de movilización y al desconocimiento

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

de los efectos adversos del ruido, causa una inoperatividad en cuanto a labores de control y mitigación de ruido(Rubianes, 2009).

En este estudio, se evaluó si el modelo estadístico de Ruido ambiental para la Ciudad y para el sector norte de Coral et al, es válido para el sector al año 2021, ya que este se desarrolló en 2016, se validó para toda la ciudad en 2019, y se vio conveniente actualizar la validación luego de dos años, solo que en esta investigación se lo hizo en un punto de alto tráfico del Norte de la ciudad, la Panamericana Norte. Se va a utilizar el modelo estadístico predictivo de ruido urbano por regresión lineal, seguido de la aplicación del modelo de análisis multivariante (Coral Carrillo, 2019). Estos análisis nos van a permitir determinar si existe la existencia o no de una relación entre las variables que se están estudiando tanto con la fórmula lineal como con el análisis multivariante. Este último presenta más complejidad pues a diferencia del lineal, utiliza más de una variable, teniendo como ventaja predecir el comportamiento de los datos, con una mejor visión a la hora de la toma de decisiones (Coral Carrillo, 2019).

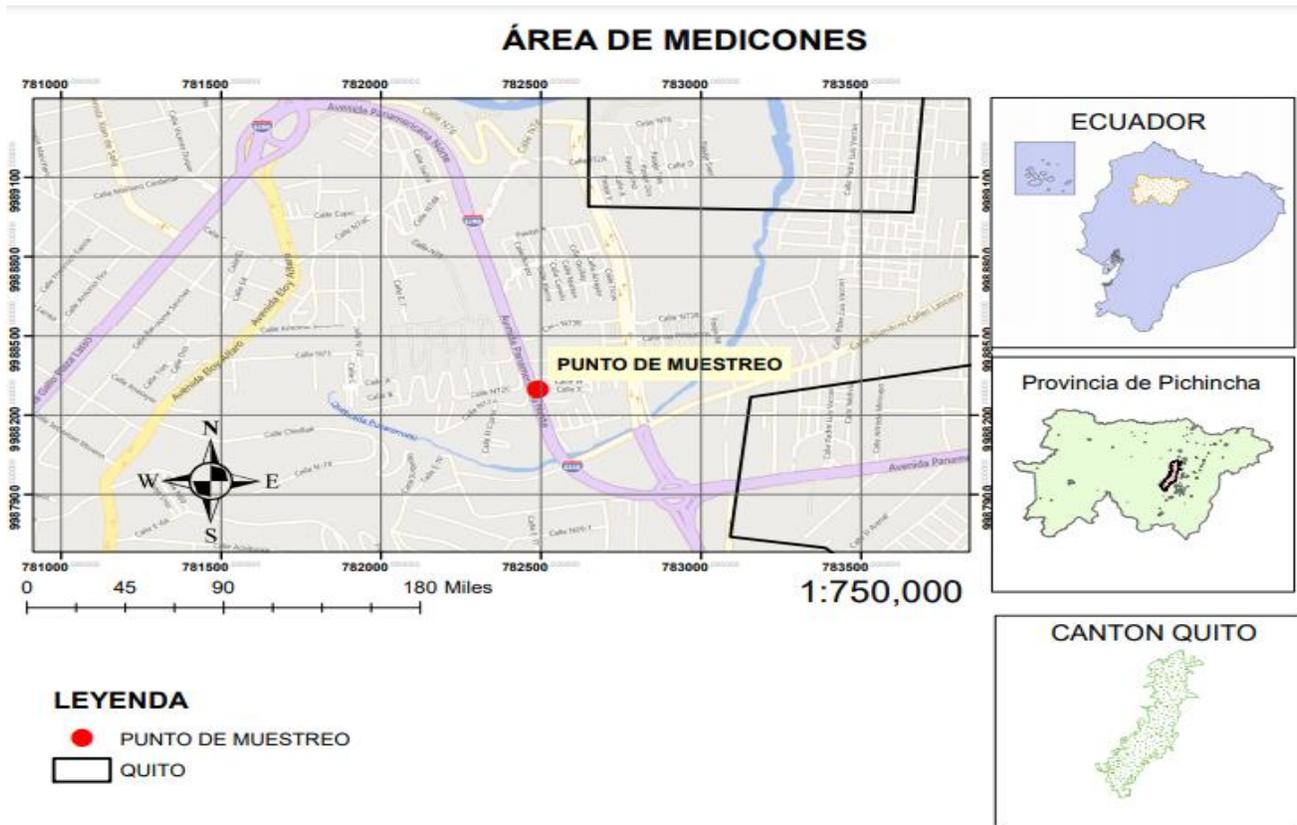
Por ello el objetivo principal de este estudio es aplicar el método estadístico predictivo de ruido ambiental generados por el flujo vehicular a partir del análisis multivariante y lineal para el sector norte de Quito de Coral y Et al. para su validación en 2021, mientras los objetivos específicos fueron (1) Determinar los niveles de ruido provocado por el tráfico vehicular en base al número de vehículos y a la velocidad que circulan utilizando el modelo norte lineal y multivariante para la ciudad de quito de Coral y Et al. (2021) y (2) Determinar la incidencia del flujo vehicular en la generación del ruido en el sector de la Panamericana norte.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Se eligió un punto de la avenida Panamericana Norte, ubicada en el norte de la ciudad de Quito dentro de la Provincia de Pichincha en el país de Ecuador con coordenadas



geográficas $0^{\circ}06'20.8''S$ $78^{\circ}27'43.8''W$

Muestreo

El lugar de muestreo fue en la Avenida Panamericana Norte, se realizó durante una semana desde la fecha 21 de junio del 2021 hasta el 27 de junio del mismo año, exactamente siete días de muestreo, para ello se utilizó los siguientes materiales:

1. SONOMETRO INTEGRADOR MODELO 407780

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

2. Calibrador de ruido SPER SCIENTIFIC MODELO 840031
3. Cámara de video. (celular)
4. Contador manual
5. Trípode
6. Cuaderno de apuntes

Técnica seleccionada para obtener los datos

Durante una hora de muestreo se obtuvieron 6 datos integrados cada 10 minutos, para luego realizar un promedio logarítmico para obtener 1 solo dato para cada hora, es decir cada día dispone de 4 datos en distintos horarios, los cuales se detallará a continuación.

Horarios

Los horarios determinados para el muestreo fueron distribuidos de la siguiente manera, para cada día hubo 4 diferentes horas de muestreo.

Tabla 1. Horarios y días de muestreo, empezando en la semana del 21 de junio hasta el 27 de junio del 2021.

D I A S	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
H	9 – 10am	6 – 7am	7 – 8 am	8 – 9am	9 – 10am	8 – 9am	7 – 8am
O	13 -14 pm	10 – 11am	11 – 12am	12 – 13pm	13 – 14pm	12 – 13pm	11 – 12am

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

R	17 – 18pm	14 – 15pm	15 – 16pm	16 – 17pm	17 – 16pm	16 – 17pm	15 – 16pm
A							
S	21 – 22pm	18 – 19pm	19 – 20pm	20 – 21pm	21 – 22pm	20 – 21pm	19 – 20pm

Método utilizado para el muestreo con sonómetro integrador

1. Se seleccionó previamente el lugar de muestreo
2. Ubicarse en el punto cero
3. Instalar el trípode sobre el suelo y desplegarlo hasta una altura recomendada de 1.5m
4. Sacar y ubicar el sonómetro con un ángulo de 45° con el eje horizontal
5. Encender el Sonómetro previamente calibrado
6. En el sonómetro ir a las funciones y buscar la herramienta “slow” es decir en modo lento.
7. Elegir la frecuencia tipo “A” que servirá para medir el ruido en dB(A).
8. Elegir el modo “Leq” (presión sonora equivalente).
9. Calibrar y configurar el tiempo de medición en 1 minuto.
10. Dar inicio a la medición
11. Esperar a que el sonómetro termine la medición de 1 minuto y se detenga automáticamente.
12. Verificar el valor obtenido y anotarlo (Oña, 2016)

Obtención de la velocidad

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Partiendo de la ecuación (5) se tomó la distancia desde un punto A hasta un punto B la cual tiene 38 metros de longitud y con la ayuda de un cronometro se tomó el tiempo que los vehículos, sean pesados o ligeros, tardan en pasar de un punto A al B; para obtener la velocidad expresada en km/h.

Para el modelo predictivo de ruido ambiental del DMQ en estudio, es necesario obtener la velocidad promedio de los vehículos, la cual se sacará de una muestra de 20 automóviles en la hora de muestreo de ruido dando como resultado 4 velocidades en 1 día de muestreo.

$$V = \frac{D}{t} \quad (5) \quad \text{donde:}$$

V = Velocidad

D = Distancia

t = Tiempo

Número de vehículos

Con la ayuda de una video cámara del celular se procedió a grabar durante la hora de muestreo de ruido el tráfico en el sector, para poder contar y clasificar el número de vehículos que pasen por el sector.

VARIABLES ANALIZADAS

En este estudio se analizó tres variables independientes las cuales fueron velocidad, flujo vehicular liviano y flujo vehicular pesado y la variable dependiente nivel de ruido.

Procesamiento de datos

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Para los datos experimentales se registraron en el cuaderno de campo, para posteriormente ser tabulados en el programa Microsoft Excel 2016, donde se utilizaron las herramientas estadísticas que proporciona el programa, para un mejor manejo de información.

Tabulación de datos experimentales

Los datos obtenidos en campo se tabularán en tablas previamente diseñadas en Microsoft Excel 2016.

Tabla 2. Tabulación de datos experimentales y calculados con la ecuación lineal y multivariante

Día	N° de vehículos		Velocidad Promedio (km/h)	Leq experimental dB(A)	Ecuación lineal dB(A)	Ecuación Multivariante dB(A)
Hora	Livianos	Pesados				

En la tabla 2, para la semana de muestreo se colocaron el número total de vehículos tanto ligeros como pesados por hora, los NPS promedio experimental y la velocidad promedio por hora. Y con los datos previamente obtenidos se calculó el NPS para la ecuación lineal y multivariante expresado en dB(A), tanto para las ecuaciones de zona norte Y DMQ.

Ecuaciones utilizadas

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Para el modelo predictivo lineal y multivariante en la panamericana norte se utilizará las ecuaciones planteadas por Coral y Et al. de la zona norte, donde se utilizó la Ecuación 1, para la linealización y la Ecuación 2 para el análisis multivariante:

$$Leqhora = 2.63 + 20.12 \log Qt \quad (1)$$

$$Leqhora = 24.12 + 7.13 \log Ql + 6.77 \log Qp + 0.18 Vprom \quad (2)$$

También se utilizó las ecuaciones del diseño para el modelo estadístico integral del DMQ planteadas por Coral y Et al, donde la Ecuación 3, para la linealización y la Ecuación 4 para el análisis multivariante:

$$Leqhora = 23,92 + 24.33 \log Qt \quad (3)$$

$$Leqhora = 9.99 + 13.08 \log Ql + 3.47 \log Qp + 0.26 Vprom \quad (4)$$

Donde:

Leqhora = Nivel de presión sonora por hora

Qt = Flujo vehicular total por hora

Ql = Flujo vehicular liviano por hora

Qp = Flujo vehicular pesado por hora

Vprom = Velocidad promedio (km/h)

Y para su validación se utilizó variables estadísticas como:

Coefficiente de correlación (R^2)

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Es el parámetro que nos permitió evaluar la intensidad de relación lineal entre el nivel de presión sonora experimental con la calculada, tanto de la ecuación lineal y multivariante, es decir mide la dispersión de los puntos en torno a la línea de tendencia, cuyos valores oscilan entre -1 cuando es una correlación lineal inversa y +1 si la correlación es lineal directa, pero si esta es 0 esto significa que no existe correlación lineal.

Dispersión

Es grado en que una distribución de datos se aleja, o se acerca, en valor absoluto a la media aritmética.

$$\text{dispersión} = |NPS_{\text{experimental}} - NPS_{\text{calculada}}|$$

Desviación Estándar de la dispersión

Este nos permitió determinar cuan alejados están los datos con respecto a la media tanto de la Ecuación lineal y multivariante. La fórmula utilizada fue (DESVEST) en Excel.

Error porcentual

Nos permitió determinar de forma clara el margen de error entre las diferencias existentes entre el valor estimado y el valor real, que en este caso es el NPS experimental con las calculadas tanto de la ecuación lineal y multivariante. Y al ser valores tanto positivos como negativos se utiliza valor absoluto.

$$\text{error}\% = \frac{|NPS_{\text{exp}} - NPS_{\text{scal}}|}{NPS_{\text{exp}}} * 100\%$$

Resultados

Gráfico 1. Comparación de ruido experimental (L_{eq}) vs el flujo vehicular total (Q_t)

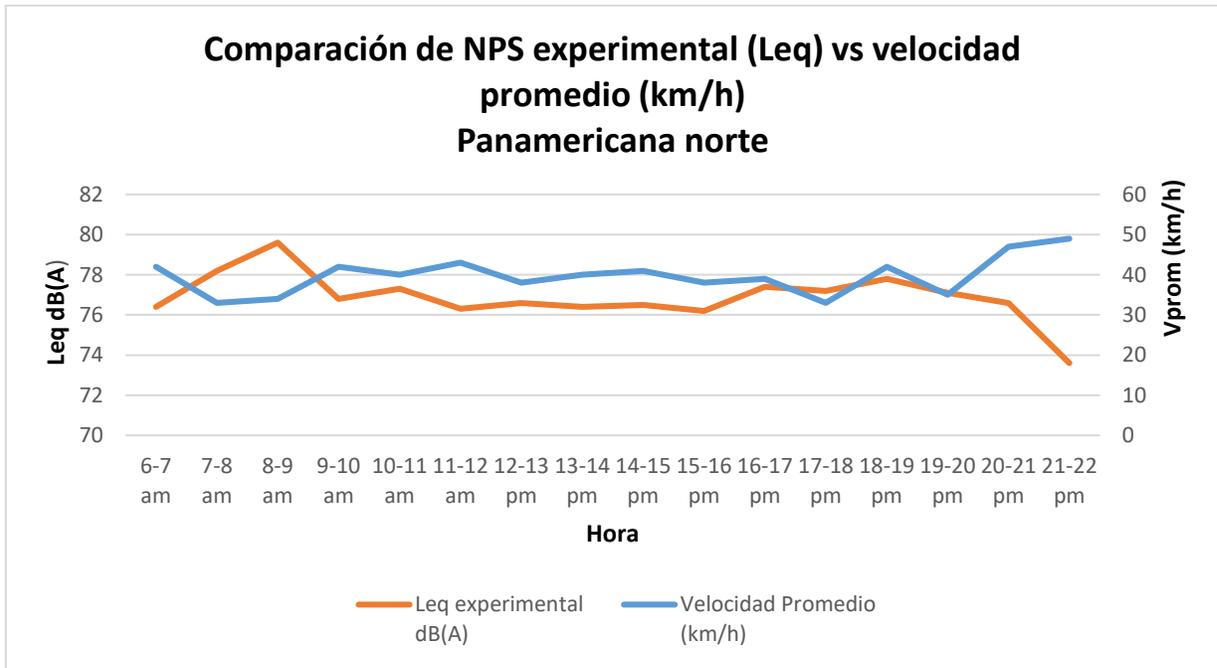
Comparación del flujo vehicular total (Q_t) vs NPS experimental (L_{eq}) Panamericana norte

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

En el gráfico 1, se observa que hay una alta correlación entre el flujo vehicular y el NPS experimental, donde los picos NPS experimental concuerdan con el alto flujo vehicular durante las horas pico que son en la mañana de 7 a 9 a.m. y por la tarde de 4 a 8 p.m. Y se evidencia que partir de las 8 p.m. el flujo vehicular y el NPS experimental alcanza valores mínimos durante la noche.

Gráfico 2. Comparación de ruido experimental (L_{eq}) vs velocidad promedio (km/h)

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

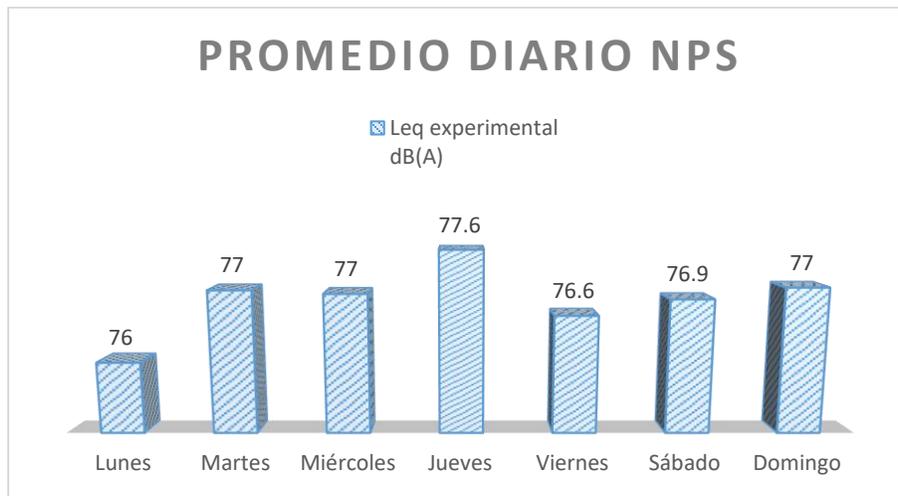


En el gráfico 2, se observa que el NPS experimental durante el día de 8 a 9 a.m. alcanza un pico de 79,6 dB(A) debido al aumento de flujo vehicular y disminución de la velocidad promedio y por las tardes se mantiene constante, y que durante las noches disminuye considerablemente debido al poco flujo vehicular.

También se observa que la velocidad promedio durante el día disminuye y por las tardes se mantiene constante, y que a partir de 8 p.m. aumenta debido a la disminución de flujo vehicular alcanzando una velocidad promedio de 50 km/h.

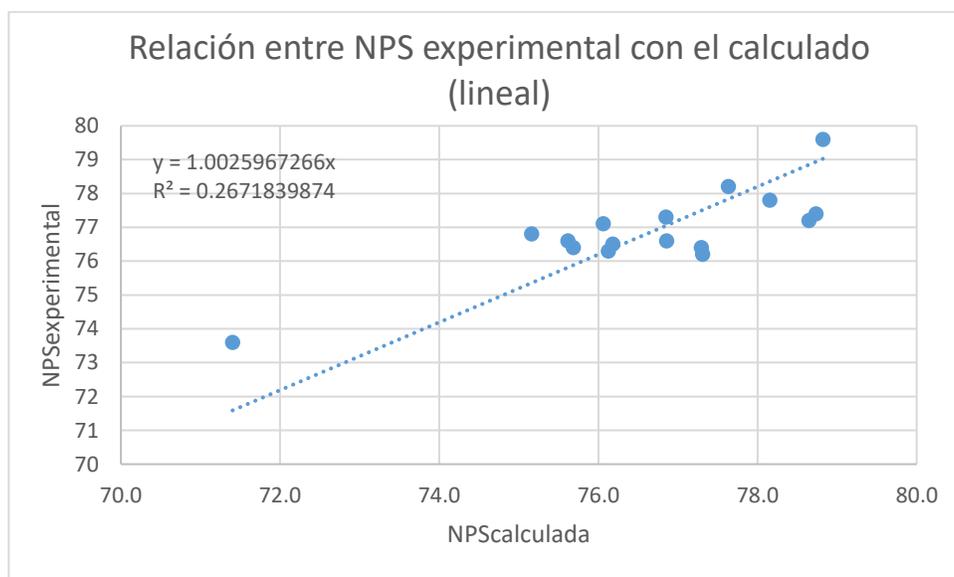
Gráfico 3. Promedio diario de NPS

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.



En la gráfica 3, se observa que el promedio diario de NPS durante la semana se mantiene constante alcanzando su mínimo de 76 dB(A) los lunes, y picos de 77,6 dB(A) los días jueves. Y al ser una vía de bastante flujo vehicular los fines de semana no disminuye y se mantiene constante con 77 dB(A) en NPS experimental.

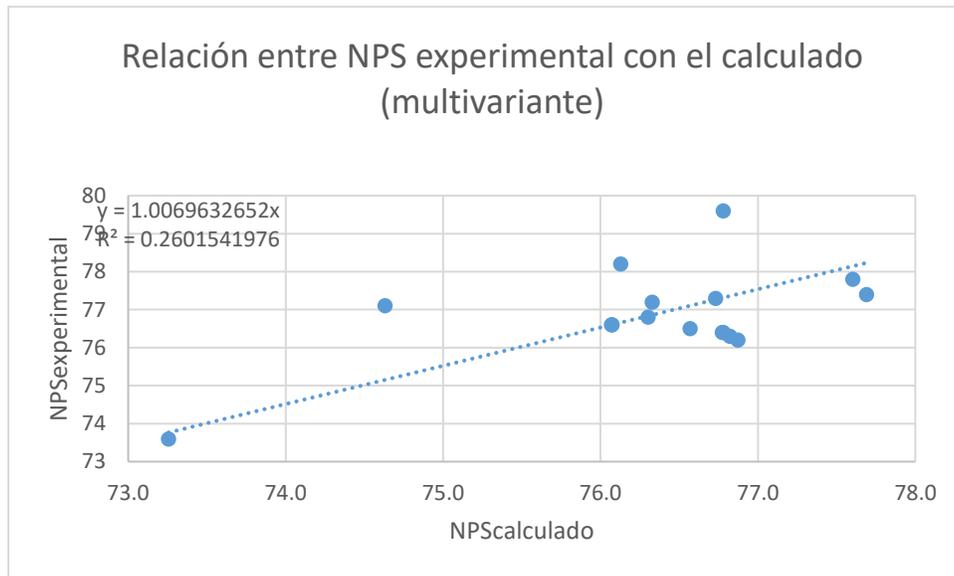
Gráfico 4. Relación entre NPS experimental con el calculado (Ec.lineal)



ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

En la gráfica 4, se observa el alto coeficiente de correlación entre el NPS calculada de la ecuación lineal con el NPS experimental con un valor muy cercano a 1 y con esto se valida el modelo lineal para el sector de la panamericana norte.

Gráfico 5. Relación entre NPS experimental con el calculado (Ec.multivariante)



En la gráfica 5, se observa el alto coeficiente de correlación entre el NPS calculada de la ecuación multivariante con el NPS experimental con un valor muy cercano a 1 y con esto se valida el modelo multivariante para el sector de la panamericana norte.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Gráfico 6. Comparación ruido experimental vs ruido de la ecuación lineal para la

Panamericana Norte

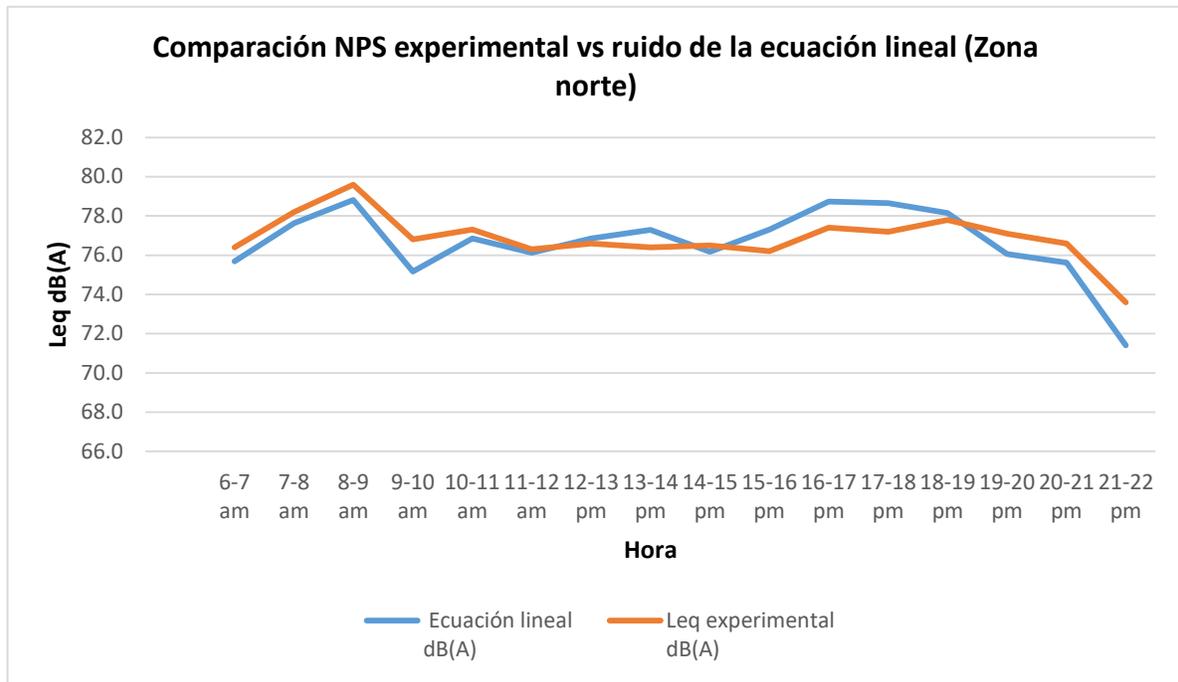


Tabla 3. Datos calculados de la ecuación lineal

Ecuación lineal	
Coefficiente de correlación	0,99
Desviación estándar de la dispersión	0,6
Error	1,2
Dispersión	0,9

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

En la gráfica 6, se observa que los datos NPS experimental se ajustan con los datos calculados de la ecuación lineal por lo que tiene un alto coeficiente de correlación que es de 0,8, también los picos coinciden con las horas de mayor flujo vehicular dentro del sector. Y durante la tarde se observa que permanece constante tanto el NPS experimental con la calculada y una velocidad promedio que alcanza los 33 km/h.

Gráfico 7. Comparación ruido experimental vs ruido de la ecuación multivariante para la Panamericana norte

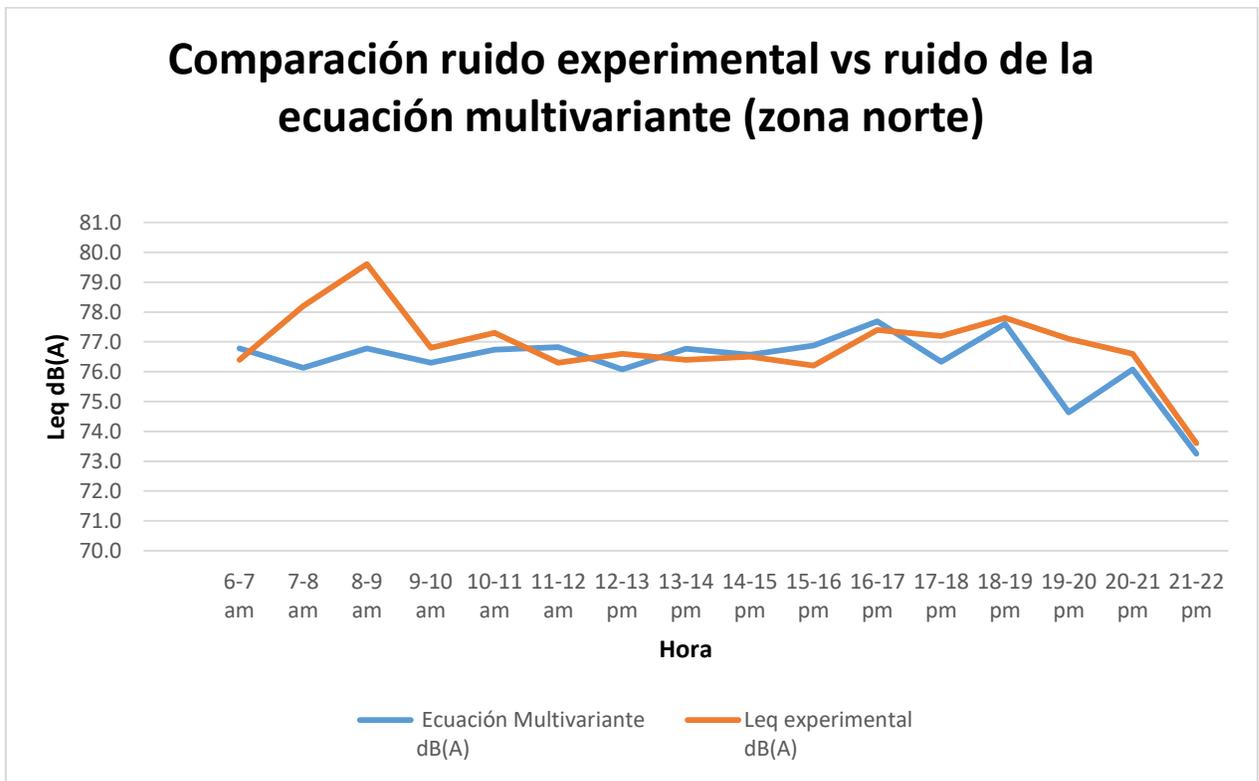


Tabla 4. Datos calculados de NPS de la ecuación multivariante.

Ecuación multivariante

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Coefficiente de correlación	0,99
Desviación estándar de la dispersión	0,8
Error	1,1
Dispersión	0,8

En la gráfica 7, se observa que en las horas picos los datos de NPS experimental no se ajustan con los datos calculados de NPS de la ecuación multivariante, pero durante las 9 a.m. a 17 p.m. si se ajustan y es por eso que hay un bajo coeficiente de correlación que es de 0,6. Pero sin embargo los NPS calculados con la ecuación multivariante si se ajusta para el resto del día con los NPS experimental.

Gráfico 8. Comparación de los NPS experimental con Ec. integral del DMQ lineal y multivariante

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

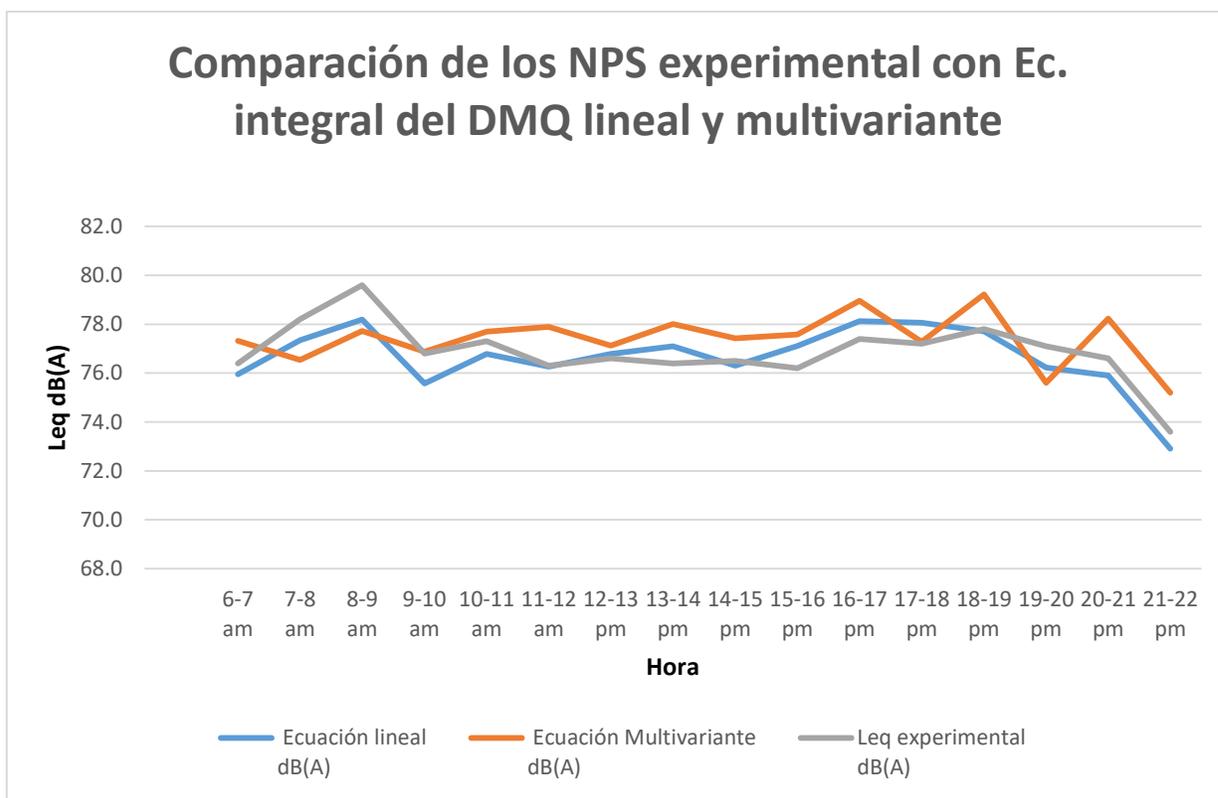


Tabla 5. Datos obtenidos de la correlación entre ecuación lineal y ecuación multivariante

	Ecuación lineal	Ecuación multivariante
Desviación estándar de la dispersión	0,4	0.6
Error	0.8	1.5
Dispersión	0,7	1.2
Máximo dB(A)	78,2	79,2
Mínimo dB(A)	72,9	75,2

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

En la gráfica 8, se observa que hay un alto coeficiente de correlación entre el NPS experimental con los NPS calculados utilizando la ecuación integral del DMQ, tanto de la ecuación lineal como la ecuación multivariante.

También se observa que entre ambas ecuaciones los NPS máximo están entre 78.2 dB(A) a 79.2 dB(A) en horas de mayor flujo vehicular y mínimos que son en horas de la noche que están entre 72.9 dB(A) a 75.2 dB(A); donde el flujo vehicular disminuye.

Discusión

Después del estudio realizado se evidencia que existe un coeficiente de correlación alto con un 0.99 tanto en la ecuación lineal y multivariante, con lo cual nos permite validar el modelo predictivo de ruido ambiental para la zona norte, y basándose en estudios preliminares de acuerdo con la autora Katty Coral se obtuvo un 0.99 en el mismo análisis (Coral Carrillo, 2020).

Para comparar el estado actual del flujo vehicular total (Q_t) con los obtenidos por Tania en el periodo de 2013 -2014 podemos observar que en el presente año en el horario de la mañana empieza con aproximadamente 4000 vehículos, como veremos en el gráfico (1), por otro lado, según (OÑA, 2016) para el mismo horario empieza con más o menos 3000 vehículos lo que nos demuestra que con el pasar del tiempo el flujo vehicular ha ido en aumento.

En el mismo análisis cabe recalcar que el pico más alto se da entre las 8 y 9 a.m. sobrepasando los 6000 vehículos y el segundo pico se da entre las 17 y 18 horas según el

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

gráfico (1) mientras tanto según (OÑA, 2016) en los mismos horarios el flujo vehicular primero es de casi 4000 vehículos y el segundo en el horario de la tarde se mantiene en 4000 vehículos.

Ahora el nivel del ruido durante los picos más altos según (OÑA, 2016) está en la mañana en un 75.9 dB (A) y se mantiene igual en el horario de la tarde, y en el estudio realizado recientemente podemos verificar en el gráfico (1) que el nivel de ruido para el primer horario llega casi a los 80 dB (A) y en el horario de la tarde decrece a un 77 dB (A) fácilmente se puede explicar este fenómeno asociando la salida de los ciudadanos a su lugar de trabajo o estudio durante la mañana y la llegada a sus hogares durante la tarde, que son los dos picos más altos de flujo vehicular y obviamente de ruido generado.

La velocidad es una de las variables de estudio debido que se ha demostrado que influye en el nivel ruido que se puede generar como vemos en el gráfico (2) la velocidad durante el día tiene ciertos picos, pero durante la noche debido a la disminución de la congestión vehicular y poco flujo de autos este alcanza la velocidad promedio de 50 km/h, según (OÑA, 2016) la velocidad promedio durante el día es de 50 km/h, por lo que vemos que con el pasar del tiempo se mantiene constante.

Como se ve en el gráfico (3) ahora en la actualidad el promedio diario NPS puede tener relevancia ya que años atrás en 2015 según (OÑA, 2016) describió en su estudio que el ruido tenía un mínimo de hasta 73.9 dB(A) y un máximo de 78.7 dB(A) comparado con el presente era menor, actualmente llega a un mínimo de 76 dB(A) y un máximo de hasta 77.6 dB(A), con lo que se verifica que con los años la movilidad ha aumentado. Durante la semana de muestreo no se vio ningún tipo de anomalía ya que los datos suben y bajan sin ningún

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

orden específico o día en particular, lo que nos demuestra que los días son indiferentes al ruido que se genere.

Sabemos ahora según el estudio generado que tanto la ecuación lineal como la multivariante tiene una correlación directa con la Leq experimental obteniendo un 0.99 en ambas, lo cual se considera que es válido para la zona, sin embargo si existe puntos que se sobreponen como se muestra en el gráfico (7) y es donde se logra ajustar, para la autora Tania Oña la ecuación multivariante tiene un mejor ajuste por tener más datos lo cual produce que el resultado sea más exacto y específico (OÑA, 2016). En la misma gráfica podemos notar que llega a los 80dB(A) entre las horas de 9:00 a 10:00am si analizamos el Leq experimental desde otra perspectiva con la ecuación multivariante llega solamente 76 dB(A) en las mismas horas.

Los datos obtenidos entre la ecuación lineal y la ecuación multivariante son casi semejantes en la desviación estándar de la dispersión tienen 0.4 y 0.6 respectivamente sin embargo el error es mayor para la ecuación multivariante e incluso no se asemeja con la obtenida por Tania (OÑA, 2016) con un 0.20 de error siendo muy bajo para el actual obtenido. El coeficiente de correlación es alto lo cual nos indica una buena proyección sobre los datos según la gráfica (8), el máximo alcanza los 79.6 dB(A) durante la mañana y un mínimo 73.6 dB(A) en horas de la noche donde claramente se debe al bajo flujo vehicular y el retorno a casa.

Después de analizar los datos obtenidos en el estudio se debe poner énfasis en el ruido que se está generando dentro de la zona norte, se puede pasar por desapercibido comparado con zonas más conflictivas como el sur de la ciudad sin embargo al ser una vía de bastante

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

flujo vehicular es necesario el monitoreo constante para que en el futuro no sea una fuente de contaminación atmosférica producida por el ruido.

Conclusiones

El estudio cumplió con el objetivo general para la zona de la Panamericana norte al obtenerse una desviación estándar de la dispersión menor a 3 se válida el modelo lineal y multivariante en función al 2021.

Los objetivos específicos también se cumplieron porque en base al número de vehículos y la velocidad se pudo obtener los niveles de presión sonora con las ecuaciones lineales y multivariantes planteadas por Coral y Et al.

Se comprobó que en la Panamericana norte en horas pico lo que provoca un alto nivel de presión sonora es la congestión vehicular, y que en promedio de 6 a.m. a 10 p.m. alcanza 76.9 dB(A).

La velocidad promedio es una variable que disminuye en horas pico alcanzado los 33 km/h debido a la congestión vehicular, y es donde se alcanza los niveles de presión sonora más alto con 79,6 dB(A); y por las noches al disminuir el flujo vehicular la velocidad promedio aumenta alcanzando los 50 km/h.

El modelo que más se ajusta a la zona norte es el modelo multivariante ya que tiene un error de 1.1%, pero sin embargo la lineal no se aleja ya que se obtuvo un error de 1.2% y tiene una menor carga de trabajo ya que solo se trabajaría con los niveles de presión experimental.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Con el modelo integral del DMQ el que mejor se ajusta es el lineal al tener un error de 0.8% y la multivariante tiene un error de 1.5%, con lo que ambas se ajustan al tener una desviación estándar de la dispersión menor a 3.

Recomendaciones

Se recomienda tener previamente calibrado el sonómetro para que arroje datos exactos a la hora de realizar el muestreo experimental y así poder comparar resultados con cualquier modelo predictivo de ruido ambiental.

Se recomienda hacer estudios constantes de ruido ambiental en los diferentes sectores de Quito para así tener datos más representativos para ser utilizados en estudios futuros.

Al ser la panamericana norte una zona residencial múltiple y de alto flujo vehicular se recomienda realizar estudios de los impactos que genera el ruido de los vehículos a la salud de las personas que viven en el sector.

Al evidenciar que en el sector se sobrepasa los límites máximos permisibles de ruido ambiental se recomienda realizar planes de mitigación para así poder disminuir el ruido causado por el tráfico rodado.

Bibliografía

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

- (OMS), O. M. (2015). *www.who.int*. Obtenido de https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf
- DIAZ, J. (s.f.). *Ruido, trafico y salud*. Obtenido de Instituto de Salud Carlos III.
- Elena Sánchez Terradillos, J. P.-C. (s.f.). *FISIOLOGÍA AUDITIVA*. .
- OÑA, T. M. (Febrero de 2016). *DISEÑO DE UN MODELO PREDICTIVO DE RUIDO URBANO PARA EL DMQ, POR LINEALIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN NO LINEAL Y ANÁLISIS MULTIVALENTE CON DATOS HISTÓRICOS DESDE EL AÑO 2012 AL 2015*". Obtenido de [file:///C:/Users/Pc/Downloads/Tesis%20Ruido\(tania\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/Tesis%20Ruido(tania)%20(1).pdf)
- OSMAN, O. d. (2009). *www.diba.cat*. Obtenido de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824
- QUITO, C. M. (2004). *.quito.gob.ec*. Obtenido de Comision de Medio Ambiente : http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%20C3%910%20S%20ANTERIORES/ORDM-123%20-%20RUIDO%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf
- Vega, V. H. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. Obtenido de <file:///C:/Users/Pc/Desktop/POOL/Evaluaci%C3%B3n%20del%20ruido%20ambiental%20en%20la.pdf>
- Coral Carrillo, K. V. (2020). "Modelos estadísticos de ruido ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito DMQ, mediante datos históricos del 2009 al 2015, como herramienta de calidad ambiental." *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.18272/aci.v12i1.941>
- German Miriam, & Santillán Arturo. (2006). Del concepto\nde ruido urbano\nal de paisaje sonoro. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(10), 39–52. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=74801005>
- GRUPO GESTA AIRE. (2012). *EMISIONES DE FUENTES MÓVILES GRUPO GESTA AIRE Febrero 2012*.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Hernández, H., & Torres, R. (2004). Diseño y construcción de un sonómetro integrador que trabaje con ponderaciones de frecuencia A y C. *Escuela Politécnica Nacional*.

Hernández Peña, O., Hernández Montero, G., & López Rodríguez, E. (2019). Ruido y salud. *Rev. Cuba. Med. Mil*, 48(4).

MAE. (2012). *Norma Técnica Que Establece Los Límites Permisibles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles*. 1–23.

Mecánica, F. DE, por, P., & Diego Cruz Freire Darwin Vinicio Chimbo Chimbo, J. (2015). *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*.

Moreno, A., & Martínez, P. (2005). El ruido ambiental urbano de Madrid: caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, 153–180.

Narváez Narváez José Nepalí. (2015). *Latacunga – Ecuador 2015*. 101.

Ramírez González, A., Domínguez Calle, E., & Borrero Marulanda, I. (2011). El Ruido Vehicular Urbano Y Su Relación Con Medidas De Restricción Del Flujo De Automóviles. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(135), 143–156.

Rocha, D. (2012). *Sonometro Digital*.

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, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y*. 1–113.

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Secretaría de Ambiente, M. del D. M. de Q. (2004). *Ordenanza Metropolitana N° 123. Ruido y Medio Ambiente.*

Vicente, J., & García, A. (2010). Análisis estadístico de los niveles de contaminación sonora medidos en diferentes zonas urbanas a lo largo de las 24 horas del día. *Revista de Acústica*, XIX, 10–35. http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4350sr184.pdf

Anexos

Anexo 1. Máximos permisibles según la zona para fuentes fijas

Tipo de Zona Según el Uso del Suelo	Nivel de presión Sonora Equivalente →NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona Equipamientos y Protección (1)	45	40
Zona Residencial	50	35
Zona Residencial Múltiple (2)	55	45
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 (3)	65	55
Zona Industrial 3 y 4 (4)	70	60

Anexo 2. Máximos permisibles para fuentes móviles

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA (rpm)	NPS MÁXIMO [dB(A)]
Motocicletas o similares	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Automotores de cuatro o más ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos. 	De 2.500 a 3.500	88
Vehículos pesados para carga	<ul style="list-style-type: none"> Automotores de cuatro o 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	<ul style="list-style-type: none"> Automotores pesados destinados al transporte de personas, con peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilos. 	De 1.500 a 2.500	90

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Anexo 3. Modelos predictivos de ruido para la zona norte

Modelos predictivos de ruido para zona norte (horario)											
Hora	N° de vehículos		N° total de vehículos (Qt)	Velocidad Promedio (km/h)	Ecuación lineal dB(A)	Ecuación Multivariante dB(A)	Leq experimental dB(A)	Error Ec.lineal	Error Ec.Multivariante	Dispersión lineal	Dispersión multivariante
	Livianos	Pesados									
6-7 am	3400	876	4276	42	75,7	76,8	76,4	0,9	0,5	0,7	0,4
7-8 am	4420	924	5344	33	77,6	76,1	78,2	0,7	2,6	0,6	2,1
8-9 am	5209	912	6121	34	78,8	76,8	79,6	1,0	3,5	0,8	2,8
9-10 am	3243	783	4026	42	75,2	76,3	76,8	2,1	0,6	1,6	0,5
10-11 am	4080	804	4884	40	76,8	76,7	77,3	0,6	0,7	0,5	0,6
11-12 am	3740	756	4496	43	76,1	76,8	76,3	0,2	0,7	0,2	0,5
12-13 pm	4180	708	4888	38	76,9	76,1	76,6	0,3	0,7	0,3	0,5
13-14 pm	4384	756	5140	40	77,3	76,8	76,4	1,2	0,5	0,9	0,4
14-15 pm	3740	784	4524	41	76,2	76,6	76,5	0,4	0,1	0,3	0,1
15-16 pm	4230	918	5148	38	77,3	76,9	76,2	1,5	0,9	1,1	0,7
16-17 pm	5130	930	6060	39	78,7	77,7	77,4	1,7	0,4	1,3	0,3
17-18 pm	5160	840	6000	33	78,6	76,3	77,2	1,9	1,1	1,4	0,9
18-19 pm	4880	792	5672	42	78,2	77,6	77,8	0,5	0,3	0,4	0,2
19-20 pm	3904	560	4464	35	76,1	74,6	77,1	1,3	3,2	1,0	2,5
20-21 pm	3790	452	4242	47	75,6	76,1	76,6	1,3	0,7	1,0	0,5
21-22 pm	2367	252	2619	49	71,4	73,3	73,6	3,0	0,5	2,2	0,3

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Anexo 4. Modelos predictivos de ruido DMQ (horario)

Modelos predictivos de ruido DMQ (horario)											
Hora	N° de vehículos		N° total de vehículos (Qt)	Velocidad Promedio (km/h)	Ecuación lineal dB(A)	Ecuación Multivariante dB(A)	Leq experimental dB(A)	Error ec.lineal	Error Ec.multivariante	Dispersión lineal	Dispersión multivariante
	Livianos	Pesados									
6-7 am	3400	876	4276	42	76,0	77,3	76,4	0,6	1,2	0,4	0,9
7-8 am	4420	924	5344	33	77,3	76,5	78,2	1,1	2,1	0,9	1,7
8-9 am	5209	912	6121	34	78,2	77,7	79,6	1,8	2,4	1,4	1,9
9-10 am	3243	783	4026	42	75,6	76,9	76,8	1,6	0,1	1,2	0,1
10-11 am	4080	804	4884	40	76,8	77,7	77,3	0,7	0,5	0,5	0,4
11-12 am	3740	756	4496	43	76,3	77,9	76,3	0,0	2,1	0,0	1,6
12-13 pm	4180	708	4888	38	76,8	77,1	76,6	0,2	0,7	0,2	0,5
13-14 pm	4384	756	5140	40	77,1	78,0	76,4	0,9	2,1	0,7	1,6
14-15 pm	3740	784	4524	41	76,3	77,4	76,5	0,3	1,2	0,2	0,9
15-16 pm	4230	918	5148	38	77,1	77,6	76,2	1,2	1,8	0,9	1,4
16-17 pm	5130	930	6060	39	78,1	79,0	77,4	0,9	2,0	0,7	1,6
17-18 pm	5160	840	6000	33	78,1	77,3	77,2	1,1	0,1	0,9	0,1
18-19 pm	4880	792	5672	42	77,7	79,2	77,8	0,1	1,8	0,1	1,4
19-20 pm	3904	560	4464	35	76,2	75,6	77,1	1,1	1,9	0,9	1,5
20-21 pm	3790	452	4242	47	75,9	78,2	76,6	0,9	2,1	0,7	1,6
21-22 pm	2367	252	2619	49	72,9	75,2	73,6	0,9	2,2	0,7	1,6

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.

Anexo 5. Modelos predictivos de ruido para zona norte (diario)

Modelos predictivos de ruido para zona norte (diario)					
Dia	N° de vehículos		N° total de vehículos	Velocidad Promedio (km/h)	Ecuación lineal dB(A)
	Livianos	Pesados			
Lunes	3789	658	4446	41	76
Martes	4025	814	4839	41	76,8
Miércoles	4074	790	4863	40	76,8
Jueves	4577	751	5328	40	77,6
Viernes	3962	754	4716	41	76,5
Sábado	4116	753	4869	40	76,8
Domingo	4160	777	4936	40	76,9

Anexo 6. Instalación completa del sonómetro justo con trípode



Anexo 7. Sonómetro integrador modelo 407780

ANALISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PREDICTIVO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DEL MÉTODO LINEAL Y MULTIVARIANTE EN EL SECTOR NORTE DE QUITO DE CORAL Y ET AL PARA SU VALIDACIÓN EN 2021.



Anexo 8. Toma de datos mediante el uso de sonómetro

