

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Evaluación de contaminación sonora vehicular en el Centro
Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-
Chosica, Lima (Perú)**

Por:

Ricardo Edwin Iman Lachira

Eden José Bailón Castro

Asesor:

Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio

Lima, Julio del 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

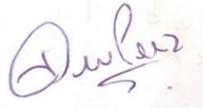
Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “**Evaluación de contaminación sonora vehicular en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima (Perú)**” constituye la memoria que presenta los estudiantes **Ricardo Edwin Iman Lachira y Eden José Bailón Castro** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los 18 días de agosto del año 2020.



Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio.....del año..2020...siendo las...09:20....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala.....el(la) secretario(a):
 Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas..... y los demás miembros:
 Ing. Nancy Curasi Rafael, Mg. Ronald Hugo Rosales Meza.....
y el(la) asesor(a)Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio.....
 con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado:Evaluación de contaminación sonora vehicular en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima (Perú).....

.....de los (las) egresados (as): a) Ricardo Edwin Iman Lachira.....
b) Eden José Bailón Castro.....
conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
Ingeniería Ambiental.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando.....a los..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....los.... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Ricardo Edwin Iman Lachira.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b): Eden José Bailón Castro.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó.....a los.....candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

**Evaluación de contaminación sonora vehicular en el Centro
Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-Chosica,
Lima (Perú)**

**ASSESSMENT OF VEHICLE NOISE POLLUTION IN THE SANTA MARÍA DE
HUACHIPA VILLAGE CENTER, LURIGANCHO-CHOSICA DISTRICT, LIMA
(PERÚ)**

RICARDO EDWIN IMAN LACHIRA *, EDEN JOSÉ BAILÓN CASTRO

§EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

El ruido vehicular es una problemática ambiental que experimenta el Centro Poblado Santa María de Huachipa, ocasionando impactos negativos en la salud de los transeúntes y residentes. En este contexto el objetivo del presente artículo es evaluar la contaminación sonora vehicular en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lima (Perú). Considerando 4 zonas de aplicación: comercial, residencial, industrial y protección especial, la medición del ruido equivalente (LAeq) se realizó durante 6 días en 55 puntos en horas pico 7:00-10:00am y 6:00-9:00pm, realizando el conteo de vehículos y posterior la digitalización de mapas. En el horario diurno, 39 puntos de medición (70.9%) superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido D.S N°085-2003-PCM y durante el horario nocturno aumentó a 49 puntos de medición (89%). Los valores registrados en los 19 puntos de medición en la zona de protección especial superaron los ECA para Ruido en ambos horarios.

Palabras clave: contaminación sonora, ruido ambiental, medición, mapas de ruido.

Abstract

Vehicle noise is an environmental problem experienced by the Santa Maria de Huachipa Population Center, causing negative impacts on the health of passers-by and residents. In this context, the objective of this article is to assess vehicular noise pollution in the Santa Maria de Huachipa Population Center, Lima (Peru). Considering 4 application areas: commercial, residential, industrial and special protection, the equivalent noise measurement (LAeq) was carried out for 6 days at 55 points at peak hours 7: 00-10: 00am and 6: 00-9: 00pm, performing the vehicle count and later the digitization of maps. During the daytime, 39 measurement points (70.9%) exceeded the National Environmental Quality Standards (EQS) for D.S Noise No. 085-2003-PCM and during the nighttime hours it increased to 49 measurement points (89%). The values recorded at the 19 measurement points in the special protection zone exceeded the EQS for Noise at both times.

Key words: noise pollution, environmental noise, measuring, noise maps.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe la problemática ambiental de contaminación sonora (Jariwala et al., 2017), que está relacionada con la creciente urbanización, el incremento de la población urbana (Barceló et al., 2018), y al excesivo ruido producido por el tráfico vehicular, áreas recreativas, zonas industriales, considerándose el tráfico vehicular como una de las más representativas de este grupo (Ramírez & Domínguez, 2011).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) identifica al tráfico rodado y aéreo como una de las principales fuentes de los ruidos molestos (Cohen & Castillo, 2017), realidad que se refleja en las grandes ciudades donde la demanda de las unidades vehiculares crece exponencialmente en países como EE.UU, Rusia, Brasil, China y de Europa (Hammer et al., 2014), los que influyen de manera causal en los problemas de contaminación acústica (Chaux & Buitrago, 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), indica que alrededor del mundo 466 millones de personas padecen pérdida de audición incapacitante, de las cuales 34 millones son niños (OMS, 2019). Además de ello, otras consecuencias que producen la exposición al ruido son la pérdida de audición, irritabilidad, insomnio, estrés, reducción de la capacidad de atención (García, 2010) y disturbios del bienestar socioeconómico de las personas expuestas (Basner et al., 2014). Esta problemática ambiental está creciendo en una forma de contaminación omnipresente, pero inadvertida, no solo en los países desarrollados sino también en los países en vías de desarrollo (Jariwala et al., 2017).

El Perú, país en desarrollo, no es ajeno a este problema, según informe de la OMS, señala a Lima como una de las ciudades protagonistas de la contaminación acústica de América Latina (Mundiario, 2017), realidad que es percibida en una evaluación de contaminación sonora en Lima y Callao en el año 2015 realizado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), del cual se reporta que la población Limeña está expuesta a niveles de ruido mayores a 81 dBA, registros generados por el alto flujo vehicular en sus principales avenidas (OEFA, 2016), preocupación que conlleva a evaluar otros lugares para la toma de estrategias adecuadas.

En este contexto, en diferentes ciudades principales del país se han desarrollado evaluaciones de la contaminación sonora vehicular en vías más saturadas, como en la ciudad de Cajamarca (Soto et al., 2017), ciudad de Tarapoto (Delgadillo, 2017), ciudad de Trujillo (Layza & Mejía, 2018), evaluando la relación entre el tránsito y congestión vehicular obtuvieron registros de ruido que superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido D.S N°085-2003-PCM, considerando perjudicial para la salud de las personas expuestas.

Estudios similares se desarrollaron en la ciudad de Lima, como la Av. Javier Prado (Santos, 2007), mercado de Lima (Solís, 2013), localidad de Santa Clara-Ate (Rosales, 2017), concluyendo que las personas expuestas directamente admitían incomodidad por el ruido vehicular. Esta problemática lo viven continuamente los peatones y residentes cercanos a las vías más saturadas por vehículos, por tal motivo, se busca evaluar la contaminación sonora vehicular en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima (Perú).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Santa María de Huachipa, Centro Poblado ubicado en el Distrito de Lurigancho-Chosica, corresponde a una zona con clima semiseco–templado según el método de Thornthwaite, siendo además 64% de humedad relativa. Tiene un área de superficie de 12 485 688.41 m² (12.48 km²). Sus límites son, por el Norte: con los Cerros del complejo arqueológico Pedreros, por el Este: con el distrito de Lurigancho-Chosica, por el Oeste: con el distrito de San Juan de Lurigancho y por el Sur: con el Río Rímac y distrito de Ate. Sus puntos extremos en Latitud Sur: 12° 00' 30" y Latitud Oeste: 77° 56' 40" (Figura 1).

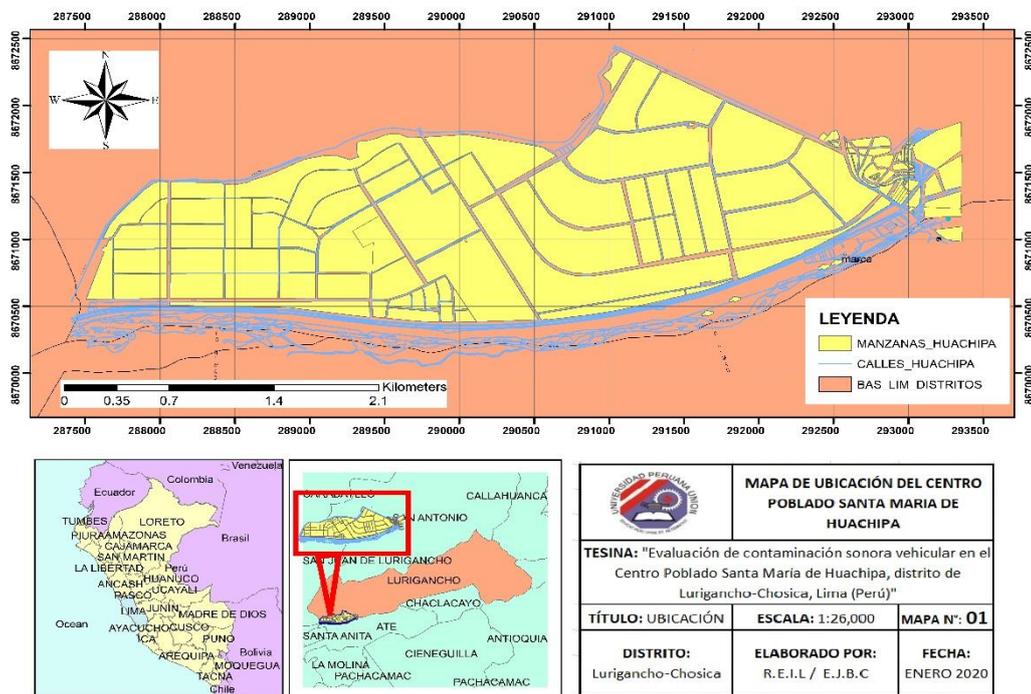


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Materiales y equipos

Tabla 1

Materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos	Softwares
Trípode Canon	Sonómetro Digital Tipo 2 N° de serie ST 140700776	Software ArcGIS 10.5
Cuaderno de Apuntes	Celular Huawei P Smart	Software Google Earth Pro
Lapiceros	Laptop Toshiba	Software Excel 2016
Baterías Duracell	GPS y Cronómetro	Software WRPLOT
Wincha	Cámara Fotográfica	

Metodología

Pre Monitoreo

Se realizó una visita previa al Centro Poblado Santa María de Huachipa para identificar las principales avenidas y calles con presencia de flujo vehicular, así mismo se coordinó con la Municipalidad para realizar el monitoreo y pueda facilitarnos el plano de zonificación de uso de suelo para localizar las zonas de interés: Zona de Protección Especial, Residencial, Comercial e Industrial.

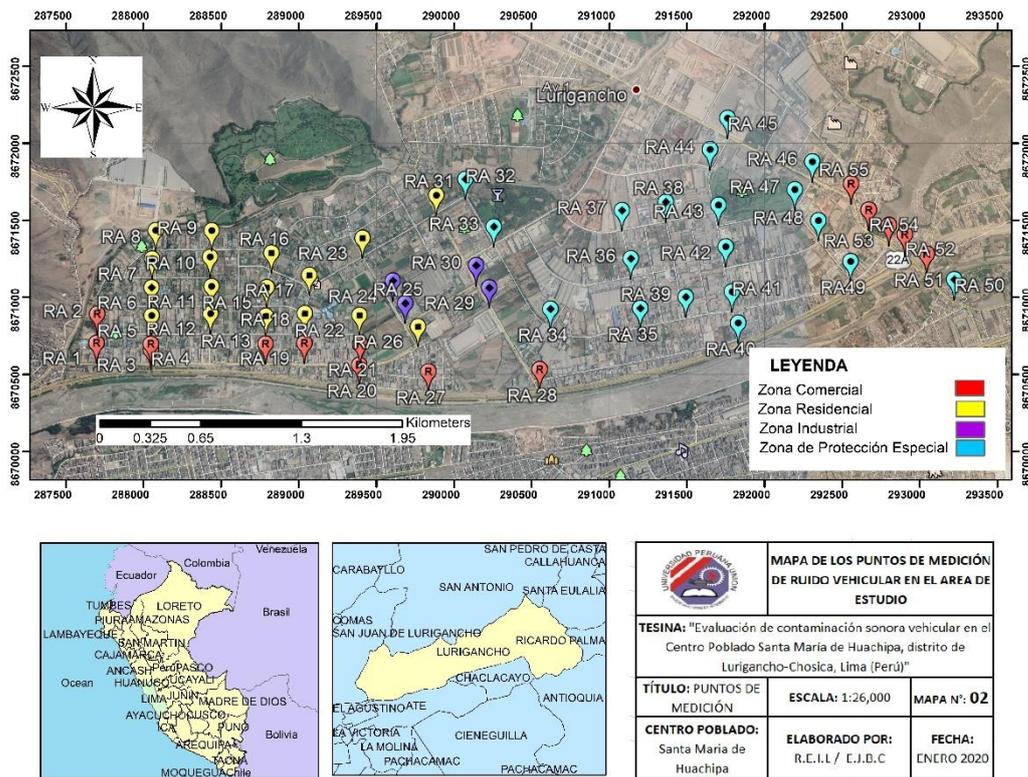


Figura 2. Mapa de los 55 puntos de monitoreo de ruido ambiental

Fuente: Elaboración Propia

Monitoreo del Ruido Ambiental

Consideraciones de las variables Meteorológicas

El monitoreo ruido ambiental se realizó en las intersecciones de las avenidas con mayor flujo vehicular en el mes de enero del año 2020, siguiendo la metodología del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental AMC N° 031-2013-MINAM/OGA (MINAM, 2013). Se tuvo en cuenta las condiciones meteorológicas: temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, por otro lado no se ejecutó el monitoreo en presencia de lluvia, tormentas, para no alterar las mediciones (SENAMHI, 2020). Asimismo, se realizó la rosa de vientos para el mes de Enero considerando registros de la estación meteorológica de Santa Anita, como se muestra en la Figura 3, dicha estación se tomó como referencia al lugar de estudio.

Tabla 2
Variables Meteorológicas

Variables	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	CAR
Temperatura (°C)	21.5	22.6	22.0	22.8	22.7	21.8	23°C
Presión estática (Atm)	1	1	1	1	1	1	1 atm
Humedad (%)	81.7	77.2	79.0	76.1	79.0	83	50%
Velocidad del viento (m/s)	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	2.0	-
dirección del viento (°)	197	205	227	236	193	196	-
Precipitación (mm/hora)	0	0	0	0	0	0	0

*CAR=Condiciones Ambientales de Referencia para el Monitoreo

Fuente: (SENAMHI, 2020)

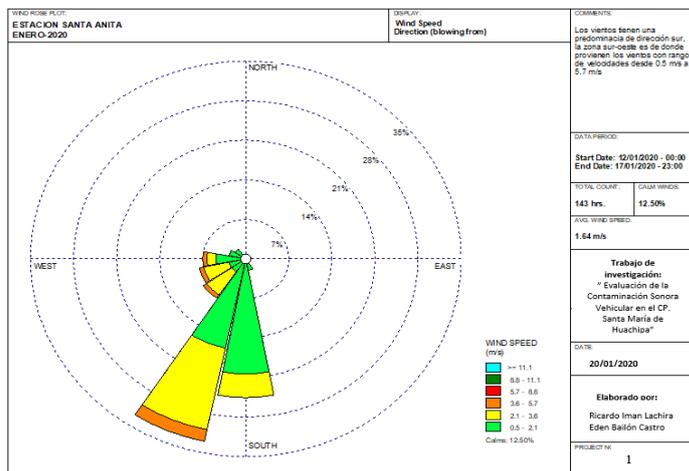


Figura 3. Rosa de vientos de la estación Santa Anita

Fuente: Elaboración Propia

Consideraciones del equipo empleado

La medición del ruido vehicular se realizó con un sonómetro de clase 2, este tipo de sonómetros tiene la capacidad de calcular el nivel continuo LAeq. Antes de efectuar las mediciones se calibró el sonómetro, y se verificó que cumpliera con las exigencias señaladas en las normas de la comisión electrotécnica internacional IEC 61672-1:2002 (IEC, 2002). Acorde con lo establecido mediante D.S. N° 085-2003-PCM, el nivel empleado de ponderación de frecuencia fue A, cuyo comportamiento se asemeja a la respuesta del oído humano (Olague et al., 2017). Finalmente, la ponderación de respuesta o tiempo “Fast”, la cual toma mediciones cada 0,125 segundos (IEC, 2002).

Ejecución del Monitoreo de Ruido Ambiental

El sonómetro sostenido en un trípode se ubicó en el límite de la calzada, a una distancia de 3 metros de la fuente y a una altura de 1.5 m MINAM (2013). Se tomaron 55 puntos con sus respectivas

coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*) (Figura 2) y codificación RA: Ruido Ambiental. El tiempo de medición en cada punto fue de 10 minutos, tiempo que fue definido a partir de un pre-muestreo, como suficiente para estabilizar el nivel equivalente continuo (LAeq). Las mediciones se llevaron a cabo en las horas pico, dos horarios: diurno (7:00-10:00am) y nocturno (6:00-9:00 pm) de acuerdo al D.S N°085-2003-PCM, durante un periodo de 6 días (de Domingo a Viernes), asimismo en cada punto de medición se contabilizaron la cantidad de vehículos que transitaban, de acuerdo a su clasificación: livianos (autos, pick up, combis, motos) y pesados (buses, camiones, tráilers) (MTC, 2003).

El nivel de ruido vehicular se determinó en cada punto de medición por cada 10 minutos de muestreo, aplicando la siguiente fórmula:

$$LAeqT = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1Li} \right]$$

- Li: Nivel de Presión Sonora (NPS) ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra
- i: medido en función "Fast".
- n: Cantidad de mediciones en la muestra.

Los valores obtenidos se compararon con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D.S 085-2003-PCM.

Tabla 3
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: D.S 085-2003-PCM

Post Monitoreo

Trabajo de gabinete

Los datos obtenidos de las mediciones realizadas se procesaron mediante los softwares respectivos. Del cual se obtuvieron como resultados gráficos, tablas, mapas, entre otros.

Mapas de ruido

Para la representación del Nivel de Presión sonora, se elaboraron mapas de ruido mediante el software ArcGis 10.5, este que contiene herramientas de interpolación, siendo una de ellas el método de Kriging, el cual está basado en auto correlación espacial de las variables, considerado además como el mejor estimador lineal insesgado que busca crear superficies continuas a partir de puntos discretos (Murillo et al., 2012). Además Cano (2009) señala que, en comparación con otros métodos de interpolación, este método permite obtener resultados coherentes con la variable a interpolar. Por tal motivo se utilizó el método de interpolación de Kriging para la elaboración de los mapas de ruido correspondiente al área de estudio en los horarios diurno y nocturno.

RESULTADOS

En la Tabla 4 se muestran los niveles obtenidos de la medición de ruido de los 55 puntos monitoreados en los horarios diurno y nocturno. Además, se presenta el registro del flujo vehicular durante la medición de ruido en el C.P. Santa María de Huachipa.

Tabla 4
Flujo vehicular y ruido generado en los horarios de medición (diurno y nocturno)

PUNTO MONIT.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN DIURNO					MEDICIÓN NOCTURNO				
	CALLES Y AVENIDAS	Veh. Livian.	Veh. Pesa.	L Máx.	L Min.	LAeq	Veh. Livian.	Veh. Pesa.	L Máx.	L Min.	LAeq
RA1	Av. Los Cisnes/ Ca. Las Gaviotas	101	9	80.6	52.4	70.26	116	21	84.6	58.6	68.82
RA2	Ca. Las Gaviotas / Jr. Los Canarios	64	11	83.4	52.7	67.89	68	19	76.1	62.9	70.10
RA3	Ram. Prialé/ Av. Los Tucanes	84	38	84.2	61.9	75.05	99	40	84.2	58.1	70.36
RA4	Av. Los Tucanes/ Av. Los Cisnes	48	23	82.9	52.7	66.81	40	22	71.6	52.6	62.23
RA5	Av. Los Tucanes/ Jr. Los Canarios	43	11	77.4	48.3	66.28	43	10	78.9	57.7	66.97
RA6	Av. Los Tucanes/ Jr.Las Golondrinas	17	5	68.1	39.7	58.29	14	8	66.5	46.4	58.32
RA7	Av. Los Tucanes / Jr.Las Gaviotas	39	2	79.2	36.6	62.83	16	4	72.6	52.9	60.98
RA8	Av. Los Tucanes/ Ca. Las Perdices	26	3	71.6	39.8	60.18	24	3	64.5	46.5	53.09
RA9	Ca. Las Perdices/ Ca. Las Cigueñas	17	4	66.5	39.4	54.83	15	4	63.3	47.3	54.04
RA10	Ca. Las Cigueñas/ Jr.Las Gaviotas	23	2	73.7	40.7	60.68	13	4	59.5	42.3	49.26
RA11	Ca. Las Cigueñas/ Jr.Las Golondrinas	14	2	67.4	43.1	55.87	11	5	58.4	42.3	50.69
RA12	Ca. Las Cigueñas/ Jr. Los Canarios	60	12	81.5	52.2	68.77	73	21	87.6	52.5	70.03
RA13	Av. Los Cisnes/ Ca. Los Condores	21	6	76.7	48.5	67.73	19	6	78.4	49.5	63.27
RA14	Ca. Los Condores/ Jr. Los Canarios	34	11	81	50	68.30	24	20	74.9	47.3	63.63
RA15	Ca. Los Condores/ Jr. Las Golondrinas	9	2	66.4	41.2	50.49	5	3	65.1	40.6	53.07
RA16	Ca. Los Condores/ Jr. Los Garzas	9	1	62.8	41	52.34	6	3	65.3	40.8	53.27
RA17	Ca. Los Halcones/ Jr. Los Garzas	35	11	84.2	49.9	70.94	41	9	80.7	46.8	66.32
RA18	Ca. Los Halcones/ Jr. Los Canarios	29	13	74.9	48.7	66.57	30	11	72.3	50	62.63
RA19	Ca. Los Halcones/ Av. Los Cisnes	13	2	74.2	49.6	61.61	11	5	72.5	51	60.03
RA20	Ram. Prialé/ Ca. Las Codornices	96	39	79.3	62	70.12	92	45	75.2	59.8	67.70

RA21	Av. Los Cisnes/ Ca. Las Codornices	24	11	76.9	50.4	64.14	21	9	74.5	46.6	62.07
RA22	Ca. Las Codornices/ Jr. Los Canarios	12	1	59.3	42.9	51.05	5	2	54.6	41.5	47.56
RA23	Av. El Polo/ Av. Las Águilas	40	10	83.7	48.4	70.77	34	9	76.9	47	63.88
RA24	Av. Las Águilas	8	6	81.6	48.3	67.07	5	5	70.9	46.5	60.62
RA25	Av. Las Águilas/ Ca. Tokio	13	10	80.5	53.2	67.98	8	7	68.7	45.3	58.22
RA26	Av. Las Águilas/ Av. Los Cisnes	15	4	80.4	53.3	65.15	9	5	63.7	42.7	55.52
RA27	Ca. A.José de Sucre/ Ram. Prialé	101	40	80.1	60.5	70.20	84	46	76.5	59	67.03
RA28	Ram. Prialé/ Av. Los Laureles	81	35	80.6	62.5	69.76	63	48	83.1	62.2	74.78
RA29	Av. Los Laureles/ Ca. Andrés Cáceres	17	7	79.4	47.7	64.76	15	3	77.1	45.3	60.00
RA30	Av. Los Laureles/ Ca. Tokio	9	5	71.8	45.6	62.25	13	5	76.1	44.4	60.58
RA31	Av. Los Laureles/ Av. El Polo	55	15	84.6	54.5	71.30	53	14	79.2	55.1	67.80
RA32	Av. El Polo/ Av. Circunvalación	53	6	73.4	47.6	62.65	37	4	74.7	47.5	64.02
RA33	Av. Circunvalación/ Av. 5	33	8	75.4	48.9	62.45	36	6	72.2	49.8	63.09
RA34	Av. Circunvalación	30	3	76.8	45.3	63.39	24	4	75.4	42.4	63.02
RA35	Av. Circunvalación/ Ca. Los Brillantes	61	20	92.7	55.1	74.03	45	16	79.4	54.6	69.82
RA36	Ca. Los Brillantes/ Ca. Archipiélago	25	12	73.9	52.3	63.84	23	3	76.1	50.1	62.65
RA37	Ca. Los Brillantes/ Ca. Los Cedros	24	4	76.8	49.7	62.19	15	4	71.3	48.5	61.10
RA38	Ca. Los Cedros/ Ca. Las Mimosas	10	8	75.3	54.9	60.49	12	3	73.2	44.9	58.26
RA39	Ca. Las Mimosas/ Av. Circunvalación	47	7	81.5	53.6	69.14	35	4	74.4	47.6	63.51
RA40	Ram. Prialé/ Av. Huachipa	50	46	92.7	58.7	78.80	41	35	88.1	68.4	76.99
RA41	Av. Huachipa/ Av. Circunvalación	55	24	82.3	55.6	73.88	59	31	88.6	62.4	75.24
RA42	Av. Huachipa/ Ca. Las Acacias	33	13	83.4	62.2	73.32	32	19	86.4	55.2	74.07
RA43	Av. Huachipa/ Ca. Los Robles	36	11	84.6	54.5	71.24	19	12	79.8	52.6	69.85
RA44	Av. Huachipa/ Ca. Las Moreras	26	14	81.4	51.8	71.25	57	13	83.7	59.4	71.17
RA45	Av. Huachipa/ Av. Las Torres	63	22	81.6	58.8	71.38	57	23	83.4	53.8	71.97
RA46	Av. Las Torres/ Ca. Los Robles	26	8	75.5	49.7	68.09	36	7	80.6	54.5	68.31
RA47	Ca. Los Robles/ Ca. Jacaranda	11	9	82.3	56.1	69.79	10	2	77.5	41.7	63.32
RA48	Ca. Jacaranda/ Ca. Las Acacias	10	3	77.1	46.6	63.90	7	1	72.5	41.6	58.66
RA49	Ca. Jacaranda/ Av. Circunvalación	42	17	81.5	53.8	71.30	29	21	79.4	57	68.37
RA50	Av. Las Torres (Par.Zoológico de Huachipa)	127	35	92.2	63.2	80.74	73	32	89.9	64.7	80.42
RA51	Av. Las Torres/ Av. Carapongo	104	26	94.5	69.8	82.48	90	26	90	68.6	80.51
RA52	Av. Las Torres/ Av. Carapongo (Grifo)	56	24	83.9	61.3	75.15	58	14	80.3	60	71.62
RA53	Av. Las Torres/ Av. Circunvalación	59	28	92.6	64.5	79.48	66	16	85.2	63.2	76.40
RA54	Av. Las Torres/ Av. Camino Real	64	27	82.8	60.1	74.99	66	14	83.6	60.5	71.96
RA55	Av. Las Torres/ Av. Cajamarquilla	49	27	82.4	59.7	74.03	51	12	82.4	52.5	68.93

En el Gráfico 1 y 2 se visualiza los resultados de las mediciones en los 55 puntos de monitoreo, el nivel máximo del ruido (Lmax), el nivel mínimo (Lmín) y el nivel promedio (LAeq) en el horario diurno y nocturno.

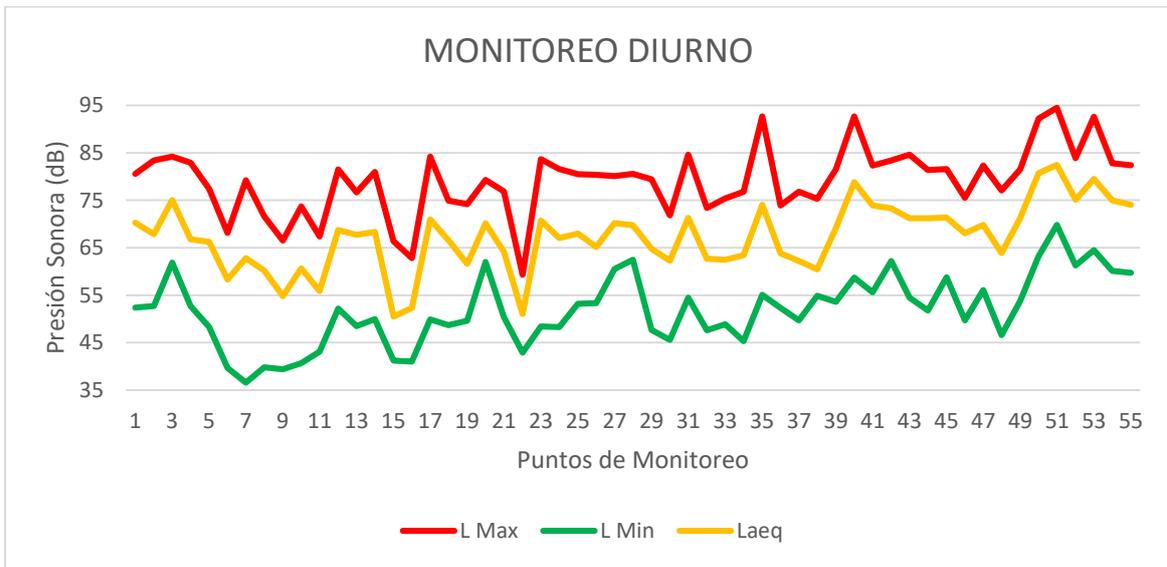


Gráfico 1 Registros del Lmax, Lmín y LAeq en horario diurno

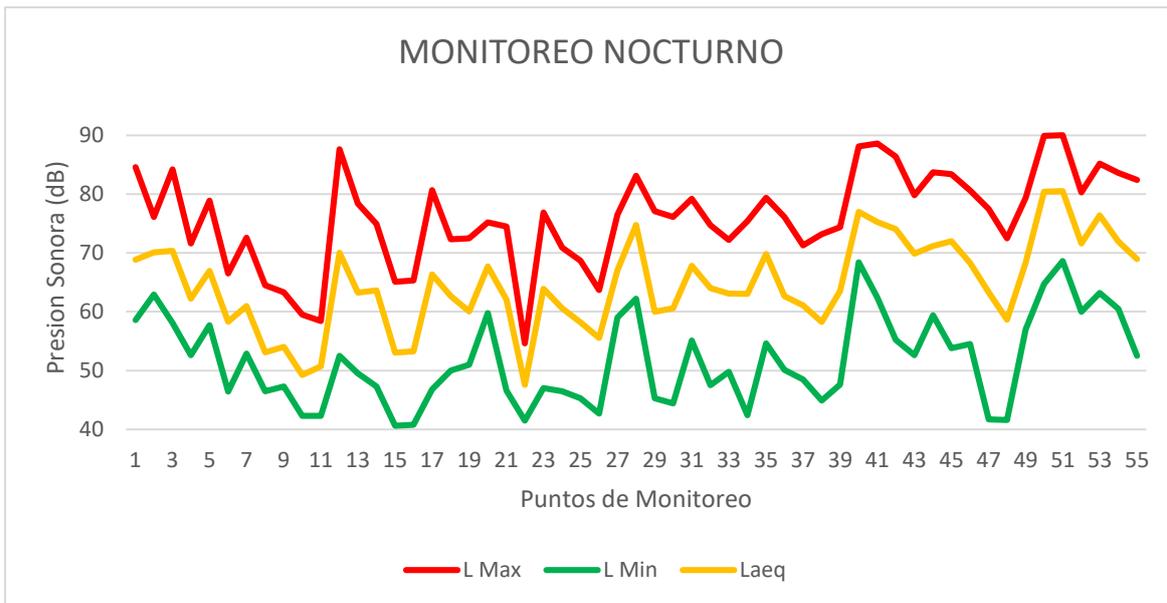


Gráfico 2 Registros del Lmax, Lmín y LAeq en horario nocturno

A continuación, se presenta los gráficos de los niveles obtenidos clasificados mediante Zonas (Zona de Protección Especial, Residencial, Comercial e Industrial), en comparación con los ECA para Ruido D.S. N° 085-2003-PCM, según los horarios diurno y nocturno respectivamente.

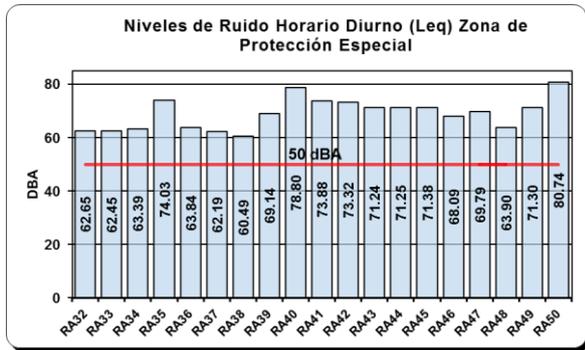


Gráfico 3 Zona de Protección Especial Diurno

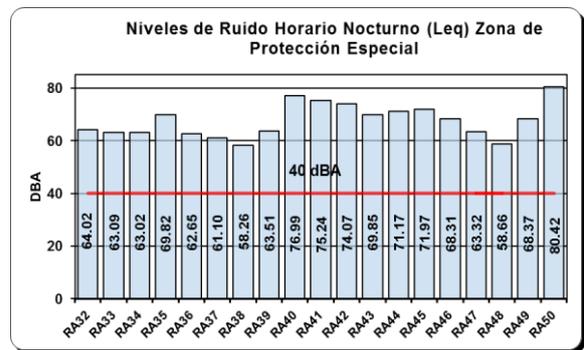


Gráfico 4 Zona de Protección Especial Nocturno

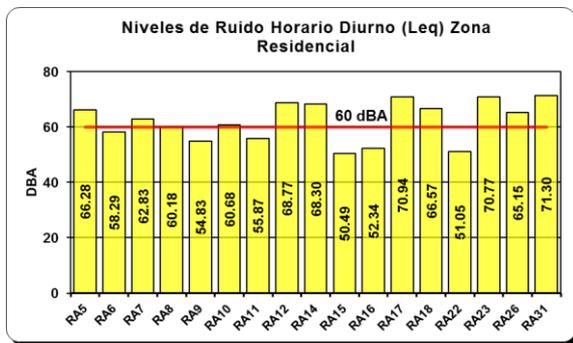


Gráfico 5 Zona de Residencial Diurno

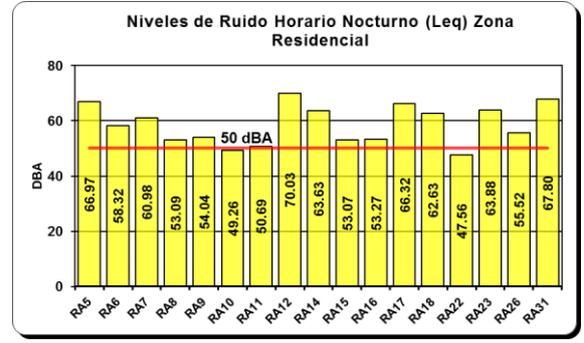


Gráfico 6 Zona Residencial Nocturno

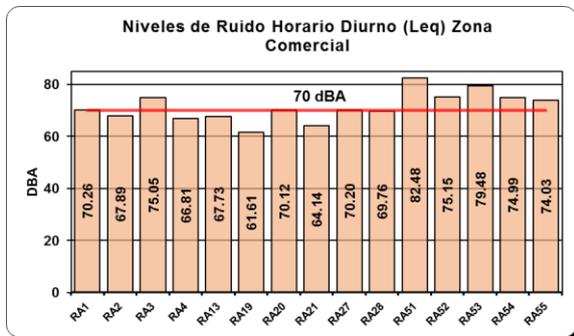


Gráfico 7 Zona Comercial Diurno

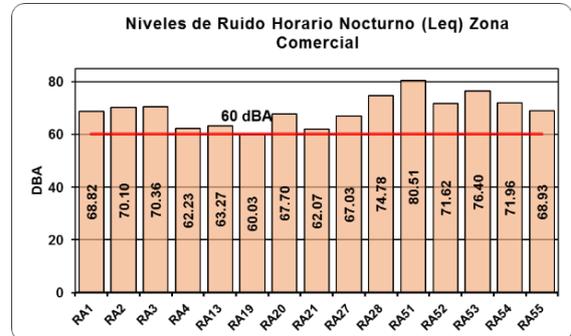


Gráfico 8 Zona Comercial Nocturno

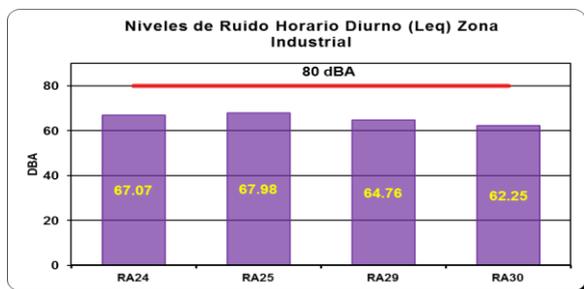


Gráfico 9 Zona Industrial Diurno

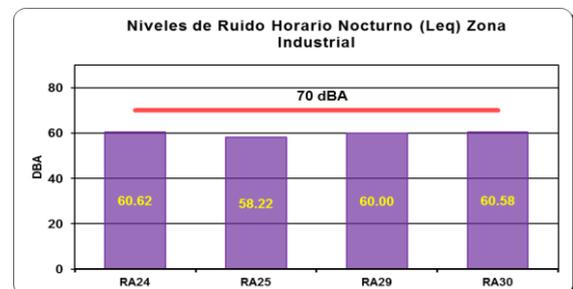


Gráfico 10 Zona Industrial Nocturno

Los niveles de presión sonora obtenidos en los 19 puntos de medición para zona de Protección especial Gráfico 3 y 4, alcanzaron valores muy altos superando significativamente los ECA de ruido 50 (dB) para horario diurno y 40 (dB) para horario nocturno, siendo de 80.74 dB y 80.42 dB respectivamente los valores obtenidos en la Av. Las Torres (Parque Zoológico de Huachipa), esto debido al permanente congestionamiento vehicular durante el periodo monitoreado. Del mismo modo la evaluación de ruido en el Cercado de la ciudad de Piura registró que el 100% de los puntos medidos en las zonas de protección especial en tres horarios, sobrepasaban los Estándares de Calidad de Aire para Ruido ambiental (Timaná, 2017). todos los ECA tanto en el horario diurno como en el nocturno.

De los 17 puntos considerados como Zona Residencial del C.P. Santa María de Huachipa, en el Gráfico 5 se percibe que 11 puntos de medición presentaron valores superiores para el ECA de Ruido en horario diurno (60 dB), siendo el mayor nivel de ruido en Av. Los Laureles/ Av. El Polo con el valor de 71.30 dB y de acuerdo al Gráfico 6 para el horario nocturno se registraron 15 puntos de medición que presentaron valores superiores al ECA de Ruido (50 dB), registrando el valor más alto de 70.03 dB en Ca. Las Cigüeñas/ Jr. Los Canarios. Según Solís (2013) en una población encuestada el 67,80% indicaron que la fuente principal del ruido es el tráfico vehicular, en el cual registró niveles de ruido entre 75 a 90 decibeles sobrepasando los ECA de Ruido, del mismo modo Vargas (2014) señala que la ocurrencia de los niveles de ruido durante el día se debe al tránsito vehicular determinándose niveles de ruido entre 65 (dB) y 75 (dB) superando la norma nacional.

Para la Zona Comercial Gráfico 7 y 8 se consideraron 15 puntos de medición, de los cuales 9 puntos presentaron valores superiores al ECA de Ruido en horario diurno (70 dB), registrándose el nivel más alto de ruido en el punto RA 51, Av. Las Torres/ Av. Carapongo, con un valor de 82.48 dB. Para el caso del horario nocturno (60 dB), también superaron los ECA en los 15 puntos, siendo la misma Av. Las Torres/ Av. Carapongo, con un valor de 80.51 dB; de igual forma en una evaluación realizada de las principales avenidas de Santa Clara –Ate, indica que los registros reportados es debido al alto flujo vehicular, que poseen las carretas centrales de la ciudad de Lima (Rosales, 2017).

En relación a la Zona Industrial Gráfico 9 y 10 compuesta por 4 puntos de medición no superaron los ECA de Ruido para el horario diurno (80 dB), y horario nocturno (70 dB), siendo el valor más representativo de 67.98 dB en la Av. Las Águilas/ Ca. Tokio. En este caso el ruido generado durante la medición fue mixta, ya que la fuente de ruido provenía de la circulación de vehículos y de las actividades industriales.

En las Figuras 4 y 5, se visualizan los diferentes ambientes sonoros presentes en el C.P Santa María de Huachipa, identificándose las zonas con altos niveles de ruido, las zonas comerciales, de protección especial y las zonas con menor influencia de ruido que corresponden a zonas residenciales.

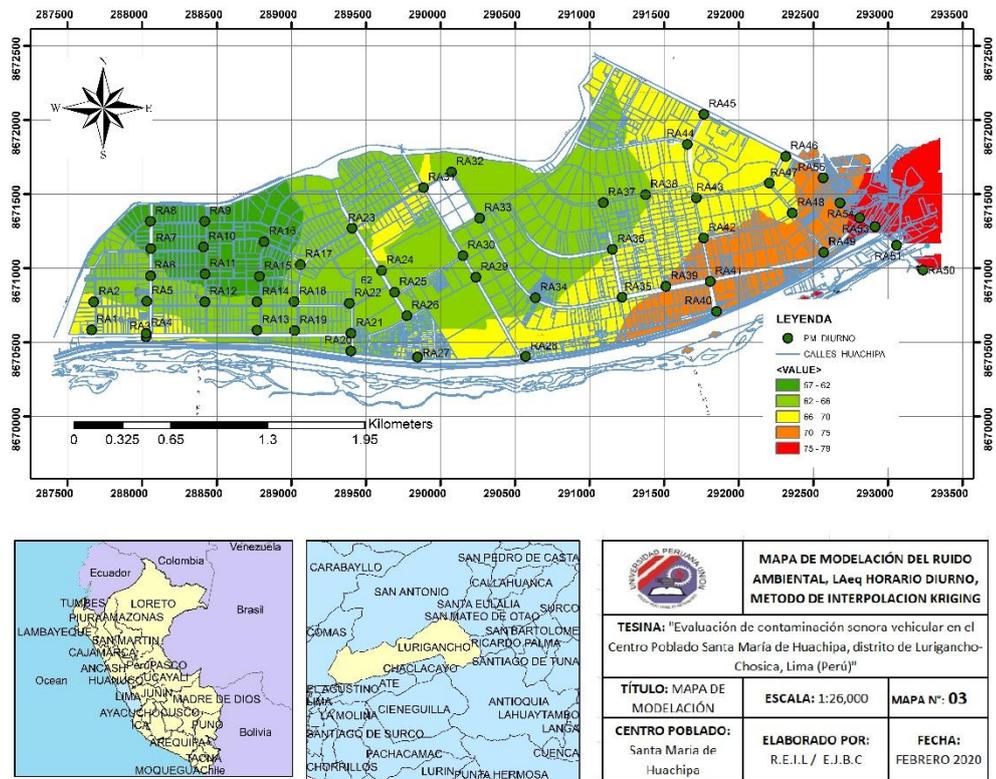


Figura 4. Mapa de modelación de Ruido ambiental en el horario diurno
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4 se aprecia el mapa de ruido en el horario diurno, clasificado en 5 rangos de medición, los niveles de presión sonora más altos, están representado de color rojo con un rango de 75 a 79 dB, y principalmente es la Av. Las Torres (Zoológico de Huachipa) y Av. Las Torres con Av. Carapongo, ambas de gran flujo vehicular, la primera corresponde a una avenida muy transitada por vehículos tanto livianos como pesados, en esta zona hay un lugar turístico conocido como el “Parque Zoológico de Huachipa”, lugar que a diario es visitada por turistas y público en general, la segunda intersección es un punto crítico, que conforma con otras vías como la auxiliar Ramiro Priale y el ingreso a la localidad de Carapongo. Por otra parte, los niveles de presión sonora bajos se representan de color verde oscuro con un rango de 57 a 62 dB, que comprende el punto RA15 Ca. Los Condores/ Jr. Las Golondrinas, que corresponde a la zona residencial de poca influencia vehicular.

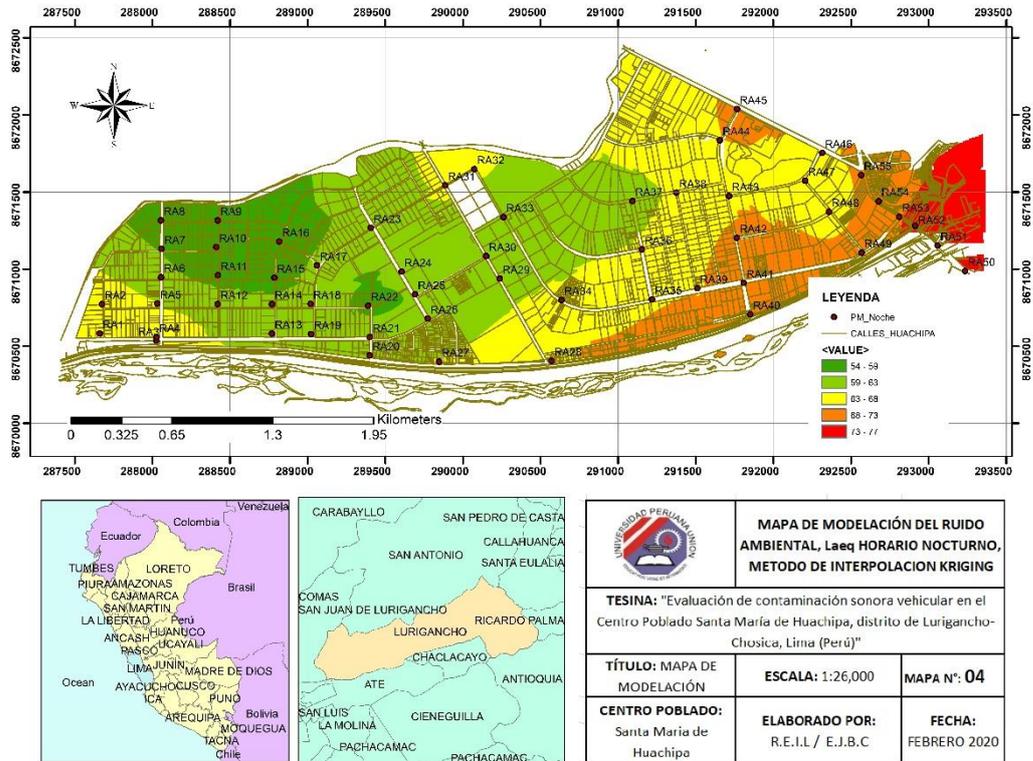


Figura 5. Mapa de modelación de Ruido ambiental en el horario nocturno

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5 se aprecia el mapa de ruido en el horario nocturno, donde los niveles de presión sonora más altos, están representado de color rojo con un rango de 73 a 77 dB, y principalmente es la Av. Las Torres (Zoológico de Huachipa) y Av. Las Torres con Av. Carapongo. Por otra parte, los niveles de presión sonora bajos se representan de color verde oscuro con un rango de 54 a 59 dB y aquí se encuentra principalmente el punto RA22 Ca. Las Codornices/ Jr. Los Canarios, perteneciente a la zona residencial, siendo de poca influencia vehicular, debido a la poca actividad urbana que generalmente se produce en esta zona del Centro Poblado.

En el Gráfico 11 y 12, se muestra la cantidad de vehículos registrados durante la medición del ruido ambiental en los horarios establecidos.

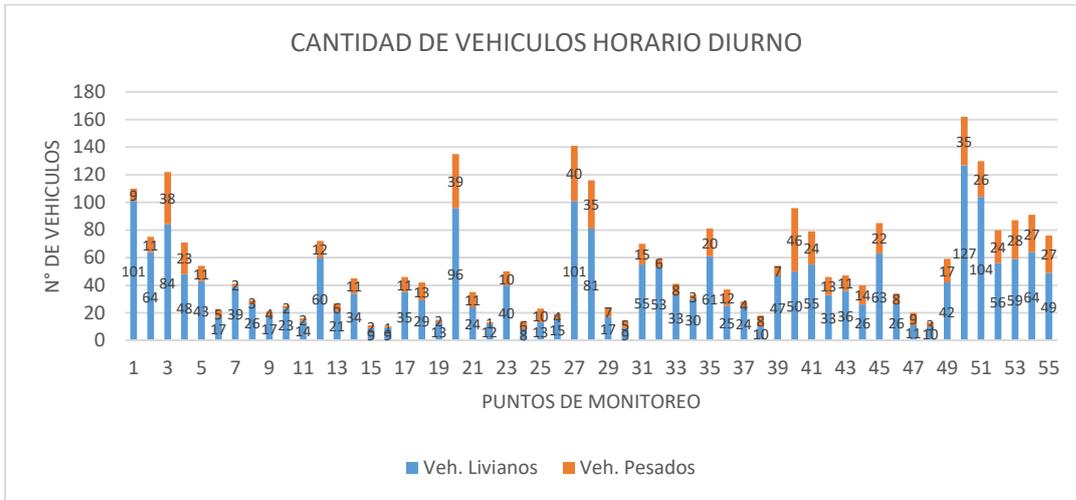


Gráfico 11 Flujo vehicular en los puntos de medición en horario diurno

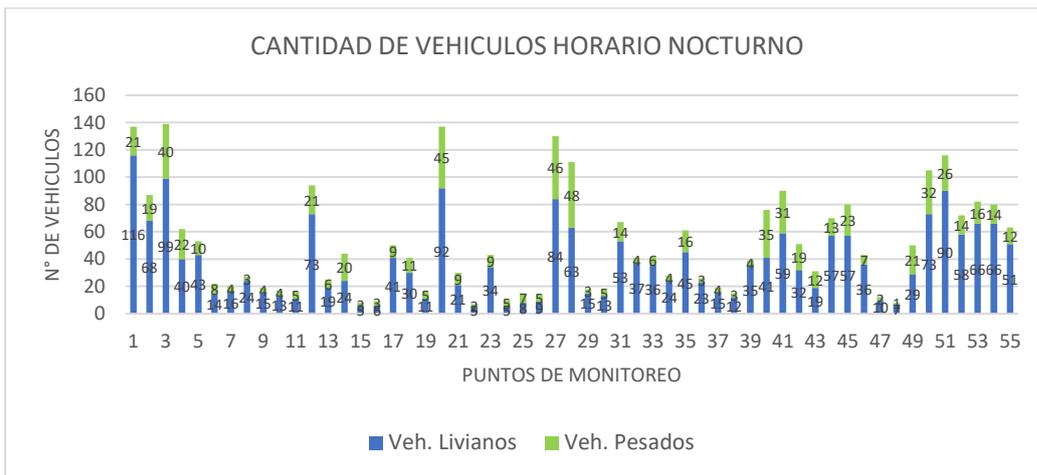


Gráfico 12 Flujo vehicular en los puntos de medición en horario nocturno

De acuerdo a los Gráficos 11 y 12, en los dos horarios de medición de ruido, se obtuvo cantidades mayores a 100 vehículos en 7 puntos (RA1, RA3, RA20, RA27, RA28, RA50, RA51) para los horarios diurno y nocturno, siendo el mayor flujo representativo los vehículos livianos. Durante la medición, en el horario diurno se presenció mayor circulación vehicular en el punto RA 50 (Avenida las Torres) referencia Zoológico de Huachipa, un total de 162 vehículos entre livianos y pesados. Por otro lado, en el horario nocturno el mayor flujo vehicular registrado fue en el punto RA3 (Ram. Prialé/ Av. Los Tucanes) con un total de 134 vehículos.

DISCUSIÓN

Examinando los LAeq obtenidos en los horarios evaluados, de los 55 puntos de medición se evidenció que en el horario diurno de 7:00-10:00am, 39 puntos registraron niveles mayores de ruido que superaron los ECA de Ruido en horario diurno al comparar según zona para dicho horario. Sin embargo, al evaluar los registros de LAeq durante el horario nocturno de 6:00-9:00 pm, la cifra aumentó considerablemente ya que 49 puntos superaron los ECA de Ruido establecido para el horario nocturno; que según Quintero (2013) los altos registros probablemente están relacionados a la influencia de diversos factores clave que aumentaron los niveles de ruido, tales como el tipo de vía, congestión vehicular, tipo de vehículo, claxon, procesos de aceleraciones y desaceleraciones innecesarias, estos agentes principales del ruido están relacionadas entre el funcionamiento del transporte y el comportamiento de los conductores, lo cual a través de los años se está convirtiendo en un problema de cultura y educación vial en muchas ciudades (Pacheco, 2017).

Según el ranking de los diez puntos con mayor nivel de presión sonora en la Provincia de Lima, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) ubica en el quinto lugar al punto Av. Las Torres con vía de acceso a Carapongo, evaluado en el distrito de Lurigancho, en dicha intersección se registró un alto nivel de presión sonora de 82.7 dB, superando considerablemente el ECA para ruido ambiental para zona comercial (70 dB) en horario diurno (OEFA, 2016). De forma similar en la evaluación realizada el presente año 2020, se registró que dicho punto alcanzó un valor de 82.48 dB durante el horario diurno, dicha ubicación es considerado uno de los puntos con valores de ruidos más altos del distrito de Lurigancho, ya que es conocido por el constante congestionamiento vehicular durante el horario del día.

Realizando un análisis de los resultados obtenidos en los mapas de ruido Figura 4 y 5 con el modelo aplicado tanto en el horario diurno como nocturno se visualiza de manera detallada la realidad acústica del lugar de estudio, siendo la zona de protección Especial las que sobrepasan los ECA de ruido. Chau & Buitrago (2019) evaluaron el ruido ambiental en sitios médicos en el lugar de Barrios Unidos, Bogotá, plasmando los resultados en mapas de ruido utilizando el software SoundPlan. El hecho de llevar la data recopilada a un SIG permite interpolar los datos, revelando el comportamiento del ruido. Los mapas acústicos son efectivos para prevenir la contaminación acústica, lo que resulta una herramienta novedosa para Cuba en la actualidad (Fallis, 2013).

Con respecto al conteo de vehículos, los 7 puntos que corresponden a los mayores registros de vehículos descritos, pertenecen a las intersecciones con la autopista Ramiro Prialé, cuya carretera sufre constantemente de congestión vehicular principalmente en horas de la tarde y noche, cuando la población retorna en diversas unidades después de las labores del día. Algunas condiciones como la falta de educación vial, ligada a las actitudes desesperadas de los conductores por llegar a su destino, la prisa por llegar al siguiente punto de actividad económica, caen rápidamente en la neurosis colectiva por embotellamientos inesperados (Pacheco, 2017). En ese sentido la aglomeración de vehículos, asociado al uso excesivo del claxon (Ramírez & Domínguez, 2015), son los factores causales para la emisión de niveles de ruido que superan los valores límites. Los cuales repercuten en las experiencias perturbadoras de las personas que utilizan las instalaciones como escuelas, parques y casas a lo largo de estas autopistas Ozer et al (2009).

CONCLUSIONES

La evaluación de ruido vehicular en el Centro Poblado Santa María de Huachipa evidencia una contaminación sonora, pues de los 55 puntos de medición se obtuvieron registros superiores a los ECA para Ruido D.S N°085-2003-PCM en 39 puntos de medición (70.9%) en el horario diurno y en 49 puntos (89%) durante el horario nocturno, considerándose un factor perjudicial para los residentes cercanos. Además, los valores registrados en 19 puntos de medición de la zona de protección especial superaron los ECA para Ruido en ambos horarios.

Los mapas de ruido elaborados para los horarios diurno y nocturno constituyen los valores registrados de los puntos de medición de acuerdo a la clasificación para 4 zonas de uso de suelo, Zona de Protección Especial, Residencial, Comercial e Industrial. Dichos registros están representados por colores que expresan los niveles de ruido alcanzados. En ellos se percibe que existe mayor contaminación sonora en la zona comercial en ambos horarios.

El punto de medición con mayor incidencia de ruido vehicular concierne al punto RA 51 (Av. Las Torres/ Av. Carapongo), el cual para los horarios diurno y nocturno alcanzó registros de 82.48 dB y 80.51 dB, valores que excedieron a los ECA para Ruido.

En relación con la cantidad de vehículos registrados para los dos horarios de medición, se obtuvo cantidades mayores a 100 vehículos en 7 puntos (RA 1, RA 3, RA 20, RA 27, RA 28, RA 50, RA 51), en un periodo de 10 minutos para los horarios diurno y nocturno, siendo el mayor flujo representativo los vehículos livianos.

RECOMENDACIONES

- ✓ A la Municipalidad del Centro Poblado Santa María de Huachipa, contar con un plan de mejoramiento de calidad ambiental en ruidos, implementar reglamentos en ruidos ambientales y velar por su cumplimiento, para reducir el grado de la contaminación sonora, y brindar mejor calidad de vida a los ciudadanos.
- ✓ Realizar campañas de sensibilización a la población en la importancia de utilizar sistemas de transporte masivo o alternativo que minimicen la tenencia y utilización del automóvil privado.
- ✓ Realizar próximas evaluaciones de ruido en fechas variadas para tener una perspectiva amplia del comportamiento del ruido vehicular a lo largo del año, elaborando mapas representativos según las zonas establecidas.

Agradecimientos

A la Municipalidad del Centro Poblado Santa María de Huachipa por otorgar el permiso al monitoreo del ruido ambiental en todas las zonas del Centro Poblado y también por facilitarnos el plano de zonificación de uso de suelo, el cual nos ayudó para la comparación de los ECA ruido con los resultados obtenidos y también al Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio, por brindarnos su asesoría en la elaboración de la presente investigación.

Referencias

- Barceló Pérez, C., & González Sánchez, Y. (2018). Sonidos urbanos inusuales en una vecindad al Oeste de la ciudad de La Habana. *Revista Cubana de Salud Pública*, 44(3), 1–18.
- Basner, M., Babisch, W., & Davis, A. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Cano, J. A. (2009). *Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en aeropuertos, estudio de caso: Aeropuerto Olaya Herrera De La Ciudad De Medellín*. <https://doi.org/10.7202/1016404ar>
- Chaux, L. M., & Buitrago, B. A. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista Científica*, 2(35), 234–246. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>
- Cohen, M. A., & Castillo, O. S. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios Demograficos Y Urbanos*, 32(1), 65–96.
- Delgadillo, M. (2017). *Evaluación de Contaminación Sonora Vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2015*. Univerisdad Peruana Unión, Tarapoto.
- Fallis, A. . (2013). Procedimiento para la evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de regla (Cuba) utilizando sistemas de información geográfica. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- García, D. (2010). *Estudio acústico generadopor el tráfico de la población de L'olleria*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014). Environmental noise pollution in the United States: Developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115–119. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307272>
- IEC. (2002). Norma Internacional IEC 61672_1 2002 (1st ed., pp. 1–44). Ginebra, Suiza.
- Jariwala, H. J., Syed, H. S., & Pandya, M. J. (2017). Noise Pollution & Human Health : A Review. *Indoor and Built Environment*, (August), 1–4. <https://doi.org/10.1177/1420326X10370532>
- Layza, M., & Mejía, D. (2018). Tránsito y congestión vehicular en la contaminación sonora en vías de transporte público. *Cientifi-K*, 6(1), 30–35. <https://doi.org/dx.doi.org/10.18050/Cientifi-k.v6n1a3.2018>
- MINAM. (2013). Protocolo Nacional de Monitoreo de ruido ambiental- AMC N° 031-2011-MINAM/OGA Pacific. *El Peruano*, 1, 21. Retrieved from <http://www.munibustamante.gob.pe/archivos/1456146994.pdf>
- MTC. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos, 1–119.
- Mundiario. (2017). La contaminación que Lima no quiere oír, p. 10.
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J. D., Pardo, A., & Rendón, J. (2012). a Comparison of Interpolation Methods for Creating Noise Maps in Urban Environments Une Comparaison Des Methodes D ' Interpolation Pour La. *Dialnet*, 3(1), 62–68.
- OEFA. (2016). *La Contaminación sonora en Lima y Callao*.
- Olague Caballero, C. O., Wenglas-Lara, G., & Duarte-Rodríguez, J. G. (2017). Contaminación por ruido en carreteras de acceso a la ciudad de Chihuahua. *CienciaUAT*, 11(1), 101.

<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v11i1.551>

- OMS. (2019). *Sordera y pérdida de la audición*.
- Ozer, S., Yilmaz, H., Yeşil, M., & Yeşil, P. (2009). Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey. *Scientific Research and Essays*, 4(11), 1205–1213.
- Pacheco, C. M. (2017). Educación vial en la era digital: cultura vial y educación permanente. *Diálogos Sobre Educación. Temas Actuales En Investigación Educativa*, 8(15), 1–14. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-21712017000100011&lang=pt
- Quintero, J. (2013). El ruido del tráfico vehicular y sus efectos en el entorno urbano y la salud humana. *Puente (Universidad Pontificia Bolivariana)*, (1), 93–99.
- Ramírez, A., & Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: Problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 35(137), 509–530.
- Ramírez, A., & Domínguez, E. A. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión Y Ambiente*, 18(1), 17–28.
- Rosales, J. (2017). *Efectos de la contaminación sonora de los vehículos motorizados terrestres en los niveles de audición de los pobladores de la localidad de Santa Clara– Ate 2017*. Universidad César Vallejo. Universidad César Vallejo.
- Santos, E. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. *Diseño Y Tecnología*, 10(1), 11–15.
- SENAMHI. (2020). Variables Meteorológicas del distrito de Huachipa.
- Solís, I. (2013). Influencia de la contaminación sonora en la salud pública del poblador del mercado de Lima. *Paideia XXI*, 3(4), 47–59.
- Soto, Y., Cruzado, C., & Carbajal, H. (2017). *Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el decreto supremo n°085-2003-pcm reglamento de estándares de calidad ambiental, Jaén, Cajamarca*. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17162/rictd.v1i2.951>
- Timaná, M. (2017). *Nivel de ruido ambiental en el Mercado de la ciudad de Piura*. Universidad Nacional de Piura.
- Vargas, I. (2014). *Evaluación del impacto acústico generado por el tráfico vehicular en las vías circundantes al Cuartel General del Ejército del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibración de Sonómetro.

Instrumentación y Gestión en Metrología		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
<i>Área de Metrología</i>		NÚMERO LAI-00012-2016	
<i>Laboratorio de Acústica</i>		Expediente: N° 00003-IM-2016	

Patrones Utilizados:

INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CALIBRATOR SOUND LEVEL	SCA1047-09172017	NIST - USA
SOUND LEVEL METER CLASS 1	LAC - 051 - 2015	SNM-INDECOPI

Resultados de la Calibración

AJUSTE DEL SONOMETRO A UN VALOR DE REFERENCIA DEL PATRÓN

MODO: Ponderación dBA / Respuesta SLOW @ 1,000kHz.

VALOR PATRÓN	VALOR MEDIDO POR EL EQUIPO	UNID.	FACTOR DE CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE	ERROR MÁXIMO PERMITIDO
94,0	94,0	dB	0,0	0,5	± 1,5

ENSAYOS DE CALIBRACION

MODO: Ponderación dBA / Respuesta SLOW @ 1,000kHz.

VALOR PATRÓN	VALOR MEDIDO POR EL EQUIPO	UNID.	FACTOR DE CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE	ERROR MÁXIMO PERMITIDO
40,0	39,1	dB	0,9	0,6	± 1,5
50,0	49,5	dB	0,5	0,6	± 1,5
60,0	59,6	dB	0,4	0,5	± 1,5
70,0	69,7	dB	0,3	0,5	± 1,5
80,0	79,8	dB	0,2	0,5	± 1,5
90,0	89,9	dB	0,1	0,5	± 1,5
94,0	94,0	dB	0,0	0,5	± 1,5
100,0	98,7	dB	1,3	0,8	± 1,5
110,0	106,9	dB	3,1	0,9	± 1,5

Nota: El error corregido fue de 1,5db.
E.M.P: Es el error máximo permitido, según se indica en el manual del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 2. Fotografías de la medición de Ruido en horario Diurno: 7:00-10:00am



Foto 1. Punto de medición de Ruido RA41
(Av. Huachipa/ Av. Circunvalación)



Foto 2. Punto de medición de Ruido RA42
(Av. Huachipa/ Ca. Las Acacias)



Foto 3. Punto de medición de Ruido RA50
(Av. Las Torres – Parque Zoológico de Huachipa)



Foto 4. Punto de medición de Ruido RA53
(Av. Las Torres/ Av. Circunvalación)

Anexo 3. Fotografías de la medición de Ruido en horario Nocturno: 6:00-9:00am



Foto 5. Punto de medición de Ruido RA48 (Ca. Jacaranda/ Ca. Las Acacias)

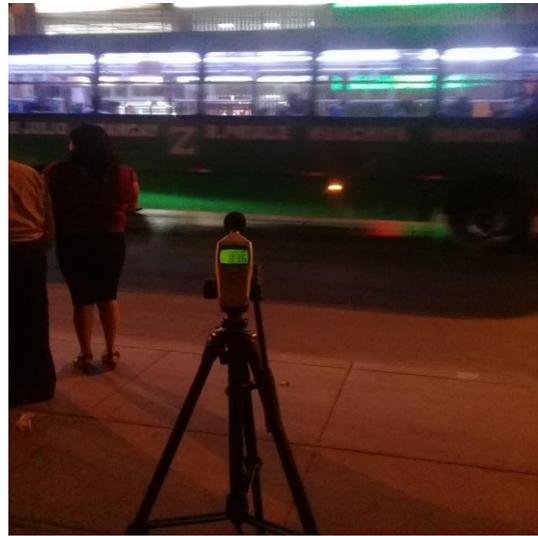


Foto 6. Punto de medición de Ruido RA50 (Av. Las Torres (Parque Zoológico de Huachipa)

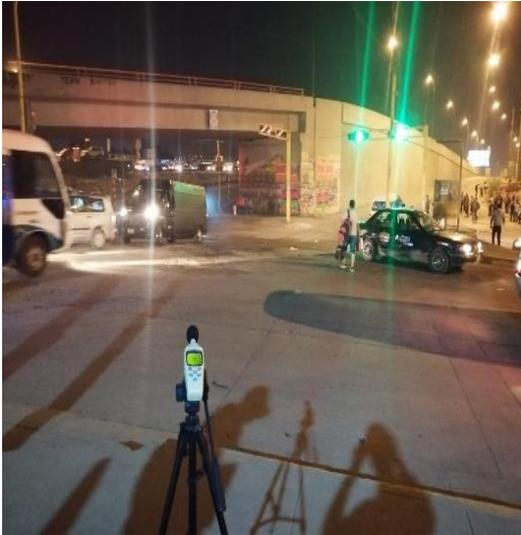


Foto 7. Punto de medición de Ruido RA52 Av. Las Torres (Av. Las Torres/ Av. Carapongo - Grifo)



Foto 8. Punto de medición de Ruido RA53 (Av. Las Torres/ Av. Circunvalación)

