

***Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.***

***Determination of the sound pressure level generated by vehicular traffic, in the lateral passage of the city of Latacunga.***

**Jimmy Xavier Toaza Iza<sup>1</sup>, Ramiro Trajano Fernández Zambrano<sup>2</sup>, Carlos Iván Quinatoa Caiza<sup>3</sup>, Patricio Germánico Chávez Zapata<sup>4</sup>, Alexander Vladimir Moya López<sup>5</sup>**

**RESUMEN:**

El presente artículo determina el nivel de presión sonora (dB) generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. Esta es una carretera principal que va en sentido norte sur y viceversa, los vehículos que transitan son mayormente livianos, seguido de tránsito pesado correspondiente al transporte de carga y transporte público, esta tendencia se observa en horario diurno y nocturno. Para ello se ha utilizado un medidor acústico debidamente calibrado, un patrón a 94 y 114 (dB), y un procedimiento de medición el cual está basado en el método normado ISO1996. La finalidad de este trabajo es la determinación del nivel de ruido en (dB) generado por el tráfico vehicular en la carretera, permitiendo tener una referencia del nivel de contaminación ambiental sonora generado en las carreteras de nuestro Ecuador.

**Palabras claves:** Flujo vehicular, tráfico rodado, ruido.

**ABSTRACT:**

*The present article determines the level of sound pressure (dB) generated by vehicular traffic, in the lateral passage of the city of Latacunga, province of Cotopaxi. This is a main road that goes in a north-south direction and vice versa, the vehicles that travel are mostly light, followed by heavy traffic corresponding to the transport of cargo and public transport, this trend is observed during daytime and at night. To this end, a properly calibrated acoustic meter, a pattern of 94 and 114 (dB) and a measurement procedure that is based on the ISO1996 standard method has been used. The purpose of this work is to determine the noise level in (dB) generated*

---

1 Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, jimmy.toaza1062@utc.edu.ec

2 Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, ramiro.fernandez@utc.edu.ec

3 Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, carlos.quinatoa4@utc.edu.ec

4 Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, xpchavez@gmail.com

5 Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, tecnico.ipgm@gmail.com

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

*by vehicular traffic on the road, allowing us to have a reference of the level of environmental sound pollution generated on the roads of our Ecuador.*

**Keywords:** *Vehicle flow, road traffic, noise.*

**Recibido 4 de agosto de 2020; revisión aceptado 8 de octubre de 2020**

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso [1]. Se define como medio un ser vivo, un ecosistema o un medio físico, y el contaminante puede ser una sustancia química o energía como el sonido, luz, etc. La contaminación ambiental se debe principalmente a las actividades humanas, como la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero producto del uso de combustibles fósiles, el ruido generado por vehículos y empresas, la generación de desechos, y demás actividades propias del desarrollo humano.

Se llama contaminación acústica, contaminación sónica o contaminación sonora al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente [2].

El ruido producido por el tráfico rodado es una de las formas de contaminación que más ha crecido en los últimos años. El crecimiento del parque automotor ha provocado que las vías de circulación estén más congestionadas, las cuales están sometidas a niveles elevados de ruido.

Evidentemente el ruido es nocivo para la salud, y la principal fuente generadora de este ruido ambiental que afecta a los humanos es el del tráfico vehicular. Según se determinan en algunos estudios el ruido ambiental o del medio, el tráfico vehicular aporta en un 78%, las actividades de las industrias representan un 12%, ferrocarriles un 5% y el 5% restante otras actividades [3].

Parte del ruido del tráfico rodado procede de los motores de los vehículos, pero otra parte corresponde a la fricción de la rodadura, tal es así que, por encima de los 60 km/hora, el ruido del rozamiento es superior al del motor; además, la densidad de vehículos está también la que incide de manera directa en los niveles de presión sonora.

Algunas ciudades en el continente europeo han tomado decisiones firmes y apuestan por tener una mejor calidad de vida, tomando medidas que han permitido disminuir el tráfico vehicular por consiguiente los niveles de ruido, procediendo a la peatonalización de zonas amplias de sus Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

núcleos urbanos, limitando el acceso a los centros únicamente a los vehículos de residentes, de transporte público o a formas de transporte no contaminante (bicicleta, vehículos eléctricos, etc.). Este tipo de medidas, que suelen tener el rechazo inicial de una parte de la población, a medio y largo plazo suelen gozar de una aprobación generalizada por parte de los ciudadanos [3].

### Objetivo:

Determinar el nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular en el paso lateral de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

## 2. METODOLOGÍA

El procedimiento para la determinación del nivel de presión sonora del tráfico rodado en el paso lateral de la ciudad de Latacunga se detalla a continuación y se encuentran en conformidad con la norma ISO 1996-2:2007. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise [4].

### 2.1 Ubicación de los puntos de medición

Los puntos de evaluación de ruido se ubicaron a un costado de la carretera, donde no existe interferencias de curvas y tampoco la disminución de la velocidad de los automotores, esto se debe a que el propósito de la evaluación es la determinación de los niveles de presión sonora del flujo vehicular en esa zona y se consideró un tramo recto. Se determinaron 4 puntos de muestreo de acuerdo a las coordenadas que se indican en la tabla 1.

**Tabla 1.** Ubicación de los puntos de medición del nivel de presión sonora.

Punto de Medición	Ubicación			Observaciones
	Coordenadas UTM, WGS 84			
	Zona	X	Y	
P1	17M	763473	9903847	Los puntos fueron ubicados a un costado del paso lateral
P2	17M	762082	9903032	
P3	17M	760873	9900742	

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

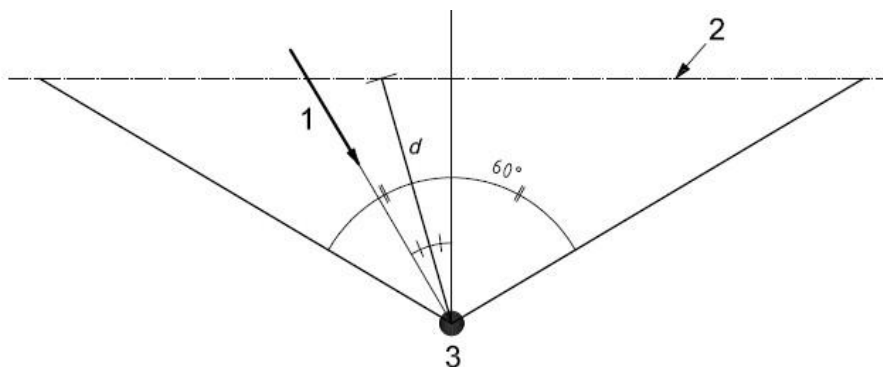
## 2.2 Equipo utilizado en la medición de ruido

**Tabla 2.** Equipos utilizados en la medición de ruido.

Equipo	Marca	Serie	Fecha de Calibración	Próxima Fecha de Calibración
Sonómetro Integrador 407780A.	EXTECH	171105872	2018-05-09	2019-05-09
Calibrador Acústico 407766.	EXTECH	H.373393	2019-02-04	2020-02-04
Anemómetro	EXTECH	A083462	2018-03-02	2019-03-02
Navegador GPS eTREX10	GARMIN	145-00515-XX	-----	-----
Pantalla anti viento				
Trípode				
Veleta				
Flexómetro				

## 2.3 Instalación del equipo de medición.

Para el monitoreo el equipo deberá ser ubicado en la perpendicular a la línea central de la calle asegurando que la dirección del viento sea  $\pm 60^\circ$  como se muestra en la figura 1.



**Figura1.** Condiciones de propagación favorables desde la carretera y una distancia efectiva fuente-receptor.

Fuente. [4]

Donde:

1 dirección del viento

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

2 línea central de la carretera

3 puntos de medición

## **2.4 Verificación del equipo de medición**

Antes de realizar las mediciones en el área de estudio, se realizará una verificación del instrumento de medición con el calibrador acústico en dos puntos (94 dB y 114 dB), para lo cual se ubicará el trípode en un área donde el terreno sea mayormente plano, lejos de la influencia de zonas de mayor ruido detectado y evitando las posibles vibraciones.

El micrófono se ubicará, por lo menos, a 2 o 3 metros de distancia de cualquier estructura física que refleje el sonido, y a una altura del micrófono superior a 1.2 m del suelo.

### **2.4.1 Verificación de las condiciones ambientales y del lugar**

También se verificarán que las condiciones ambientales sean favorables para la propagación sonora. Los parámetros a considerar serán: velocidad de aire, dirección del viento, temperatura, humedad relativa y nubosidad.

### **2.4.2 Determinación de la Temperatura**

Se realizará la medición de la temperatura con el termohigrómetro, en cada punto seleccionado de ubicación del equipo de medición. La sensibilidad del micrófono es ligeramente afectada por la temperatura ambiente, por lo que se decidirá continuar con las mediciones cuando las condiciones de temperatura cumplan con lo señalado en las especificaciones técnicas del equipo: 5 a 40°C.

### **2.4.3 Determinación de la Humedad Relativa**

Se realizará la determinación de la humedad relativa con un termohigrómetro, antes de la medición. Esta determinación se hará por cada punto seleccionado para la medición. Se verificará que la humedad relativa cumpla con la condición de operación del equipo de hasta 90% de HR. En el caso que existan cambios de humedad relativa de 30% en un tiempo menor o igual a 60 minutos, se deberá esperar un tiempo de estabilización del equipo de aproximadamente 30 minutos. No se realizarán mediciones en el exterior con lluvia.

### **2.4.4 Determinación de la Dirección del Viento**

El viento tiene influencia en el nivel de sonido medido, siendo una influencia pequeña en distancias cortas y apreciablemente mayor a mayores distancias. A favor del viento, el nivel de ruido puede aumentar unos pocos decibelios, pero midiendo en contra del viento o lateralmente, Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

el nivel puede caer, dependiendo de la velocidad del viento y de la distancia. Por tal razón, se ubicará el equipo de medición de ruido a favor del viento verificando que la dirección del viento oscile en  $\pm 60^\circ$ .

#### 2.4.5 Determinación de la Nubosidad

Se determinará la nubosidad a partir de la observación de una agrupación de nubes en el sector del cielo, ubicándose en la posición escogida para colocar el punto de medición de ruido, e imaginariamente se dividirá en octavas la agrupación de nubes escogidas, se observará cuántas de las ocho divisiones están cubiertas por nubes.

#### 2.4.6 Determinación de la Velocidad del Viento

Se realizará una medición de la velocidad del viento por cada punto de medición de ruido definido, durante la medición, con el anemómetro ubicado a la misma altura a la que se va a realizar ubicar el equipo de medición.

Una vez determinada la nubosidad y la velocidad del viento, se determinará la componente de la velocidad estimada mediante el ángulo formado por el vector dirección de velocidad de viento y la dirección de la fuente en evaluación. Si los valores determinados cumplen con las condiciones detalladas en la tabla 3 para considerar como favorables para la propagación del ruido, se continuará con la medición de ruido.

**Tabla 3.** Condiciones de nubosidad y de la componente de la velocidad de los vientos favorables para la propagación de ruido

Período del día	Nubosidad	Componente de la velocidad del viento (m/s)
Diurno	>6/8	1 - 5
	< 6/8	1.5 - 5
Nocturno	>6/8	< 0,5
	< 6/8	Velocidad viento > 2 m/s; componente > 0.1

Fuente. [4]

### 2.5 Programación del equipo

- Se considerará al ruido a determinarse como fluctuante.
- Se establecerá la medición con ponderación frecuencia A.

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

- Si el ruido determinado es impulsivo, se recomienda que la medición a realizarse se haga con la ponderación temporal Impulse.

## **2.6 Selección del Intervalo Temporal de Medición**

El intervalo de tiempo de medición, se seleccionará de acuerdo a las características del ruido que se esté evaluando. El intervalo mínimo de medición será de diez minutos.

## **2.7 Determinación de la Velocidad de los Vehículos**

Se determinará la velocidad de 5 vehículos antes y 5 después de realizar el monitoreo, para esto se medirá una distancia de al menos 100 m en la dirección contraria a la circulación vehicular desde el punto de medición, luego con el cronómetro se determinará el tiempo requerido para que el vehículo recorra esa distancia, de esta forma se determinará la velocidad.

## **2.8 Número de Mediciones**

Se efectuarán mediciones directas con el sonómetro dirigido a la vía de circulación vehicular, ubicado en la posición definida o prevista para la medición, que permitan caracterizar el ruido en evaluación, se descartarán o anularán las mediciones en las que se haya presentado sonidos imprevistos que no corresponden al ruido objeto de estudio. De las mediciones realizadas se seleccionarán tres valores, en las que no se hayan presentado sonidos inesperados que no corresponden al ruido del área en estudio, y entre los cuales no presenten una diferencia de 3 dB entre sí. Esta serie de mediciones se realizará en cada punto de evaluación.

## **2.9 Determinación del Ruido de Fondo**

Se determinará el nivel de ruido de fondo, en lo posible, bajo condiciones de ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación y en las mismas condiciones de medición del ruido directo.

## **2.10 Verificaciones Finales**

Se realizará una verificación final del sonómetro al finalizar el monitoreo empleando el calibrador acústico en los dos puntos, 94 dB y 114 dB.

## **2.11 Corrección por nivel de ruido de fondo**

Se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

**Tabla 4.** Corrección por Nivel de Ruido de Fondo

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSEQ DE LA FUENTE FIJA Y NPSEQ DE RUIDO DE FONDO (dB)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

Fuente. [4]

Para el caso de que la diferencia aritmética entre los Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente de la fuente y de ruido de fondo sea menor a 3 (tres), será necesario efectuar la medición bajo las condiciones de menor ruido de fondo.

## 2.12 Marco legal

### 2.12.1 Organización mundial de la salud (OMS)

Recomendaciones sobre los límites de ruido que son recomendables para la salud, así como ha aportado soluciones para reducir su exposición, como la limitación a 53 decibelios en el tráfico de vehículos y a 54 en el caso del ferroviario [5].

**Tabla 5.** Recomendaciones OMS, límites Permisibles de Niveles de Ruido para tráfico vehicular

RECOMENDACIONES ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD		
Descripción	Límite permisible día $L_{eq}$ (dBs)	Límite permisible noche $L_{eq}$ (dBs)
Tráfico vehicular rodado	53,0	45,0
Trafico ferrocarril	54,0	44,0
Trafico aerolíneas	45,0	40,0

Fuente. [5]

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.



**2.12.2** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 5. Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fija y Fuentes Móviles, y para Vibraciones [6]

**Tabla 6.** Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones.

Categoría de vehículo	Descripción	NPS máximo (dBs)
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

Fuente. [6]

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las mediciones realizadas, se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 7.** Resultado de las características ambientales de la medición de ruido de tráfico rodado.

Punto de Medición	Ubicación Sensores de Medición	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dirección viento	Dirección de la fuente	Nubosidad	Velocidad viento (m/s)	Observaciones
P1	Los sensores de velocidad y dirección del viento, se ubicaron aproximadamente a 2 o 3 metros de distancia de cualquier estructura física que refleje el sonido y a una altura del micrófono superior a 1,2 m del suelo	24	36	Sur 30° Este	Norte 45° Oeste	4/8	1,0 – 2,8	Variaciones en la dirección y velocidad del viento durante las mediciones.
P2		26	37	Sur 30° Este	Norte 40° Oeste	4/8	1,0 – 2,5	
P3		28	37	Norte 80° Este	Oeste	4/8	1,2 – 2,7	
P4		28	37	Norte 80° Este	Oeste	4/8	1,3 – 2,4	

**Tabla 8.** Resultados obtenidos de la medición de ruido de tráfico rodado

MONITOREO REALIZADO EL 12-12-2018						
Punto de Medición	Hora de la Medición	Resultado de la Medición $L_{eq}$ (dB)	Resultado Ruido de Fondo	Corrección Aplicable por Ruido de Fondo	Resultado de la Medición Corregido $L_{eq}$ (dB)	Observaciones
			$L_{eq, r. fondo}$ (dB)			
P1	9:02:00	72,4	62,6	-1	71,4	Existe corrección por el ruido de fondo en el P1
		74,3	57,6	0	74,3	
		73,6	63,9	-1	72,6	
P2	10:06:00	74,1	59,4	0	74,1	
		74,5	57,6	0	74,5	
		74,8	57,2	0	74,8	
P3	11:12:00	74,4	58,4	0	74,4	
		74,5	58,8	0	74,5	
		74,8	57,3	0	74,8	
P4	12:17:00	73,9	56,7	0	73,9	
		73,6	56,9	0	73,6	
		72,9	57,1	0	72,9	

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

**Tabla 9.** Resultados obtenidos de velocidad y flujo vehicular

Punto de Medición	Velocidad promedio de los vehículos en el monitoreo Km/h	Flujo vehicular # autos/hora	Observaciones
P1	75,0	1110	El flujo y velocidad varía de acuerdo al horario del monitoreo
P2	87,4	1040	
P3	90,3	1058	
P4	86,7	1030	

Tomando como referencia las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en lo que respecta la emisión de ruido por el tráfico vehicular, y el ruido promedio de los cuatro puntos determinados en el paso lateral de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, se observa una diferencia de 20,4 dB, y en porcentaje del 38,5 % por sobre las recomendaciones dadas por la OMS. Las mediciones fueron tomadas en condiciones normales de tránsito vehicular y en horarios de normal flujo. En la siguiente tabla se presenta los datos comparativos de los resultados obtenidos en la medición y las referencias recomendadas por la OMS.

**Tabla 10.** Análisis de Resultados, tabla comparativa.

Punto de Medición	Resultado de la medición promedio $L_{eq}$ (dB)	Recomendación Organización Mundial de la salud $L_{eq}$ (dB)	Diferencia entre Resultado de la medición promedio y Recomendación Organización Mundial de la salud $L_{eq}$ (dB)	Diferencia entre Resultado de la medición promedio y Recomendación Organización Mundial de la salud (%)	Observaciones
Paso lateral, ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi	73,4	53,0	20,4	38,5	Las recomendaciones son pautas a seguir, indicadores del camino correcto, para reducir el ruido por parte de los distintos países.

Por otra parte, los 73,4 dB determinados en el paso lateral de la ciudad de Latacunga están por debajo del Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles como se describe en la tabla 6, cabe recalcar que esta consideración es para los niveles de ruido de fuentes móviles determinadas de manera directa sobre la fuente.

#### 4. CONCLUSIONES

- El nivel de presión sonora promedio que se presenta en el paso lateral de la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi es de 73,4 dB, resultado obtenido a un flujo vehicular de 1060 vehículos/hora, y a una velocidad promedio de 84,9 km/hora.
- El nivel de presión sonora determinado en el paso lateral de la ciudad de Latacunga, se encuentra por sobre las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud dados en 20,4 dB o expresado en porcentaje de 38,5%.
- El ruido generado por los vehículos que circulan por las carreteras dependen directamente de su flujo vehicular y velocidad de circulación, es así que cuando superan los 60 Km/hora el ruido generado por la fricción entre el vehículo y los neumáticos es mayor al generado por su propio motor.
- Sin lugar a duda se puede concluir que la contaminación generada por el flujo vehicular es una de las fuentes principales de contaminación acústica, afectando directamente el ruido del medio, un ejemplo claro es la determinación del ruido de fondo, que es la medición en ausencia del flujo vehicular.

Determinación del nivel de presión sonora generado por el tráfico vehicular, en el paso lateral de la ciudad de Latacunga.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Merriam (2010, Ago 13), “Definition from the Merriam-Webster Online Dictionary”, 2010. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n>
- [2] Colaboradores de Wikipedia, “Contaminación Acústica”, 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%BAstica](https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%BAstica)
- [3] M. Ríos Pérez (2016, Ene 04), “El tráfico rodado y la contaminación”, 2016. [En línea]. Available: <https://www.diarioinformacion.com/opinion/2016/01/05/trafico-rodado-contaminacion/1713267.html>
- [4] Organización Mundial de la Salud, OMS (2018), “Environmental Noise Guidelines for the European Region”, Copenhagen, Denmark. [En línea]. Available: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf)
- [5] Organización Internacional de Normalización ISO (2007, Mar 03), “ISO 1996-2:2007 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise”, 2007. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/41860.html>
- [6] Ministerio del Ambiente Ecuador (2015, May 04), Texto Unificado de “Legislación Ambiental Secundaria” del Ministerio del Ambiente (TULSMA), 2015 Organización Internacional de Normalización ISO (2007, Mar 03), “ISO 1996-2:2007 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise”, 2007. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/41860.html>.