

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“CARACTERIZACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL VEHICULAR
E INDUSTRIAL EN ZONAS MIXTAS DEL DISTRITO DE SANTA
ANITA-SETIEMBRE-OCTUBRE Y DICIEMBRE 2018”**

Presentada por:

YESENIA ISAMAR FASANANDO PÁUCAR

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Lima – Perú

2022

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“CARACTERIZACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL VEHICULAR
E INDUSTRIAL EN ZONAS MIXTAS DEL DISTRITO DE SANTA
ANITA-SETIEMBRE-OCTUBRE Y DICIEMBRE 2018”**

Presentada por:

YESENIA ISAMAR FASANANDO PÁUCAR

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Ph.D. Sergio Pacsi Valdivia
PRESIDENTE

Mg. Sc. Juan Carlos Chang Chan Fun
MIEMBRO

Ing. Franklin Delio Unsihuay Tovar
MIEMBRO

Mg. Sc. Luis Shuseki Yoza Yoza
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Elizabeth y Francisco, quienes siempre con su cariño, paciencia, soporte y dedicación me han motivado a crecer personal, profesionalmente; lo cual me ha permitido cumplir cada una de mis metas. A mis hermanos Daniel y Jhonny que me brindan siempre su apoyo incondicional y hacen que cada tramo por recorrer sea de aprendizaje y agradable.

De manera especial dedico esta tesis, en memoria a mi amado abuelito Simeón Paucar Arzapalo, quién siempre estuvo a mi lado, me acompañó en cada etapa de mi vida y que desde ahora me acompañará espiritualmente en cada logro y camino por recorrer.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme fortaleza y guiar mi camino diario, a mis padres y hermanos por ser mi soporte y darme todo su apoyo para comenzar y culminar mi carrera profesional y la realización de este trabajo desde el inicio hasta el final.

Al Mg. Sc. Luis Yoza Yoza y a mis miembros de jurado de sustentación por: su tiempo, paciencia y dedicación para la realización del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Bianca Villanueva por sus consejos, conocimientos y apoyo en la gestión con la Municipalidad de Santa Anita, para acceder a préstamos de equipo e información necesaria, para el desarrollo del presente estudio

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos de la investigación.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	5
2.2 Conceptos básicos del sonido	6
2.2.1. Magnitudes físicas del sonido	6
2.3 Conceptos básicos del ruido	7
2.3.1 Ruido total.....	8
2.3.2 Ruido específico.....	8
2.3.3 Ruido de fondo.....	8
2.3.4 Curvas de ponderación temporal	9
2.3.5 Curvas de ponderación frecuencial.....	9
2.3.6 Tipos de ruido en función del tiempo	10
2.3.7 Tipos de ruido en función de la frecuencia	13
2.4 Conceptos de ruido ambiental	14
2.4.1 Ruido de tráfico vehicular	14
2.4.2 Ruido de la zona industrial	15
2.5 Conceptos utilizados para caracterizar el ruido ambiental.....	17
2.5.1 Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq).....	17
2.5.2 Valor máximo de nivel de presión sonora (L _{máx})	17
2.5.3 Valor mínimo de nivel de presión sonora (L _{mín})	18

2.5.4	Valor pico del nivel de presión sonora (Lpk).....	18
2.5.5	Espectro de frecuencia del ruido	18
2.5.6	Banda de octava	19
2.6	Propagación del ruido ambiental	19
2.6.1	Tipos de fuente.....	20
2.6.2	Distancia desde la fuente	20
2.6.3	Obstáculos	20
2.6.4	Efectos del suelo	21
2.6.5	Condiciones meteorológicas	21
2.7	Medición del ruido ambiental.....	23
2.7.1	Sonómetro	23
2.7.2	Horario diurno.....	24
2.7.3	Horario nocturno	24
2.7.4	Tipos de zona	24
2.7.5	Términos de infraestructura vial.....	25
2.8	Contaminación sonora	26
2.8.1	Efectos adversos de la contaminación sonora en la salud	26
2.9	Mapa de ruido	28
2.10	Normativa.....	29
2.10.1	UNE-ISO 1996-1:2005. Parte 1	29
2.10.2	UNE-ISO 1996-2:2009. Parte 2.....	29
2.10.3	DS N°085-2003-PCM	30
2.10.4	R.M. 227-2013-MINAM.....	31
2.10.5	Ley Orgánica de Municipalidades N°27972.....	31
2.10.6	Decreto de Alcaldía N°00003-2018/MDSA	31
2.10.7	Ordenanza municipal N°205-2016/MDSA.....	31
III.	MATERIALES Y METODOLOGÍA	34
3.1	Tipo de investigación.....	34
3.1.1	Área de estudio	34

3.1.2	Ubicación geográfica	35
3.1.3	Zona de estudio	37
3.2	Población.....	40
3.3	Materiales.....	41
3.4	Equipos.....	41
3.5	Métodos o procedimiento	43
3.5.1	Definición de la zona de estudio.....	43
3.5.2	Caracterización del ruido en la zona de estudio	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1	Caracterización de la zona de estudio	47
4.2	Caracterización meteorológica	60
4.3	Nivel de ruido total y el ruido de fondo	63
4.4	Análisis de información	65
4.5	Evaluación del nivel de ruido ambiental	66
4.6	Análisis del nivel de ruido según Estándar de Calidad Ambiental	70
4.7	Evaluación del ruido vehicular	76
4.8	Evaluación del ruido ambiental de la zona industrial	85
4.9	Ponderación A y C para ruido vehicular y en zona industrial	88
4.10	Diferencia entre ponderación C y A (Lc-a).....	90
4.11	Evaluación del ruido en espectro de frecuencias	91
4.12	Mapas de ruido horarios diurno y nocturno	97
V.	CONCLUSIONES	106
VI.	RECOMENDACIONES.....	107
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	109
VIII.	ANEXOS	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de frecuencias y tonos diferentes.....	7
Tabla 2: Criterios para corregir el nivel de ruido	8
Tabla 3: Efectos y causas de la contaminación sonora en la industria	16
Tabla 4: Distribución normalizada en bandas de octava.....	19
Tabla 5: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.....	30
Tabla 6: Sanciones establecidas por la Municipalidad de Santa Anita.....	32
Tabla 7: Puntos de monitoreo, coordenadas y ubicación	39
Tabla 8: Descripción de la zona de estudio en cada punto de medición.....	48
Tabla 9: Condiciones meteorológicas de la zona de estudio en horario diurno	61
Tabla 10: Condiciones meteorológicas de la zona de estudio en horario nocturno.....	62
Tabla 11: Corrección por ruido de fondo horario diurno y nocturno	63
Tabla 12: Variación del nivel de ruido (LAeq) en el horario diurno y nocturno	68
Tabla 13: Características de las vías en el área de estudio	76
Tabla 14: Variación del nivel de ruido y velocidad promedio, diurno y nocturno.....	78
Tabla 15: Flujo de vehículos en horario diurno y nocturno en el área de estudio.....	81
Tabla 16: Características de las industrias	86
Tabla 17: Cálculo del ruido vehicular registrado durante el horario diurno	87
Tabla 18: Corrección por ruido de fondo para frecuencias en bandas de octava	92
Tabla 19: Cálculo del ruido de la zona industrial en el punto ZC02	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Características del movimiento de una onda	6
Figura 2: Curvas de ponderación A y C.....	10
Figura 3: Ruido estable	11
Figura 4: Ruido fluctuante.....	11
Figura 5: Ruido intermitente	12
Figura 6: Ruido transitorio	12
Figura 7: Ruido impulsivo.....	13
Figura 8: Espectro en bandas de octavas y tercio de octavas	19
Figura 9: Propagación de la onda sonora en presencia de un obstáculo	21
Figura 10: Efecto de la temperatura en el ruido	22
Figura 11: Efecto del aire en la propagación del ruido	22
Figura 12: Zonas según el uso de suelo del distrito de Santa Anita	34
Figura 13: Distrito de Santa Anita y límites distritales.....	36
Figura 14: Zona de estudio.....	37
Figura 15: Límites de la zona de estudio	38
Figura 16: Habitantes del distrito de Santa Anita del 2008 al 2016	40
Figura 17: Emisión de una fuente fija (industria) y vehicular.....	44
Figura 18: Punto de monitoreo de ruido de fondo.....	45
Figura 19: Nivel de presión sonora y su respectivo color	46
Figura 20: Zonificación del área de estudio en el distrito de Santa Anita	59
Figura 21: Variación del flujo vehicular y nivel de ruido en el horario diurno	64
Figura 22: Variación del flujo vehicular y nivel de ruido en horario nocturno.....	64
Figura 23: Variación del nivel de ruido continuo (L_{eq}), mínimo ($L_{mín}$).....	65
Figura 24: Variación del nivel de ruido continuo (L_{eq}), mínimo ($L_{mín}$) y máximo ($L_{máx}$), horario nocturno.....	66
Figura 25: Nivel de ruido ponderado en A (L_{Aeq}) del horario diurno vs nocturno.....	70
Figura 26: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno, zona protección especial	71

Figura 27: Evaluación del ECA – Ruido horario nocturno en zona protección especial.....	72
Figura 28: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona residencial.....	72
Figura 29: Evaluación del ECA-Ruido horario nocturno - zona residencial	73
Figura 30: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona comercial	74
Figura 31: Evaluación del ECA-Ruido horario nocturno en zona comercial	74
Figura 32: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona industrial.....	75
Figura 33: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona industrial.....	76
Figura 34: Variación del flujo vehicular y el nivel de ruido en horario diurno.....	83
Figura 35: Variación del flujo vehicular y el nivel de ruido en horario nocturno	84
Figura 36: Nivel de ruido continuo equivalente vehicular e industrial.....	88
Figura 37: Curva en ponderación A y C en el horario diurno	89
Figura 38: Curva en ponderación A y C en el horario nocturno	89
Figura 39: Diferencia entre las curvas C y A en el horario diurno	90
Figura 40: Diferencia entre las curvas C y A en el horario nocturno	91
Figura 41: Espectro en bandas de octavas en los puntos CI01 Y CI03	92
Figura 42: Espectro en bandas de octavas en el punto CI01	93
Figura 43: Espectro en bandas de octavas en el punto ZC02.....	95
Figura 44: Espectro en bandas de octavas en el punto SR09	96
Figura 45: Espectro en bandas de octavas en el punto LR08.....	96
Figura 46: Espectro en bandas de octavas en el punto LR09	97
Figura 47: Mapa del nivel de ruido (Leq) horario diurno	99
Figura 48: Mapa del nivel de ruido (Leq) horario nocturno	101
Figura 49: Mapa de ruido (Lc-a) horario diurno	103
Figura 50: Mapa de ruido (Lc-a) horario nocturno.....	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Distribución de puntos de monitoreo	119
Anexo 2: Ficha de campo para medición de ruido para horarios diurno y nocturno.....	147
Anexo 3: Rosa de vientos del horario diurno y nocturno.....	149
Anexo 4: Corrección de ruido de fondo en bandas de octava para el punto ZC02	150
Anexo 5: Corrección de ruido de fondo en bandas de octava para SR09, LR08 y LR09.....	151

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es caracterizar el ruido ambiental generado por el tránsito automotor e industrial; en las zonas mixtas de las avenidas Los Rosales, Santa Rosa, Colectora Industrial y Cascanueces del distrito de Santa Anita, priorizando las zonas residenciales y zonas de equipamiento (establecimientos de salud, instituciones educativas u otros) que colindan con zonas industriales y comerciales, identificadas así según el uso de suelo del municipio. Además, se busca contribuir con información técnica que sea de utilidad para las autoridades competentes, mejorar las condiciones ambientales mediante recomendaciones, mejorar la toma de decisiones y fortalecer las funciones de control y fiscalización ambiental según las ordenanzas municipales y normas nacionales vigentes establecidas para regular los niveles de ruido. La importancia del estudio en estas zonas mixtas, radica en que el ruido de las industrias y el parque automotor pueden manifestarse aisladas o combinadas, en algunas ocasiones combinadas con ruido de comercios e interactúan con Instituciones Educativas y viviendas. El ruido del tránsito vehicular y el que generan algunas industrias se miden en función del nivel continuo equivalente ponderado en A y C y la diferencia en decibeles (Lc-a) y la presión sonora en función de las frecuencias en bandas de octava. También se mide el ruido de fondo, los valores mínimo, máximo y pico. Las mediciones se realizan en horarios diurno y nocturno, considerando para el parque automotor la velocidad y el número de vehículos livianos y pesados. Con los datos obtenidos, se evalúa los niveles de ruido según límites establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido según el tipo de zona, las principales variables que influyen en el nivel de ruido, mediante el espectro de frecuencias se identifica los tonos existentes y por último se elabora los mapas de ruido para ambos horarios.

Palabras clave: ruido ambiental, zonas mixtas, ponderación C, espectro de frecuencias y mapa de ruido.

ABSTRACT

The objective of this study is to characterize the environmental noise generated by automotive traffic and industries; in the mixed areas of Los Rosales, Santa Rosa, Colectora Industrial and Cascanueces avenues in the Santa Anita district, prioritizing residential areas and equipment areas (health facilities, educational institutions or others) that border industrial and commercial areas, identified thus according to the use of land of the municipality. In addition, it seeks to contribute technical information that is useful for the competent authorities, improve environmental conditions through recommendations, improve decision-making and strengthen the functions of environmental control and control according to municipal ordinances and national regulations established to regulate noise levels. The importance of the study in these mixed areas is that the noise of the industries and the car park can be isolated or combined, sometimes combined with noise from shops and interact with Educational Institutions and homes. Vehicle traffic noise and that generated by some industries are measured based on the equivalent continuous level weighted in A and C and the difference in decibels (Lc-a) and sound pressure as a function of frequencies in octave bands. Background noise, minimum, maximum and peak values are also measured. The measurements are made during daytime and nighttime hours, considering the speed and the number of light and heavy vehicles for the automotive fleet. With the data obtained, noise levels are evaluated according to limits established by the National Environmental Quality Standards (ECA) for Noise according to the type of area, the main variables that influence the noise level, by means of the frequency spectrum is identified the existing tones and finally the noise maps are elaborated for both schedules.

Keywords: environmental noise, mixed zones, C weighting, frequency spectrum and noise map.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes y de gran preocupación por la población y se estima que cerca de 80 millones de personas de la población de la Unión Europea sufren niveles de ruido que se consideran inaceptables, que provocan molestias, perturbación del sueño y posibles efectos adversos en la salud (OSMAN, 2010). Asimismo, Lima Metropolitana y el Callao no son la excepción a esta problemática, según una encuesta realizada a 1920 personas mayores de 18 años, el 35.4 % de la población de Lima y el 34.5 % de la población del Callao cree que el nivel de ruido está entre los tres problemas ambientales más graves y un 66.5% de la población de Lima y el 70.8% de la población del Callao hace referencia a la insatisfacción con respecto a la falta de control de ruido (Lima Cómo Vamos, 2018).

En este sentido, se han llevado a cabo diversos estudios para analizar la contaminación sonora, donde se aprecia que mientras más características del ruido se evalúan se obtiene un mejor entendimiento de la situación y permite disponer de mayor información haciendo que la aproximación sea más correcta, por ello en este estudio como dato adicional y otra posibilidad de caracterizar el ruido definimos las fuentes de ruido mediante el espectro en bandas de octava, el cual permite separar los distintos tipos de sonido superpuestos entre sí y establecer que frecuencias están presentes y con qué intensidad (De Coz et al., 2001., Pierrard y Merino, 2011., y Brios, 2017, diapositiva 5).

Además, con este trabajo se busca mejorar el estudio de casos específicos y facilitar el análisis independiente del sonido no deseado, siendo el objetivo principal caracterizar el ruido ambiental en el horario diurno y nocturno que se registran por el tránsito vehicular y las industrias en las zonas mixtas del distrito de Santa Anita (residencial, de protección especial, industrial y comercial) entre las avenidas Santa Rosa, Los Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial, mediante el nivel de presión sonora continua equivalente (Leq) y espectro de frecuencias en bandas de octavas, donde el periodo de medición se llevó a cabo en los meses de setiembre, octubre y diciembre del 2018.

Por último, permitirá establecer normas ambientales, ordenanzas municipales y medidas correctoras que logren mejorar las condiciones de la zona en estudio.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general.

Caracterizar el ruido ambiental generado por el tráfico vehicular e industrial en zonas mixtas (De protección especial, residencial, comercial e industrial) alrededor de las vías públicas de las avenidas Santa Rosa, Los Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial del distrito de Santa Anita.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar, describir y evaluar las fuentes de ruido ambiental entre las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial en el distrito de Santa Anita.
- Determinar el espectro de las frecuencias del ruido que se genera por el tránsito vehicular e industrias de las vías públicas de las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial en el distrito de Santa Anita.
- Elaborar un mapa de ruido para identificar las zonas más ruidosas de las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial, en función de la presión sonora continua equivalente ponderado en A (LAeq) y la diferencia entre las ponderaciones A y C.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

En Colombia, se realizó el estudio titulado “Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja” la metodología se basa en la evaluación del nivel de ruido producido por el tráfico vehicular relacionando el nivel de presión sonora presentes en el punto con mayores condiciones de movilidad crítica sobre la Carrera 12 y la Carrera 9ª en el centro de la ciudad. La correlación entre niveles de presión sonora y volúmenes vehiculares mediante un análisis de correlaciones de Pearson y análisis de varianza ANOVA, donde se concluye que la variación del nivel de presión sonora es estable durante todo el día, por lo cual se menciona que los altos flujos vehiculares no influyen en los altos niveles de presión sonora, sino depende del tipo específico de vehículos (Quintero González 2012).

En España, Barcelona se realizó una investigación titulada “Estudio de la influencia del ruido generado por los polígonos industriales sobre el área urbana en la ciudad de Terrasa” con el objetivo de determinar la influencia del ruido de vehículos pesados y lo generado por los polígonos industriales principalmente en zonas colindantes con viviendas, durante el horario diurno y nocturno. La evaluación se realizó en la periferia e interior del casco urbano, generalmente en empresas que producían ruido y se usó una metodología basada en el nivel estadístico L90 que usualmente representa el ruido de fondo y apta para determinar el aporte de ruido de una industria en funcionamiento o parada, aunque depende si el ruido es continuo o discontinuo, otros criterios que se aplicaron fueron el nivel de presión sonora continua ponderado en A (dB A), constante de tiempo “fast”, tiempo de medición instantáneo, el equipo situado a pie de calle a 1.5 metros de altura y orientado hacia la fábrica y en la acera contraria a la empresa, las mediciones se dieron en los mismos puntos en ambos horarios, también se describe las actividades que realizan las industrias y los posibles equipos que emiten ruido. Este estudio permitió analizar cuáles son los focos de ruido dentro de esta área de estudio y se concluye que los valores más elevados de las industrias provienen de procesos

químicos, escapes de vapor, carga y descarga de camiones y ruidos impulsivos siendo que para los compresores, ventiladores y extractores la ponderación C aumenta más el nivel de ruido, por otro lado el tráfico de vehículos pesados tiene especial influencia en las vías de distribución con los polígonos y depende de su porcentaje respecto a vehículos livianos y del grado de pendiente (Salueña et al., 1999).

En la ciudad de Valencia, se realizó una investigación titulada “Caracterización del ruido ambiental en zonas urbanas”. Donde se han evaluado un total de 15 emplazamientos o situaciones urbanas distintas, mediante el registro gráfico de la evolución temporal de los niveles sonoros instantáneos, distribución estadística de los niveles sonoros instantáneos y un análisis de frecuencia. Además, se ha complementado con información de las características urbanísticas del emplazamiento, naturaleza de las fuentes de ruido, condiciones de tráfico y otros. Se obtiene como resultado que el impacto sonoro generado por el tráfico rodado depende de la intensidad del tráfico, tipo de vehículos, condiciones de circulación (fluidez, velocidad, etc.), presencia de semáforos, uso de señales acústicas por parte de los vehículos, etc. Seguido se realizó un análisis estadístico en tres escenarios, uno con un tráfico de vehículos regular e intenso, otro con tráfico escaso o nulo.

Por último, en un lugar relativamente tranquilo durante el día, aunque en fines de semanas en zonas cercanas existen pubs y bares, gran cantidad de personas y vehículos que circulan a baja velocidad. Por último, se realizó un análisis de frecuencia, para evaluar la composición espectral del ruido ambiental en bandas de octavas, en donde se obtuvo un claro predominio de frecuencias bajas, típicas del tráfico rodado (García, A., y Garrigues, V., 1996).

Otro estudio realizado en España se tituló “Evaluación de ruido ambiental en las zonas de uso residencial ubicadas en la zona de influencia de la Avenida San Pablo (Barrio de la Estación, Coslada)” donde se analiza y evalúa el ruido ambiental en la zona de uso residencial donde las fuentes de ruido se pueden manifestar aisladas o combinadas y los ruidos son generados por el tráfico aeroportuario, industrial, tráfico rodado y otros. Para evaluar el ruido se analizó el ruido total de la zona, el ruido residual y el ruido específico e intermitente asociados a sucesos aislados de trenes y aviones para determinar la existencia de componentes tonales, de baja frecuencia e impulsividad, para ello se promedia el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (LAeq) medido y se realiza el histograma de frecuencias para trenes y aviones con el objetivo de caracterizar las fuentes de ruido colindantes en el área de estudio y la evaluación de las fuente de ruido presentes en

la zona de estudio, se concluye que el índice de nivel de presión sonora promedio (LPm) de las muestras analizadas, estima correctamente los niveles obtenidos en el muestreo de larga duración y hay existencia de componentes tonales y de baja frecuencia (Riera, 2013).

2.1.2 Antecedentes nacionales

En la ciudad de Puno se evaluó los niveles de ruido producido por el tráfico vehicular en distintos puntos de la zona céntrica donde existe mayor congestión, con el objetivo de obtener una mejor planificación en la zonificación e identificar zonas con altos y bajos niveles sonoros, siendo que la metodología se centra en un estudio descriptivo y transversal, se midió el nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación en A y consideró variables que genera ruido en el sistema vehicular siendo estos el volumen de vehículos y tipo de vehículos, donde se concluye que los valores registrados sobrepasan al reglamento de Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Ruido debido al alto número de vehículos que componen el parque automotriz siendo el principal agente contaminante de ruido en la zona evaluada (Gonzales y Mamani, 2017).

Se realizó un estudio en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para el periodo enero – marzo del 2007, donde se determinó la distribución del ruido ambiental. Las mediciones se realizaron en 69 estaciones en los horarios diurno y nocturno en días laborables, y posteriormente se elaboraron los mapas de distribución de ruido ambiental diurno, nocturno. Se obtuvo como resultado que los valores del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq,T) en ambos periodos están por encima de los límites estipulados por los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido para las zonas de Protección Especial, a causa del ruido proveniente de las actividades de tipo industrial y comercial dentro del mismo del tráfico vehicular interno y externo al campus, como consecuencia del alto flujo vehicular de las avenidas La Molina y Raúl Ferrero (Chávez, Yoza y Arellano, 2009).

En el Perú se llevó a cabo el estudio titulado “Medición del ruido urbano- Resultados en más de 10 ciudades del Perú”, donde se realizó la comparación y análisis de las mediciones de la presión sonora proveniente de fuentes móviles terrestres en todas sus categorías (L, M, N) y subcategorías, en más de 10 ciudades del Perú a lo largo de 5 años de estudios ambientales con el objetivo de demostrar que a pesar de registrar el mismo nivel sonoro continuo equivalente en dB (A) en ciudades o localidades diferentes, los espectros sonoros son completamente diferentes. Las mediciones se llevaron a cabo en la costa, sierra y selva,

usando el nivel sonoro continuo equivalente ponderado en A y C y realizando el espectro sonoro en bandas de octavas, concluyendo que, aunque dos mediciones sonoras provenientes de fuentes móviles diferentes tengan el mismo nivel sonoro continuo equivalente en dB (A) no implica que sean similares o iguales, ya que tendrán diferente espectro (Feo y Gushiken, 2009).

2.2 Conceptos básicos del sonido

Según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido, el sonido se percibe por el oído y se define como la energía que se transmite en ondas de presión por el aire u otros materiales y se detecta por equipos de medición. También puede ser descrito como la sensación que percibe el oído humano y se produce por rápidas fluctuaciones de la presión del aire (Ochoa y Bolaños, 1990).

El sonido se expresa en decibeles (dB) o en nivel de presión sonora de 20 μ PA, siendo que su velocidad de propagación en cualquier material sólido, líquido o gaseoso depende de la densidad del medio y de la temperatura, esta velocidad es mucho mayor en materiales sólidos que en el aire, por lo cual la energía sonora que se transmite por una estructura sólida puede llegar al receptor antes que la transmitida por el aire, por ejemplo a una temperatura de 20°C su velocidad de propagación es de 340 m/s.

2.2.1. Magnitudes físicas del sonido

El sonido también se define por la intensidad, timbre y tono, los cuales corresponden a tres magnitudes físicas: la amplitud, la forma de onda y la frecuencia (Pérez, s.f.). En la Figura 1, se observa el movimiento ondulatorio del sonido que se describe en función de estas magnitudes físicas.

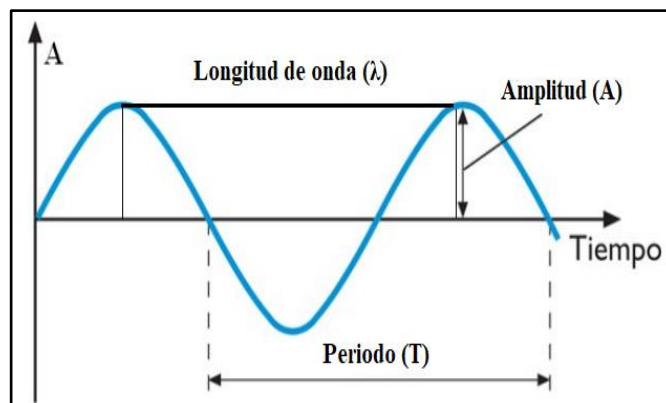


Figura 1: Características del movimiento de una onda
FUENTE: Ardizzi (s.f.)

a. Amplitud (A)

Es el valor máximo del movimiento de una onda y se mide en metros (m).

b. Frecuencia (f)

Es el número de perturbaciones o ciclos por segundo y su unidad de medida es en hertzios (Hz).

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde T es el periodo.

c. Periodo (T)

Es el tiempo que transcurre por un punto que alcanza la misma posición y se mide en segundos.

d. Tono

Es la propiedad física relacionada con la frecuencia de la onda. Es decir, el sonido está compuesto por una mezcla de frecuencias diferentes (Vargas, 2014). Por ello según el tipo de frecuencia (alta, media y baja) el sonido se diferencia en tres tonos distintos como se observa en la Tabla 1, siendo que las frecuencias que son menores a 20 Hz se conocen como infrasonidos y los que son mayores a 20 000 Hz se denominan ultrasonido (Chinchilla, 2002).

Tabla 1: Tipos de frecuencias y tonos diferentes

Tipo de tono	Tipo de frecuencia	Rango
Grave	Baja	20 Hz – 500 Hz
Medio	Media	500 Hz – 2000 Hz
Agudo	Alta	2000 Hz – 20 000 Hz

FUENTE: Chinchilla (2002).

2.3 Conceptos básicos del ruido

El ruido se define como el sonido no deseado que genera molestia, perjudica y afecta la salud de las personas (DS N°085-2003-PCM). Por otro lado, el ruido es una combinación de tonos puros desordenados y caracterizado por ondas no periódicas, también se puede describir como una perturbación sonora que está compuesta por un conjunto de sonidos de amplitud, frecuencia y períodos cambiantes que en conjunto provocan una sensación sonora desagradable para el oído. Por último, el ruido está compuesto por un carácter físico (sonido) y el otro subjetivo, siendo esta la sensación de molestia (OSMAN, 2010).

2.3.1 Ruido total

Ruido global en una situación determinada, en un momento determinado y compuesto por ruidos emitidos por varias fuentes próximas y lejanas (Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005).

2.3.2 Ruido específico

Componente del ruido ambiente que se puede identificar específicamente y que está asociado a una fuente determinada (Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005).

2.3.3 Ruido de fondo

Para este presente trabajo se considera el ruido residual como ruido de fondo. Por lo cual el ruido de fondo es el ruido ambiente que perdura en un lugar determinado y situación determinada cuando se omiten los ruidos específicos en estudio (Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005). Este ruido nos permite realizar correcciones que rectifiquen alteraciones en la data ya sea por sonidos que son distintos a los de investigación o por alteraciones generadas por el ruido del viento en el micrófono en árboles o edificios u otros, en la Tabla 2, se observa los criterios para evaluar si es necesario realizar la corrección:

Tabla 2: Criterios para corregir el nivel de ruido

Diferencia aritmética	Correcciones
$L_{\text{med}} - L_{\text{fondo}} \geq 10 \text{ dB}$	No es necesario corregir
$L_{\text{med}} - L_{\text{fondo}} \leq 3 \text{ dB}$	No se puede corregir
$3 \leq L_{\text{med}} - L_{\text{fondo}} \leq 10$	Es necesario corregir

FUENTE: UNE-ISO 1996-2 (2009).

Para realizar la corrección por ruido de fondo, usar la siguiente ecuación:

$$L_{\text{corr}} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{\text{med}}}{10}} - 10^{\frac{L_{\text{fondo}}}{10}} \right) \text{ dB}$$

Donde:

L_{corr} : Nivel de presión sonora corregida

L_{med} : Nivel de presión sonora medida

L_{fondo} : Nivel de presión sonora del ruido de fondo

2.3.4 Curvas de ponderación temporal

Las curvas de ponderación temporal están en función de la velocidad de respuesta del equipo, permitiendo establecer la rapidez de respuesta frente a las variaciones de los niveles sonoros (Avilés y Perera, 2017), estas variaciones producen movimientos muy rápidos dificultando su lectura, por lo cual se incorpora un promediador de tiempo tipo exponencial, la norma UNE- EN 61672:2003 normaliza estos tiempos de integración en:

- Slow (S), esta curva es usada para medir ruidos que no fluctúan de manera rápida y es de respuesta lenta con una constante de tiempo de 1 segundo (Alonso, *et. al.*, 2008., y Arana, *et. al.*, 2013).
- Fast (F), es usado para medir ruidos fluctuantes y de respuesta rápida con una constante de tiempo de 125 milisegundos (Alonso, *et. al.*, 2008., y Arana, *et. al.*, 2013).
- Impulse (I), es usado para medir ruido de tipo y respuesta impulsiva con una constante de tiempo de 35 milisegundos (Alonso, *et. al.*, 2008., y Arana, *et. al.*, 2013).
- Peak (P), es usado para medir ruido de impacto y es más rápida que el de impulso con una constante de tiempo 50 microsegundos (Menéndez, 2006).

2.3.5 Curvas de ponderación frecuencial

La señal acústica que percibe el oído humano en el rango audible es logarítmica, pero no es igual de intensa en todas las frecuencias, por eso el oído es más sensible a altas frecuencias entre 1000 Hz a 5000 Hz y menos sensible debajo de 100 Hz. Debido a esto dependiendo de la frecuencia que predomine, si un mismo ruido tiene igual nivel de presión sonora puede resultar más molesto que un ruido a frecuencias altas (agudo) y menos molesto a bajas frecuencias (grave).

Por ello se han desarrollado las curvas de ponderación frecuencial para que cuando se registre una señal se pondere cada frecuencia de forma similar como lo haría el oído, desestimando las bajas frecuencias y primando las frecuencias altas (Avilés y Perera, 2017). Las curvas de ponderación frecuencial filtran los valores que se obtienen en un sonómetro, siendo que en la norma IEC 61672-1 se especifica como curvas frecuenciales normalizadas las ponderaciones A y C (Norma Española-UNE-ISO1996-1:2003).

a. Ponderación A

Es la curva más semejante que se ajusta a la respuesta del oído humano frente a sonidos de baja intensidad y se expresa en dB A (Brüel & Kjær, 2000). Además, es utilizado para establecer el nivel de contaminación sonora y el riesgo al que está expuesto el ser humano, por lo cual esta curva usada para establecer normas (Canal, s.f.).

b. Ponderación C

La curva de ponderación C se utiliza para evaluar sonidos muy intensos, de baja frecuencia o graves, se expresa en dB C y puede ser incluso más usada que la curva A para medir la contaminación sonora (Canal, s.f., Brüel & Kjær, 2000 y Menéndez, 2006).

En la actualidad los sonómetros nos permiten medir de manera simultánea las ponderaciones A y C, en la Figura 2 podemos observar que las curvas A y C son bastantes parecidas en medias y altas frecuencias y en bajas frecuencias la atenuación en la curva A es mayor (Arana, et.al., 2013).

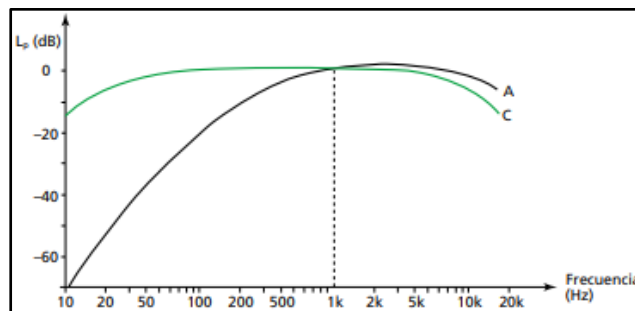


Figura 2: Curvas de ponderación A y C
FUENTE: Brüel & Kjær (2000)

Por otro lado, medir en simultáneo nos permite conocer bajo que rango de frecuencias se encuentra un sonido determinado, si el resultado del nivel de ruido en dB A y dB C es similar se puede decir que la mayoría de la energía está en el rango de frecuencias medias y altas y si la medición en dB C es significativamente mayor a dB A significa que el ruido medido tiene mayor energía en el rango de frecuencias bajas (Arana, et. al., 2013).

2.3.6 Tipos de ruido en función del tiempo

Según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental AMC N° 031-2011-MINAM/OGA describe el ruido estable, fluctuante, intermitente e impulsivo, pero para fines del presente trabajo se define otros tipos de ruido adicionales que son considerados por otros autores.

a. Ruido estable

En la Figura 3, se muestra el ruido estable que puede emitir por cualquier tipo de fuente y no presenta fluctuaciones en más de 5 dB en más de un minuto, este ruido puede ser generado por una industria (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA).



Figura 3: Ruido estable

FUENTE: Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica - Conceptos básicos del ruido ambiental (s.f.)

b. Ruido fluctuante

En la Figura 4, se muestra el ruido fluctuante que se emite por cualquier tipo de fuente, fluctúan encima de 5 dB durante un minuto y se genera en un espectáculo de discoteca (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA). Es el ruido que cuando el nivel de presión sonora se mide en bandas de octava puede tener fluctuaciones periódicas o no periódicas a lo largo del tiempo (Cesáreo, 1998).

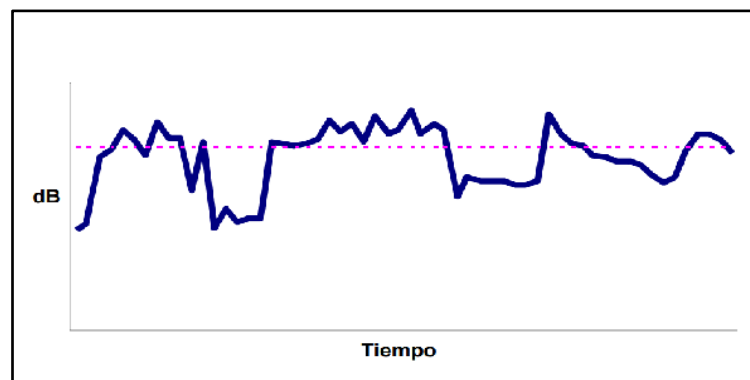


Figura 4: Ruido fluctuante

FUENTE: Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica - Conceptos básicos del ruido ambiental (s.f.)

c. Ruido intermitente

En la Figura 5 se muestra el ruido fluctuante que se manifiesta durante ciertos periodos de tiempo con duración mayor a cinco segundos y en avenidas con poco flujo vehicular (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA). También se caracteriza porque el nivel de ruido varía rápidamente (aumenta y disminuye) y se puede presentar en maquinarias que funcionan en ciclos o con el paso de vehículos aislados o aviones y, se puede medir como un ruido continuo para cada ciclo de operación (INERCO Acústica, 2012).

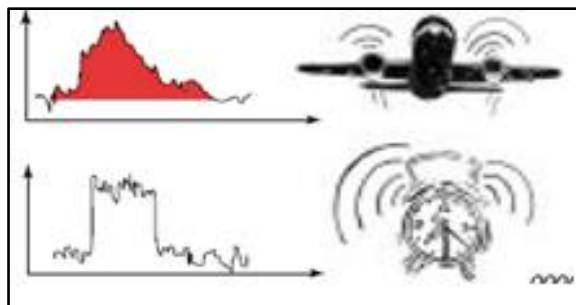


Figura 5: Ruido intermitente
FUENTE: INERCO Acústica (2012)

d. Ruido transitorio

En la Figura 6, se muestra el ruido transitorio que se manifiesta de manera ininterrumpida durante un tiempo menor o igual a cinco minutos y puede repetirse con más o menos exactitud o es imprevisible (Castro y Bernal, 2005).

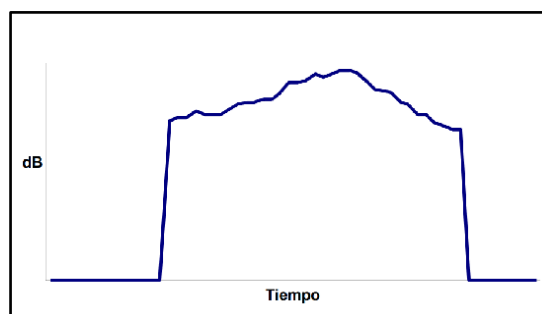


Figura 6: Ruido transitorio
FUENTE: Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica - Conceptos básicos del ruido ambiental (s.f.)

e. Ruido impulsivo

En la Figura 7, se muestra el ruido impulsivo que son breves y abruptos y se generan por impactos o explosiones, por golpes con martillo, pistola, para medir este tipo de ruido se puede utilizar la ponderación temporal rápida “fast” o lenta “slow” (INERCO Acústica,

2012). Este tipo de ruido tiene una duración menor a un segundo, aunque puede durar mayor tiempo (AMC N° 031-2011-MINAM/OGA).

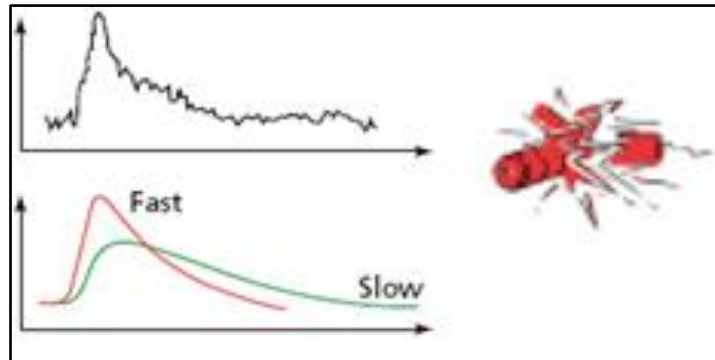


Figura 7: Ruido impulsivo
FUENTE: INERCO Acústica (2012)

2.3.7 Tipos de ruido en función de la frecuencia

a. Ruido de baja frecuencia

Los ruidos de baja frecuencia se extienden de manera muy rápida en diferentes direcciones y pueden ser percibidos a grandes distancias. Se genera usualmente por motores diesel de trenes, barcos y plantas de energía siendo complicados de amortiguarlos (Vargas, 2014). Este tipo de ruido puede ser más molesto de lo que se percibe una medición en ponderación A, para su medición se coteja el umbral auditivo con su espectro de frecuencia.

b. Ruido tonal

En este tipo de ruido hay presencia de componentes tonales, y se presenta en los ruidos generados por ventiladores, compresores, motores y caja de cambio presentan partes rotativas dependiendo de la frecuencia principal del tono, el ruido tonal puede ser muy molesto y se puede identificar escuchándolo o mediante el análisis de frecuencia.

c. Ruido rosa

Este ruido genera el mismo nivel subjetivo de audición y tiene un espectro de potencias continua con una pendiente de -3dB por octava (Gómez De León 1998).

d. Ruido blanco

Este se caracteriza por un incremento de la presión sonora en 3 dB, cada vez que se aumenta una banda de octava (Arau, 1999).

2.4 Conceptos de ruido ambiental

Según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (RM N°227-2013-MINAM), se define el ruido ambiental como “*Todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora*”. El ruido ambiental es el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, esto incluye el ruido emitido por los medios de transporte, tráfico rodado e instalación de actividades industriales (Ochoa y Bolaños, 1990; DIRECTIVA 2002/49/CE, 2002).

2.4.1 Ruido de tráfico vehicular

Es el resultado de todo el ruido producido por los vehículos que circulan en las calles tales como autobuses, autos y motos, además este ruido en una vía fluctúa de manera constante en el tiempo y es complejo de describir ya que depende de múltiples factores como el tipo de vehículo, la velocidad, el flujo y las características de la pista que serán mencionados y agrupados para facilitar su entendimiento (Segués, 2008; Bartí, 2013).

a. Ruido de vehículo

El ruido de un vehículo está asociada al motor, tubo de escape, frenos y movimiento de carga en vehículos pesados y son superiores a velocidades bajas y de sucesos como vibraciones, el deslizamiento y adherencia de los relieves del neumático con la pista y la fuerza de contacto del neumático con la carretera (Segués, 2008).

b. Ruido de carretera

Según Segués (2008), el ruido de carretera es generado por todos los vehículos que circulan en esta vía y el nivel de ruido que se percibe depende de los siguientes factores:

- Intensidad del tráfico, es la cantidad de vehículos que circulan por la vía en un tiempo determinado (vehículos/hora), siendo que cuanto mayor sea el número de vehículos mayor es el nivel de ruido continuo equivalente (Leq) en ese periodo, considerar que el tráfico no es constante en el tiempo.
- Composición del tráfico, es el tipo de vehículos que circulan por las vías y se establecen categorías en vehículos ligeros y pesados.
- Velocidad media del tráfico, se dice que a mayor potencia de emisión los receptores perciben mayor nivel de ruido.

- Espectro en frecuencias del tráfico, “es una mezcla de todos los espectros característicos de los vehículos individuales”, este análisis permite conocer la propagación del ruido, establecer medidas correctoras, calcular el aislamiento de una fachada o diseñar una barrera acústica.
- Distancia de la carretera, es el factor que más influye en el receptor, ya que si está más alejado la molestia del ruido disminuye.
- Ancho de la plataforma, esta incluye la pista, los arcenes, el número de carriles e influyen en el ruido.
- Tipo de pavimento, el tipo de superficie de tránsito y la velocidad del vehículo influyen en el nivel de ruido.

2.4.2 Ruido de la zona industrial

El ruido industrial es una fuente que se puede considerar como el ruido que se genera dentro de una planta industrial o el ruido que la planta emite al exterior de la industria que contribuye al ruido en las urbes de manera cuantitativa y cualitativa, siendo este el ruido que incide en los habitantes que están cerca de la planta y se rige por límites de tipo ambiental (Miyara, s.f). Asimismo, en el ruido industrial está constituido de una combinación compleja de muchas frecuencias diferentes (Henaó, 2014). Pueden predominar frecuencias altas o bajas a causa de sistemas de flujos o de acondicionamiento y la presencia de componentes tonales debido al funcionamiento rotante y alternante, puede ser también impulsivo, los niveles de ruidos en esta fuente pueden ser generados por ventiladores, válvulas, es decir por las diversas maquinarias utilizadas (OSMAN, 2010). Por otro lado, la propagación del ruido depende de factores como las condiciones meteorológicas, de obstáculos representativos, el tipo de fuente y la distancia de la fuente y el receptor, a mayor distancia del individuo el nivel de ruido empieza a disminuir (Miyara, s.f). Las fuentes de ruido en una industria dependen de sus actividades cotidianas y de sus equipos de trabajo, en la Tabla 3 podemos observar cuales son las causas y efectos que genera el ruido generado por la industria (Bureau Veritas Formación, 2008).

Tabla 3: Efectos y causas de la contaminación sonora en la industria

Efectos y causas de la contaminación sonora en la industria		
Fuente de ruido	Causas	Efectos
Desequilibrio rotatorio	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples causas 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibración de impacto por contacto rápido e intermitente de las dos superficies.
Ruido por fricción	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de lubricación en los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Energía vibratoria transmitida a través del soporte para convertirse en ondas sonoras
Ruido rotacional	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de ventilador pasando por un punto determinado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido por pulsos de aire
Ruido de engranajes	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de precisión en el tallado de sus dientes. • Separación entre dientes. • Excentricidad del anillo base. • Embolsamiento de aire. • Embolsamiento de aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido de impacto entre dientes. • Expulsión del aire situado entre los dientes. • Choque por golpeteo de los dientes sobre el aceite embolsado.
Ruido de cojinetes	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de lubricación. • Otras causas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente son transmisores de vibraciones. • Fuente directa de ruido.
Ruido de maquinaria eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Origen magnético. • Por turbulencia de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibración estructural. • Zumbido de inducción. • Ruido por interrupción brusca del flujo de aire.
Fricción del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucciones alrededor de componentes giratorios que crean turbulencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido intenso por aceleración del aire.
Ruido de vórtice	<ul style="list-style-type: none"> • Álabes de un ventilador incorrectamente diseñado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido por formación de remolinos de aire.
Combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Las turbulencias son debidas a los gases. • Las oscilaciones son debidas a mecanismos de retroalimentación, inestabilidades aerodinámicas en la región anterior a la llama y a pulsaciones periódicas en el combustibles o en el aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbulencias y oscilaciones periódicas en los niveles de ruido

FUENTE: Bureau Veritas Formación (2008).

2.5 Conceptos utilizados para caracterizar el ruido ambiental

La caracterización del ruido permite definir el tipo de ruido según sus propias características, para ello primero se debe verificar que las fuentes existentes se encuentren en funcionamiento. Estas características se engloban en el nivel de presión sonora, espectro de frecuencia del ruido y la evolución temporal del ruido, (Pierrard y Merino, 2011).

2.5.1 Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq)

También se le denomina nivel de presión sonora promediado en el tiempo y se expresa en dB. Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el cuadrado de la presión sonora cuadrática durante un intervalo de tiempo determinado y la presión acústica de referencia, donde la presión sonora se obtiene con una ponderación frecuencial normalizada (Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005).

$$L_{Aeq T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB$$

Donde:

$p_A(t)$: Presión sonora instantánea ponderada en A durante el funcionamiento de la fuente, t.

p_0 : Presión acústica de referencia (20 μ Pa).

2.5.2 Valor máximo de nivel de presión sonora (Lmáx)

Significa el valor máximo en el tiempo de medición.

$$L_{máx} = 10 \log \left(\frac{P_{máx}}{P_0} \right)^2$$

Donde:

$p_{máx}$: Presión sonora máxima

p_0 : Presión acústica de referencia (20 μ Pa).

2.5.3 Valor mínimo de nivel de presión sonora ($L_{mín}$)

Significa el valor mínimo en el tiempo de medición.

$$L_{mín} = 10\log\left(\frac{P_{mín}}{P_0}\right)^2$$

Donde:

$p_{mín}$: Presión sonora mínima

p_0 : Presión acústica de referencia (20 μ Pa).

2.5.4 Valor pico del nivel de presión sonora (L_{pk})

Es el valor absoluto máximo del nivel de presión sonora en un tiempo, con una ponderación o ancho de banda determinado (Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005).

$$L_{pico} = 10\log\left(\frac{P_{pico}}{P_0}\right)^2$$

Donde:

p_{pico} : Presión sonora pico

p_0 : Presión acústica de referencia (20 μ Pa).

2.5.5 Espectro de frecuencia del ruido

El espectro de frecuencia del ruido es el análisis espectral que permite estudiar el nivel de presión sonora en función de cada frecuencia audible. Por otro lado, se puede decir que “Se denomina análisis espectral a la definición en frecuencias de un sonido” (De Coz et al., 2001).

El estudio del ruido en función de la frecuencia trabaja con curvas de ponderación y permite optimizar las medidas de control de ruido y brindar una mayor información sobre que bandas de frecuencias son realmente molestas para el oído humano; siendo que el rango de frecuencias audibles para una persona sana está entre los 20 Hz y 20 000 Hz, por ejemplo se puede distinguir que tonos se producen según el tipo de frecuencia, donde las frecuencias altas originan tonos agudos que es más perjudicial para la salud (Ochoa y Bolaños, 1990). Se considera el espectro en función de bandas de frecuencias normalizadas, en la Figura 8 se muestra las más utilizadas las bandas de octava y las bandas de tercio de octavas.

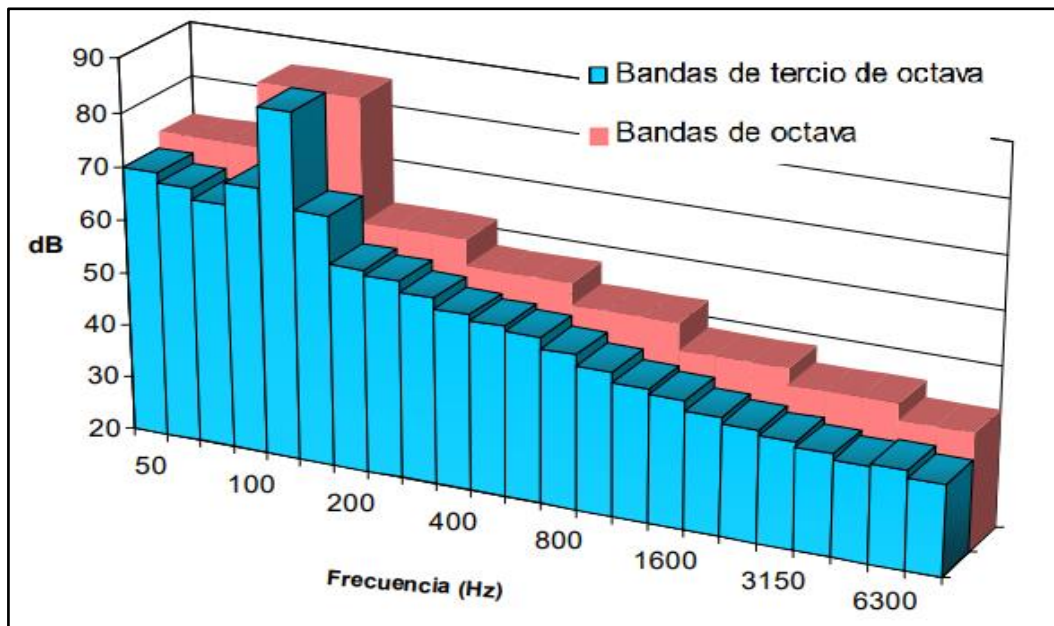


Figura 8: Espectro en bandas de octavas y tercio de octavas
FUENTE: Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica Conceptos básicos del ruido ambiental (s.f.)

2.5.6 Banda de octava

Las bandas de octava representan el intervalo de frecuencias en el que se cumple que el límite superior de la frecuencia es el doble de la frecuencia inferior, y la frecuencia central de cada banda es el doble de la frecuencia central de la banda anterior (De Coz et al., 2001). En la Tabla 4, se observa el espectro en bandas de octava normalizadas y determinadas por la frecuencia central del filtro:

Tabla 4: Distribución normalizada en bandas de octava

Frecuencias centrales en banda de octavas normalizadas										
16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	16kHz

FUENTE: Instrument Choice (2009).

2.6 Propagación del ruido ambiental

El nivel de ruido que se propaga de un punto a otro en un campo abierto está influenciado por el tipo de fuente o diversos factores meteorológicos y topográficos, los cuales varían a través del tiempo y dependen del medio de propagación, generando dificultades para determinar de manera precisa el nivel de ruido o lograr una medición exacta.

2.6.1 Tipos de fuente

Según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, R.M. 227-2013-MINAM, las fuentes de ruido se dividen en:

- Fijas puntuales, es la fuente donde toda la potencia de emisión sonora se concentra en un punto se considera una máquina estática.
- Fijas zonales o de área, son fuentes puntuales que por su cercanía pueden agruparse como una sola fuente y se considera a las actividades como zona de discotecas, zona o parque industrial.
- Móviles detenidos, se considera cuando el vehículo se encuentra detenido temporalmente en un lugar determinado y puede generar ruidos con su alarma de seguridad u otros.
- Móviles lineales, se refiere a una vía, calle, avenida, ruta u otra donde transita un vehículo.

2.6.2 Distancia desde la fuente

La distancia entre la fuente de ruido y el receptor es el efecto que más influye en la propagación del nivel de ruido, por ejemplo, si hay mayor distancia entre ambos el nivel de presión sonora será menor, caso contrario el nivel de presión sonora será mayor para el receptor (Camargo, 2018).

2.6.3 Obstáculos

El obstáculo influye en la propagación del ruido entre la fuente y el receptor, por ejemplo, si no hay obstáculos las únicas atenuantes del ruido son la absorción del aire y la distancia entre la fuente y receptor. En la Figura 9, se observa que cuando el ruido encuentra un obstáculo sólido una parte de la energía sonora puede ser reflejada en una o varias direcciones, lo que se conoce como fenómeno de reflexión o considerada también como la propagación del sonido en línea recta. Por otra parte, cuando la onda incide sobre una superficie ocurre el fenómeno de absorción, esto depende de la frecuencia del sonido, del ángulo de incidencia (donde a menor ángulo, mayor absorción) y las características del medio (rugosa, porosa, flexible e incluso resonantes). Por último, la energía restante rodea el obstáculo y se crea una perturbación debido a la difracción y se genera la zona de sombra acústica, situada detrás del obstáculo (Innovación y Cualificación S. L., y Asesores S. L. Target, 2016).

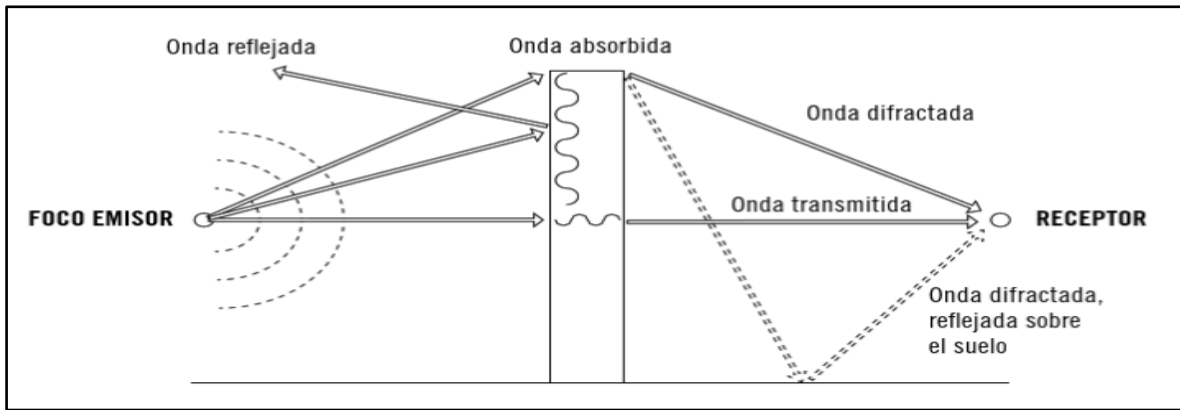


Figura 9: Propagación de la onda sonora en presencia de un obstáculo
FUENTE: Innovación y Cualificación S. L., y Asesores S. L. Target (2016)

2.6.4 Efectos del suelo

El suelo se considera como un obstáculo sólido y su atenuación depende del tipo de suelo, es decir refleja una parte de la energía acústica y absorbe la otra parte. En este efecto influyen las gradientes de temperatura, la humedad, los movimientos de la tierra y la vegetación que afecta a las frecuencias altas, estas variables pueden ralentizar la propagación del ruido y generar una absorción que es difícil de evaluar (Innovación y Cualificación S. L., y Asesores S. L. Target, 2016).

2.6.5 Condiciones meteorológicas

a. Temperatura ambiente

El comportamiento de la temperatura no es uniforme debido a que varía con la altura, por ejemplo, se observa en la Figura 10, que si la temperatura disminuye con la altura entonces la distancia a la que llega el sonido disminuye y la propagación del ruido se da en ondas que se curvan con pendiente creciente, caso contrario si la temperatura aumenta con la altura (inversión térmica) la distancia a la cual llega el sonido aumenta y la propagación se da en ondas hacia el suelo (Gormaz, 2010).

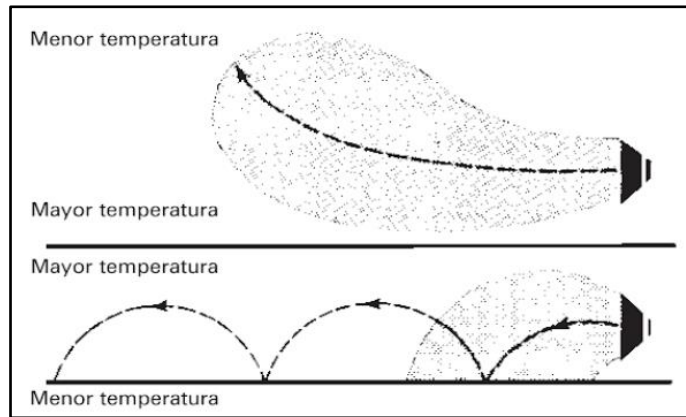


Figura 10: Efecto de la temperatura en el ruido
FUENTE: Gormaz (2010)

b. Viento

El viento es un medio de propagación que depende de la variación de la dirección y la velocidad, si la velocidad aumenta a medida que lo hace la altura hará que el fenómeno de propagación no sea simétrico con respecto a la fuente, pudiendo dar lugar a zonas de reforzamiento acústico y zona de sombra, en la Figura 11 se puede apreciar esta zona (Estellés, 2017).

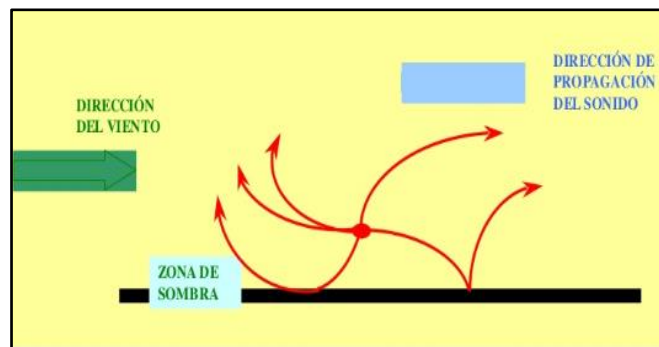


Figura 11: Efecto del aire en la propagación del ruido
FUENTE: Estellés (2017)

c. Humedad relativa

La humedad relativa del aire influye de manera directa con la propagación del ruido, es decir si la humedad es mayor habrá una mejor propagación debido a que se da una menor resistencia acústica en el aire y ocurre lo contrario si la humedad es más baja habrá una mayor resistencia acústica por lo tanto se da una mala propagación del sonido (Estellés, 2017). La humedad relativa se obtiene según García (1994), con la siguiente ecuación:

$$HR = e/e_s \times 100\%$$

Donde:

$$e = e_{sth} - C_p P(T - T_h)/(0.622 \times (597.3 - 0.56t))$$

$$C_p = 0.24 \text{ cal/g}^\circ\text{K}$$

$$P = 1014.78 \exp(-1.16852 \times 10^{-4}Z)$$

$$e_s = A \times T^b \exp(C/T)$$

En el que:

$$A = 9.4216 \times 10^{23}; b = - 5.07712;$$

$$C = - 6801.2693$$

T: Temperatura absoluta del aire $^\circ\text{K}$

Z: Altitud del lugar en metros

t: Temperatura del aire en $^\circ\text{C}$

T_h : Temperatura del bulbo húmedo en $^\circ\text{K}$

2.7 Medición del ruido ambiental

El nivel de presión sonora puede ser medido cuando se requiere estudiar o evaluar los niveles de ruido que se producen por una fuente o sólo la propagación del sonido al aire libre, para tomar los datos se utiliza un equipo llamado sonómetro el cual capta la señal a través de un micrófono, haciendo que en su unidad de procesamiento se filtren las señales según lo necesitado, además cuenta con un interfaz que permite la comunicación con el usuario (Jaramillo, 2007).

2.7.1 Sonómetro

El sonómetro es un instrumento que permite obtener la lectura directa del nivel global de la presión sonora expresado en decibelios en escala lineal (dB) o ponderados (dB A y dB C), también se obtiene el valor pico y las variaciones del nivel en un periodo de tiempo determinado, pudiendo ser promediados a corto o largo plazo (Jaramillo, 2007). Algunos de los modelos también permiten visualizar el espectro de la señal en octavas y tercios de octava (De Coz et al., 2001; Bartí, 2013). La composición del sonómetro está dada por un micrófono, filtros de frecuencia, rectificador y un circuito de medida (Menéndez et al., 2007). Se clasifica en función de su precisión:

- Tipo 0: Este tipo de sonómetro es de muy alta precisión, es de uso en laboratorio y tiene patrones de calibración, la tolerancia es de ± 0.4 dB.
- Tipo 1: Es un equipo de mayor precisión en medida in situ y es el requeridos por todas las normas ISO (Bartí, 2013), la tolerancia de este sonómetro es de ± 0.7 dB.
- Tipo 2: Este sonómetro es de uso general y para evaluación de riesgo, tiene una tolerancia de ± 1 dB.
- Tipo 3: Este sonómetro es de inspección con una tolerancia de ± 1.5 dB

2.7.2 Horario diurno

Es el período de tiempo que está comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas (DS N° 085-2003-PCM).

2.7.3 Horario nocturno

Es el período de tiempo que está comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente (DS N° 085-2003-PCM).

2.7.4 Tipos de zona

a. Zona de protección especial

Es una zona donde existe alta sensibilidad acústica que comprende sectores del área donde se requiere una protección especial contra el ruido y se ubican establecimientos de salud, instituciones educativas, asilos y orfanatos (DS N° 085-2003-PCM).

b. Zona residencial

Es un área autorizada por el gobierno local que corresponde para realizar actividades comerciales y de servicios (DS N° 085-2003-PCM).

c. Zona comercial

Es un área autorizada por el gobierno local que corresponde para realizar actividades comerciales y de servicios (DS N° 085-2003-PCM).

d. Zona industrial

Es un área autorizada por el gobierno local que corresponde para realizar actividades industriales (DS N° 085-2003-PCM).

e. Zonas mixtas

Son áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más tipos de zona, pudiendo ser Residencial – Comercial, Residencial – Industrial, Comercial – industrial, Comercial – residencial, Residencial- comercial – industrial (DS N° 085-2003-PCM).

f. Zona crítica de contaminación sonora

Son aquellas zonas donde el nivel de sonoro continuo equivalente sobrepasa los 80 dB A (DS N° 085-2003-PCM).

2.7.5 Términos de infraestructura vial

Los términos mencionados en este ítem son usados durante del desarrollo del estudio para la caracterización del ruido en la zona de estudio.

- Vehículo liviano, vehículo automotor de peso bruto menor a 1.5 t hasta 3.5 t (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Vehículo pesado, vehículo automotor mayor a 3.5 t (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Acceso, ingreso y salida de una instalación o infraestructura vial (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Acera, también llamado vereda y es parte de una vía urbana destinada de manera exclusiva para el tránsito de peatones (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Bache, depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Bacheo, actividad de mantenimiento que consiste en rellenar y compactar los baches que se presentan en la superficie de rodadura (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Berma, franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Calzada, superficie de rodadura o plano superficial del pavimento que soporta directamente las cargas del tráfico (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Camino, vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados, peatones y animales (RD N° 02-2018-MTC/14).

- Carretera, camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Vía, camino, arteria o calle que comprende la plataforma y sus obras complementarias (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Carretera afirmada, carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Carretera no pavimentada, carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Carretera sin afirmar, carretera donde la superficie de rodadura ha perdido el afirmado (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Carril, parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito (RD N° 02-2018-MTC/14).
- Sardinel, obra de concreto de piedra u otros materiales que sirven para delimitar la calzada de la plataforma de la vía (RD N° 02-2018-MTC/14).

2.8 Contaminación sonora

La contaminación sonora puede ser llamada también contaminación acústica, siendo para fines de este estudio considerada como su primera definición. Es decir, la contaminación sonora es el nivel de ruido en el ambiente exterior e interior de edificaciones que generan riesgos a la salud y al bienestar humano (DS N° 085-2003-PCM). Se define cuando el ruido se considera un contaminante o un sonido molesto que causa efectos fisiológicos y psicológicos dañinos para la salud de las personas, siendo algunas de las causas principales la actividad humana, el transporte, construcción de edificios y la industria, además del parque automotor y las calles angostas que en sus inicios no fueron construidas para tolerar los diversos medios de transportes, sus efectos pueden ser fisiológicos, psicológicos o producen pérdida de audición e irritabilidad (Flores - Domínguez, 2009).

2.8.1 Efectos adversos de la contaminación sonora en la salud

Los efectos del ruido sobre la salud están en función del espectro de frecuencias siendo los de alta frecuencia los más molestos y de mayor riesgo auditivo también depende del entorno, del nivel de ruido y del tiempo de exposición (OSMA, 2010). Por ejemplo, un nivel de ruido entre 50 – 55 dB A al exterior de viviendas por un tiempo de 16 horas genera molestia, al

interior de una vivienda a 35 dB A en el mismo tiempo genera interferencia de la comunicación, dentro del dormitorio a 30 dB A por un tiempo de exposición de 8 horas resulta en la interrupción del sueño mientras que, en zonas industriales, de comercio y de tráfico a 70 dB A por 24 horas, genera deterioro auditivo (OSMA, 2010).

a. Efectos auditivos

Los efectos auditivos están asociados con las alteraciones físicas en el oído, es decir sobre la audición lo cual genera la deficiencia auditiva y se define como un incremento en el umbral de la audición y se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3 000 a 6 000 Hz (Berglund et.al., 1999).

- Hipoacusia, pérdida permanente de la capacidad auditiva y se produce cuando existe una exposición prolongada (meses o años) a ambientes ruidosos a un nivel de presión sonora alta (Muñoz, et al., 2018). La pérdida de audición hace referencia a la deficiencia auditiva y a la incapacidad de escuchar lo que se habla en una situación cotidiana, interfiriendo en una comunicación oral comprensible y fluida (Recio et al., 2016).
- Reclutamiento coclear, se expresa como la percepción anormal de los niveles de ruido y usualmente se asocia a la pérdida de audición (Recio et al., 2016).
- Tinnitus o acúfenos, este efecto se genera en el oído interno y se refiere a escuchar ruidos cuando no existe una fuente sonora externa y puede ser permanente en largas exposiciones de ruido ocupacional (OSMAN, 2010 y Recio *et al.*, 2016).

b. Efectos no auditivos

Los efectos del ruido no sólo se evidencian con el daño que se puede producir al oído, sino que también puede afectar a otras áreas del cuerpo humano tales como el sistema endocrino, vegetativo, motor, inmunitario y al neurológico, a continuación, estos son descritos a detalle:

- Efectos fisiológicos, como resultado de la exposición al ruido se puede tener un impacto permanente en las funciones fisiológicas de las personas que viven cerca de industrias o calles ruidosas (Berglund, et.al.,1995). Dentro de ellos se describe los posibles afecciones en el sistema respiratorio aumentando la frecuencia respiratoria; en el sistema cardiovascular se presenta trastornos como hipertensión arterial, arteriosclerosis; como efecto digestivo genera aumento de acidez, úlcera gastroduodenales; en el efecto visual produce alteraciones en la agudeza del campo visual y de la visión cromática; en el

sistema endocrino altera el normal funcionamiento de las glándulas como la hipófisis, tiroides y suprarrenales; y en los efectos del sistema nervioso se manifiesta usualmente en el estados de ánimo, molestias y fatiga (Guía Básica para la Prevención del Riesgo de Exposición al Ruido, s.f.).

- Molestia e irritabilidad, como se mencionó anteriormente la molestia es de carácter subjetivo y depende de sus características físicas, el nivel de presión sonora, espectro o las variaciones de estas variables en el tiempo y algunos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica por ejemplo a niveles similares de ruido de tránsito o de industria causan diferentes grados de molestia (Berglund et.al., 1999).
- Efectos sobre el sueño, el ruido ambiental produce trastornos del sueño que pueden ser a partir de LAeq de 30 dB (A), esto también depende de la intensidad del ruido de fondo y afecta principalmente a los ancianos, personas con trastornos físicos o mentales que pueden causar efectos primarios y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente (Berglund et.al., 1999).
- Efectos sobre el rendimiento, el ruido puede ser motivo de distracción y perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos como la lectura, la atención, solución de problemas y la memorización, principalmente en trabajadores y niños (Berglund et.al., 1999).
- Disfunción vestibular, se refiere a sensaciones como vértigo y náuseas, aunque es un efecto poco estudiado y su evidencia limitada, se dice que puede ser generado por presencia de ruidos a frecuencias bajas en el rango audible y no audible y que está relacionado con el “síndrome de turbinas de aire” (Harrinson, 2014 mencionado por Recio et al., 2016).

2.9 Mapa de ruido

En España el Real Decreto 1513/2005 – Ley 37/2003, define el mapa de ruido como:

La presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un índice de ruido, en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica.

También es definido como la representación gráfica de un área donde muestra valores de niveles acústicos, para conocer la ubicación de zonas principalmente ruidosas de una localidad (Expósito, 2013; Bartí, 2013).

Existen diversos tipos de mapa acústicos entre los cuales están los mapas de curvas de igual nivel sonoro; mapas de puntos, los puntos son elegidos según el conocimiento que se tiene de la zona de estudio; mapas de cuadrículas, en este mapa los puntos se ubican en los vértices de la cuadrícula y los mapas de red viaria, en el cual se os puntos de monitoreo están situados a lo largo de las vías de tránsito (González, 2011).

El mapa de ruido es usado como una herramienta para la gestión ambiental del ruido que permite evitar la contaminación sonora y preservar la calidad acústica a la cual se expone la población (Generalitat de Catalunya Departament de Territori i Sostenibilitat Direcció General de Qualitat Ambiental, 2004).

El mapa representa de manera cartográfica los niveles de ruido continuo equivalente de líneas isofónicas a 1.5 m de altura sobre el suelo, existentes en una zona concreta y en un tiempo determinado, el cual tiene como objetivo determinar la población que está expuesta al ruido ambiental, y de esta manera establecer programas o planes que se requieren para prevenir y reducir los niveles de ruido, sobre todo cuando estos niveles puedan tener efectos dañinos para la salud (Resolución Ministerial N°227-2013-MINAM).

2.10 Normativa

2.10.1 UNE-ISO 1996-1:2005. Parte 1

Magnitudes básicas y métodos de evaluación descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.

Esta norma define los parámetros para caracterizar el ruido y menciona los métodos básicos que se usan para describir y evaluar el ruido ambiental, además indica que las fuentes acústicas pueden manifestarse aisladas o combinadas y están limitadas a las áreas habitadas y al uso de suelo.

2.10.2 UNE-ISO 1996-2:2009. Parte 2

Determinación de los niveles de ruido ambiental - descripción, medición y evaluación del ruido ambiental

Esta parte de la norma ISO 1996-2 describe cómo establecer los niveles de presión sonora en cualquier ponderación frecuencial o bandas de frecuencia por medición in situ para que sirva de base para evaluar el ruido ambiental.

2.10.3 DS N°085-2003-PCM

Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Considera para la evaluación del ruido ambiental el nivel de ruido continuo equivalente ponderado en A (LAeq). Se muestra en la Tabla 5 los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para ruido.

Tabla 5: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

Zonas de aplicación	Nivel de ruido expresado en LAeq (dB A)	
	Horario Diurno 07:01am – 10:00pm	Horario Nocturno 10:01pm – 07:00am
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

FUENTE: DS N°085-2003-PCM

La norma también considera en el artículo 5, las zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Las zonas residencial, comercial e industrial, deberán ser establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

En el artículo 6, se establece que en los lugares donde existan zonas mixtas, el ECA se aplicará de la siguiente manera: Donde exista zona mixta Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación.

En el artículo 7, se establece que las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido.

2.10.4 R.M. 227-2013-MINAM

Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental

El Protocolo Nacional de Ruido tiene un alcance nacional establece las metodologías, técnicas y procedimientos, incluyendo el plan de monitoreo, que se deben considerar para tener un monitoreo de ruido ambiental técnicamente adecuado. Este debe ser usado por toda persona natural o jurídica pública o privada que desee realizar un monitoreo de ruido ambiental con fines de comparación con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Ruido, ya sea para la caracterización de línea base ambiental o para el seguimiento a un plan de gestión de ruido.

2.10.5 Ley Orgánica de Municipalidades N°27972

En esta Ley en el Capítulo II, artículo 80 establece que las municipalidades distritales deben fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

2.10.6 Decreto de Alcaldía N°00003-2018/MDSA

En esta orden se decreta lo siguiente:

Artículo Primero. - APROBAR el “Programa Local de Vigilancia y Monitoreo de la Contaminación Sonora para el Distrito de Santa Anita -2018”.

Artículo Segundo. - Encargar a la Gerencia de Servicios Públicos y Desarrollo Social, lo establecido en el “Programa Local de Vigilancia y Monitoreo de la Contaminación Sonora para el distrito de Santa Anita -2018”.

2.10.7 Ordenanza municipal N°205-2016/MDSA

En el Título III, Capítulo I de Infracción y Sanciones en el Artículo 19°. - Sanciones de carácter no pecuniario: La municipalidad puede ordenar la clausura temporal de inmuebles, establecimientos o servicios y otros, cuando produzcan olores, humos, ruidos u otros efectos perjudiciales para la salud o tranquilidad del vecindario. En el Capítulo III, Ejecución Regular de Sanciones, en el artículo 56°. - Criterio de graduación de multa se aplica en función de la gravedad, cuando produzcan olores, humos, ruidos u otros efectos perjudiciales para la salud atenten contra la tranquilidad Pública, para este sentido la graduación de multa se aplicará como infracción muy grave y según la Tabla 6:

Tabla 6: Sanciones establecidas por la Municipalidad de Santa Anita

RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA INFRACCIÓN	CATEGORÍAS DE LA SANCIÓN EN PROPORCIÓN A LA U.I.T					MEDIDAS COMPLEMENTARIAS
		I	II	III	IV	V	
SC2-01	POR PRODUCIR RUIDOS NOCIVOS O MOLESTOS DE MANERA CONTINUA SEA FUERE EL ORIGEN Y LUGAR (USO DE BOCINAS, ESCAPES LIBRES, ALTO PARLANTE, MEGÁFONOS, EQUIPOS DE SONIDO, SIRENAS, SILBATOS, COHETES, PETARDOS Y OTROS QUE MOLESTEN A LA COMUNIDAD)	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-02	FUNCIONAMIENTO DE INDUSTRIAS QUE COLINDAN CON ZONAS DE VIVIENDAS RESIDENCIALES QUE PRODUZCAN RUIDOS QUE EXCEDAN DE 75 DECIBELES EN HORARIOS DE 7:01 A 22:00 HORAS, DE 60 DECIBELES EN HORARIOS DE 22:01 HORAS A 7:00 HORAS.	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	CLAUSURA TEMPORAL
SC2-03	POR EXCEDERSE LOS LOCALES COMERCIALES DE 70 DECIBELES EN HORARIO DE 7:01 HORAS A 22:00 HORAS Y DE 60 DECIBLES EN HORARIO DE 22:01 A 7:00 HORAS.	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	CLAUSURA TEMPORAL
SC2-04	POR PRODUCIR RUIDOS DE 50 DECIBELES DE 7:01 A 22:00 HORAS Y DE 40 DECIBELES DE 22:01 A 7:00 HORAS EN ZONAS CIRCUNDANTES HASTA 100 M. DE UBIACIÓN DE CENTROS HOSPITALARIOS EN GENERAL	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	CLAUSURA TEMPORAL
SC2-05	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS DE MANERA CONTINUA POR EL USO DE ALTO PARLANTE, EQUIPOS DE SONIDO O GRUPOS ELECTRÓGENOS.	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	RETENCIÓN
SC2-06	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE BOCINAS Y GASES TÓXICOS POR LOS ESCAPES LIBRES CAMIONES, OMNIBUSES	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-07	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE BOCINAS Y GASES TÓXICOS POR LOS ESCAPES LIBRES LAS CAMIONETAS, COMBIS, AUTOS Y SIMILARES	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-08	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE MEGÁFONOS, BOCINAS DE TRICICLOS (INFORMAL)	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	RETENCIÓN
SC2-09	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE BOCINAS Y GASES TÓXICOS POR LOS ESCAPES LIBRES LOS VEHÍCULOS INDUSTRIALES	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-08	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE MEGÁFONOS, BOCINAS DE TRICICLOS (INFORMAL)	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	RETENCIÓN

Continuación...

SC2-09	PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE BOCINAS Y GASES TÓXICOS POR LOS ESCAPES LIBRES LOS VEHÍCULOS INDUSTRIALES	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-10	POR PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE EQUIPOS DE SONIDO DE VEHÍCULOS AFECTANDO LA TRANQUILIDAD DEL VECINDARIO	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-11	POR REALIZAR ACTIVIDADES QUE SUPEREN LOS LIMITES SONOROS ESTABLECIDOS EN LA ORDENANZA N°192/MDSA, DEL 19/02/2016	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	CLAUSURA TEMPORAL
SC2-12	POR EJECUTAR INSTRUMENTOS MUSICALES DENTRO DE UNA VIVIENDA GENERANDO RUIDOS A LA VECINDAD	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-10	POR PRODUCIR RUIDOS MOLESTOS O NOCIVOS POR EL USO DE EQUIPOS DE SONIDO DE VEHÍCULOS AFECTANDO LA TRANQUILIDAD DEL VECINDARIO	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	---
SC2-13	POR REALIZAR ACTIVIDADES EN PATIO, COLEGIOS, CENTROS DEPORTIVOS, ENTRE OTROS DE ENTIDADES EDUCATIVAS INSTITUCIONALES, PÚBLICOS Y PRIVADOS U OTRAS GENERANDO RUIDOS QUE PERTURBEN LA TRANQUILIDAD DE LOS VECINOS	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	PARALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD
SC2-14	POR DESARROLLAR DISCIPLINAS DEPORTIVAS FUERA DE LOS HORARIOS ESTABLECIDOS QUE SE LLEVEN A CABO EN ESPACIOS ABIERTOS YA SEAN PÚBLICOS Y/O PRIVADOS, LAS CUALES SE ENCUENTRE COLINDANTES O PRÓXIMOS A PREDIOS DE USO RESIDENCIAL	0.05	0.15	0.5	1.2	1.5	PARALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD
SC2-15	POR SUPERAR LOS NIVELES SONOROS PERMITIDOS EN MAS DE 15 DECIBELES	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	CLAUSURA TEMPORAL

FUENTE: Ordenanza Municipal N°205-2016/MDSA

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Para la caracterización de la zona de estudio se definió primero los límites de la zona de estudio y se identificó las zonas mixtas objeto de investigación, siguiendo el siguiente orden:

3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo descriptiva, por lo cual el propósito es describir situaciones que definan las características más resaltantes de un fenómeno, donde se mide y evalúa los aspectos de manera independiente. Este tipo de investigación también brinda la posibilidad de realizar predicciones (Hernández, et.al., 1997). Las variables que intervienen en el presente estudio son el nivel de ruido generado por vehículos e industrias, la velocidad de vehículos y el número de vehículos.

3.1.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el distrito de Santa Anita, donde las zonas se dividen según el uso de suelo en zonas residenciales, comerciales, industriales y de equipamiento y sus principales actividades son por grandes industrias, comercios zonales y el tránsito automotor, en la Figura 12 se muestra las subdivisiones según el tipo de zona.

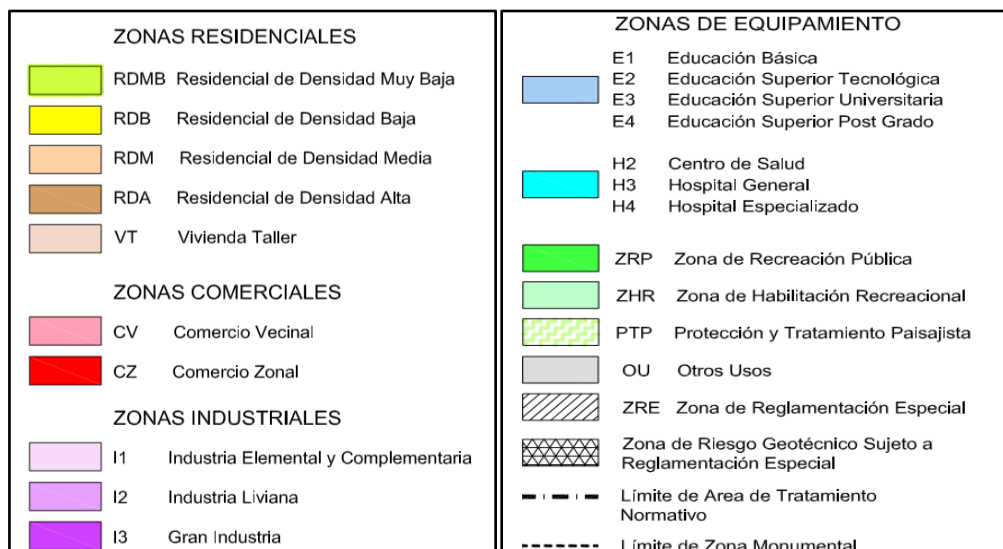


Figura 12: Zonas según el uso de suelo del distrito de Santa Anita

FUENTE: Plano de zonificación de Lima Metropolitana

3.1.2 Ubicación geográfica

El distrito de Santa Anita tiene una superficie de 10.69 Km², se ubica a una altitud de 195 m.s.n.m. en el Cono Este de Lima Metropolitana, en la Región Costa, Provincia y Departamento de Lima – Perú con las siguientes coordenadas Latitud 12.0436, Longitud: - 76.9714 y 12° 2' 37" Sur, 76° 58' 17" Oeste y tiene los siguientes límites distritales, en la Figura 13 se observa los límites distritales.

- Por el Norte: Con el distrito de El Agustino partir de la intersección de la Avenida Circunvalación (Vía de Evitamiento) y la Avenida La Atarjea.
- Por el Noreste y Este: con el distrito de Ate.
- Por el Sureste y Sur: con el Distrito de Ate.
- Por el Suroeste, Oeste y Noroeste: con el distrito El Agustino.

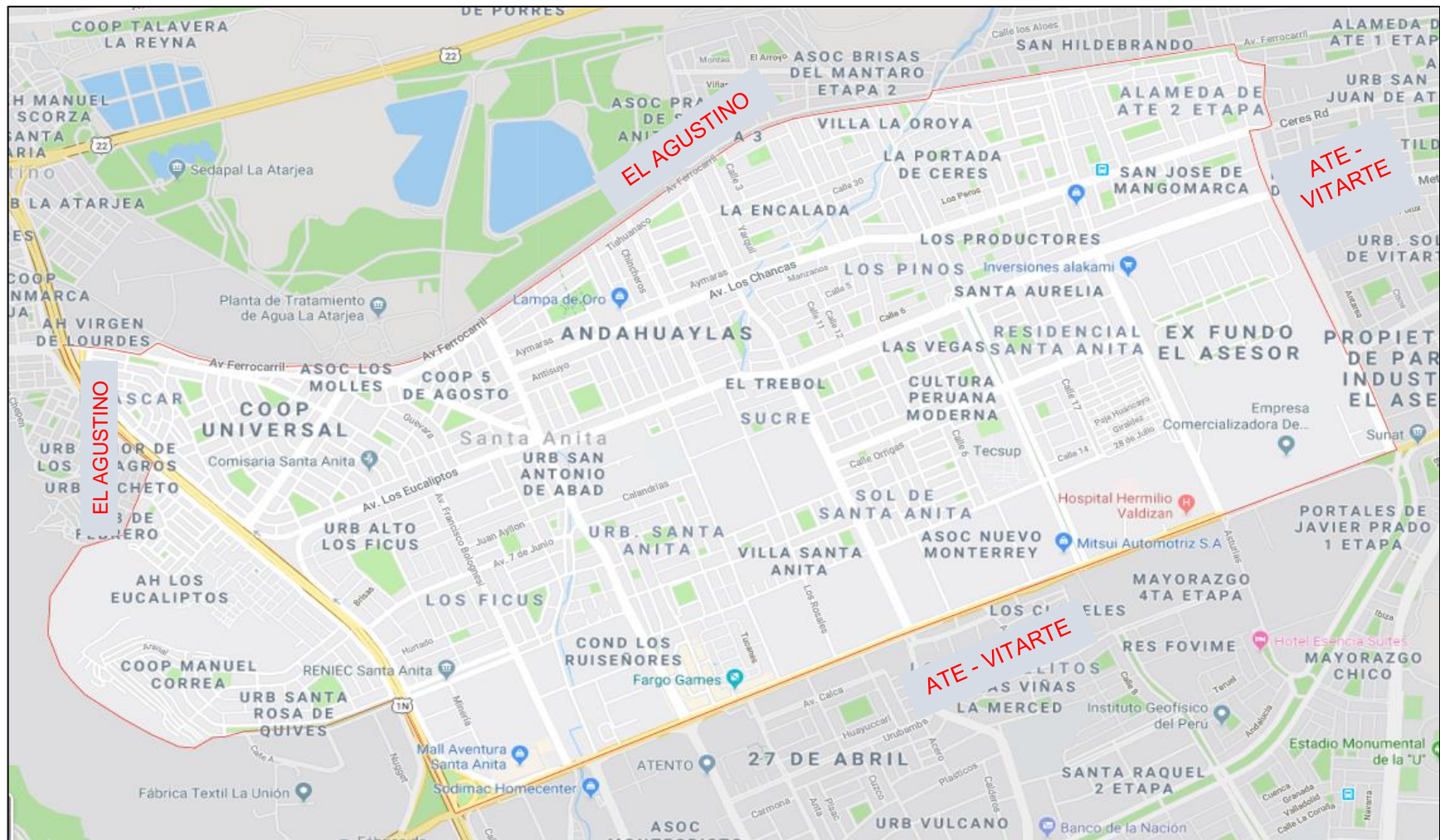


Figura 13: Distrito de Santa Anita y límites distritales
FUENTE: Google Maps (2019)

3.1.3 Zona de estudio

La zona de estudio abarca las avenidas Santa Rosa, Los Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial y zonas colindantes donde se distribuyó los 42 puntos de medición. El lugar de estudio se caracteriza por la presencia de actividades como comercios, industrias y tráfico vehicular que interactúan con viviendas e instituciones, que pueden ser los principales afectados por la emisión de ruido que generan estas actividades. Por otro lado, según el uso de suelo y el Estándar de Calidad Ambiental las zonas son de tipo mixta residencial, comercial e industrial; zona mixta comercial, de protección especial y residencial y zona mixta de protección especial, residencial e industrial. Asimismo, en la Figura 14 se observa la clasificación de la zona de estudio, según el uso de suelo del distrito se resalta que es una zona de densidad media y existe la presencia de grandes y livianas industrias.

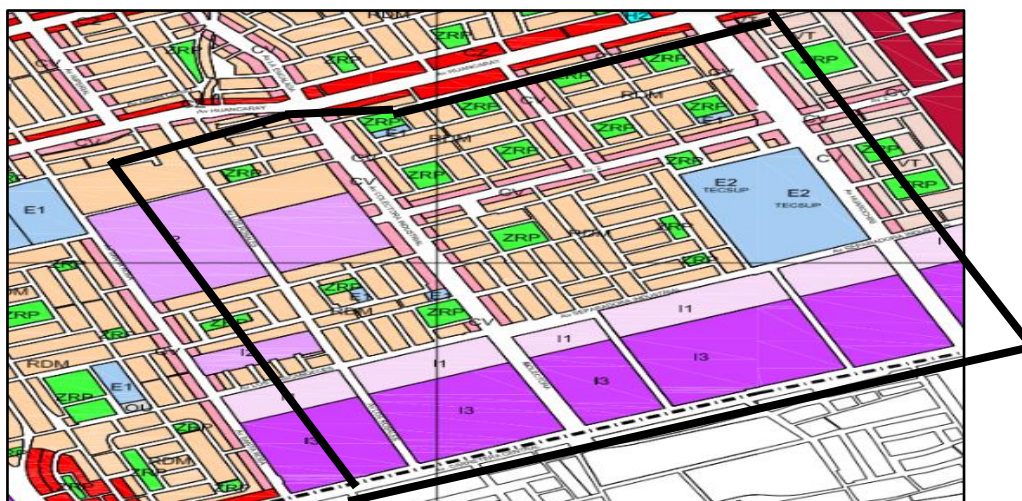


Figura 14: Zona de estudio
FUENTE: Plano de zonificación de Lima Metropolitana

En la Figura 15, se muestra los límites de la zona de estudio se ubican en las avenidas Chancas, Nicolás Ayllón (Carretera central 765 Km 2) y las zonas colindantes en las calles Batallón Callao, Avenida 2, en Cooperativa Miguel Grau y en las zonas colindantes a las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial y representa el 16% del área total del distrito. A continuación, se muestra la zona de estudio:



Figura 15: Límites de la zona de estudio
FUENTE: Elaboración propia con Google Earth Pro (2019)

En la Tabla 7 se muestra las coordenadas geográficas y la ubicación de las 40 estaciones de monitoreo distribuidas en la zona de estudio, entre las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial, de las cuales se consideró 15 estaciones en zonas colindantes de viviendas, industrias y parques entre las avenidas en estudio. Asimismo, en el Anexo 1 se muestra la distribución de los puntos.

Tabla 7: Puntos de monitoreo, coordenadas y ubicación

Nº PUNTO	CÓDIGO PUNTO	COORDENADAS		UBICACIÓN
		X	Y	
01	SR01	286014.48	8668088.97	Av. Santa Rosa con Calle 7 (Urbanización 23 de Setiembre)
02	SR02	286064.05	8667966.58	Av. Santa Rosa cuadra 7 (Coop. Julio C. Tello)
03	LR01	286326.89	8668028.89	Calle 8 (Urb. 23 de Setiembre-Frente Parque N°1)
04	ZC01	286391.19	8667970.20	Asociación de Viv. Sucre -Frente Parque N°1 (Cerca Av. Los Rosales)
05	LR02	286368.45	8667903.23	Av. Los Rosales con Jr. Batallon Callao
06	ZC02	286291.19	8667870.20	Jr. Batallón Callao con Mz D
07	SR03	286141.19	8667770.20	Av. Santa Rosa cuadra 15 con Colegio Santa Anita (Frente a Protisa)
08	ZC03	286141.19	8667720.20	Calandrias (Frente puerta colegio de Santa Anita)
09	LR03	286491.19	8667620.20	Av. Los Rosales 560 (Puerta fábrica Protisa)
10	SR04	286197.13	8667628.26	Av. Santa Rosa 545 (Frente a Royal S.A)
11	SR05	286241.19	8667520.20	Av. Santa Rosa 469 (Frente a Royal S.A)
12	ZC04	286341.19	8667470.20	Elias Aguirre Mz A Lote 13 (Cerca avenida Santa Rosa)
13	ZC05	286441.19	8667520.20	Elias Aguirre (Cerca avenida Los Rosales)
14	ZC06	286341.19	8667420.20	Parque Almirante Grau
15	LR04	286541.19	8667470.20	Av. Rosales (espalda de Calle, Tnte Iero Diego Aguirre)
16	ZC08	286526.99	8667427.31	Jr. Almirante Miguel Grau Mz D
17	ZC07	286390.30	8667375.88	Cooperativa Miguel Grau Mz F (Frente Algodonera Buena Vista)
18	SR06	286316.48	8667321.06	Av. Santa Rosa 341 (Frente Algodonera Buena Vista)
19	SR07	286341.19	8667270.20	Av. Santa Rosa 325 (Frente Importaciones Manturano)
20	LR05	286577.07	8667381.50	Av. Rosales Mz F (Frente a fábricas / Asoc. Vivienda Villa Santa Anita)
21	LR06	286610.32	8667271.70	Av. Rosales con Av. Cascanueces
22	CA01	286742.15	8667330.39	Av. Cascanueces
23	SR08	286380.79	8667161.21	Av. Santa Rosa con Av. Cascanueces
24	LR07	286641.19	8667220.20	Av Los Rosales 245
25	SR09	286441.19	8667020.20	Av. Santa Rosa 125
26	SR10	286491.19	8666870.20	Av. Santa Rosa 115
27	ZC09	286491.19	8667220.20	Av. Cascanueces (Frente a Calle los Claveles)
28	LR08	286741.19	8666970.20	Av. Los Rosales 190 (Fábrica Cromotex)
29	LR09	286462.00	8667665.00	Av. Los Rosales
30	CA02	287028.68	8667470.19	Av. Cascanueces
31	CI01	286928.68	8667270.19	Av. Colectora Industrial
32	CI02	286772.39	8667637.11	Av. Colectora Industrial
33	CI03	286578.68	8668070.19	Av. Colectora Industrial
34	ZC10	286655.00	8667156.00	Av. Nicolás Ayllón 765 Km Carretera Central (Navarrete)
35	CI04	286350.10	8668483.31	Av. Colectora Industrial
36	ZC11	286778.68	8668270.19	Av. Huancaray
37	CA03	287328.68	8667570.19	Av. Cascanueces
38	ZC12	286928.68	8667920.19	Av. Santa Ana (Av.2)
39	ZC13	286778.68	8668270.19	Av. Huancaray
40	ZC14	287478.68	8667470.19	Estrada Marthey 191
41	CA04	287314.00	8667588.00	Av. Cascanueces
42	CA05	287528.68	8667670.19	Av. Cascanueces

3.2 Población

El distrito de Santa Anita está entre los 20 distritos más poblados de la ciudad de Lima, teniendo hasta el año 2017 una población de 234.8 (miles) de habitantes (CPI, 2017). Por otro lado, en la

Figura 16 se muestra la evolución de la población proyectada del año 2008 al 2015 según dato del (INEI, s.f.) y la población del año 2016 (CPI, 2016)

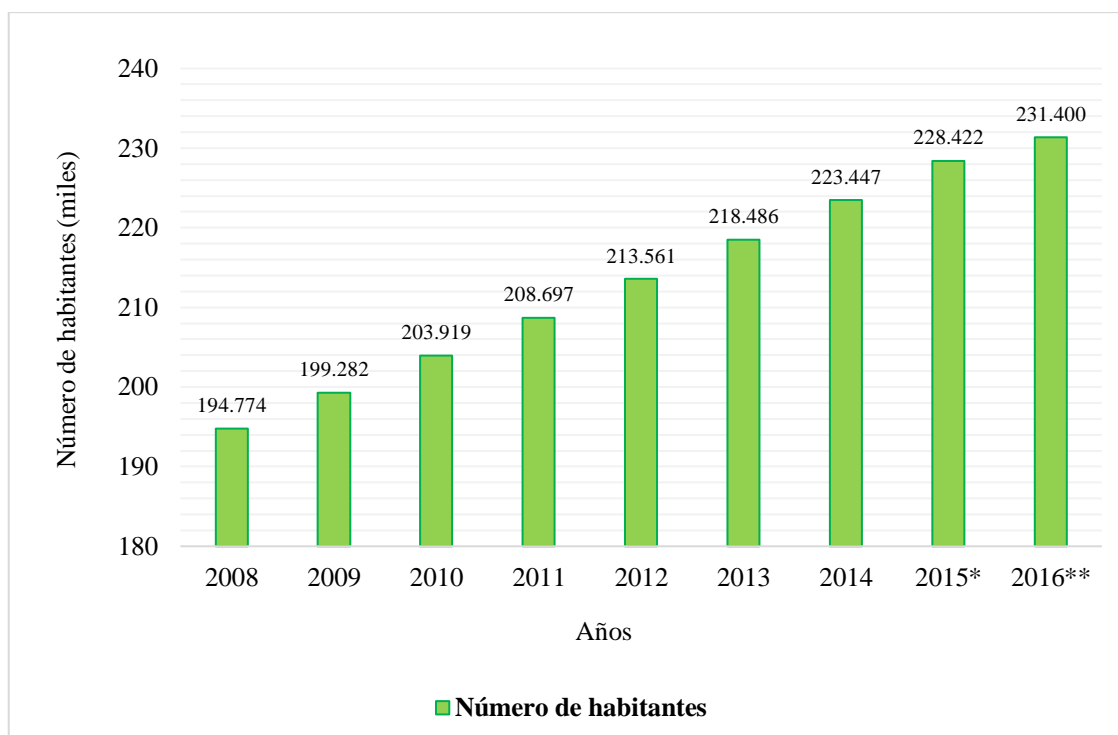


Figura 16: Habitantes del distrito de Santa Anita del 2008 al 2016

FUENTE: INEI (s.f.) y CPI (2016 y 2017)

* Datos del 2008 al 2015, es la población estimada y proyectada al 30 de junio según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

** Población del año 2016, según Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública S.A.C (CPI).

3.3 Materiales

- Software Minitab17
- Software ArcGis 10.5
- Ficha de datos por cada punto de monitoreo
- Plano de ubicación
- Lapicero
- Carpeta miniclip pinza
- 4 pilas recargables 2 A
- Cargador de pilas 2A
- Trípode de sonómetro
- Laptop TOSHIBA – Satellite
- Movilidad
- Cinta métrica

3.4 Equipos

- Sonómetro Quest – tipo I.



- Protector de viento



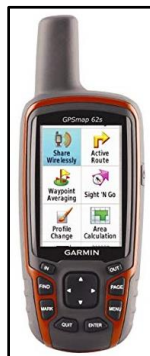
- Calibrador acústico



- Pistola Radar de Velocidad



- GPS (Map 62S)



- Psicrómetro Portátil De Assmann



3.5 Métodos o procedimiento

Para identificar, describir y evaluar las fuentes de ruido ambiental entre las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial se realizaron las siguientes actividades:

3.5.1 Definición de la zona de estudio

a. Inspección de la zona de estudio

Se inspeccionó la zona de estudio previo a establecer los puntos de monitoreo, se reconoció la posible población afectada y actividades que influyen en los niveles de ruido ambiental. También se realizó una medición de prueba en tres puntos de la avenida Santa Rosa y tres puntos en la avenida Rosales, para conocer los niveles y fuentes de ruido existentes.

b. Ubicación de los puntos de monitoreo

Se estableció los puntos de medición de ruido por cuadrículas que se superponen al plano de la zona de estudio, las distancias entre las cuadrículas a tomar son de 50 metros y se procedió a fijar los puntos de monitoreo a los vértices más cercanos de la cuadrícula descartando aquellos puntos que están sobre las manzanas de las casas o no son accesibles. Por otra parte, para lograr un mejor alcance de la planificación de los puntos de monitoreo, por el método de viales se tomó en cuenta lugares que han sido motivo de denuncias por ruido y puntos donde hay interacción de viviendas, parques y colegios, también se considera la seguridad del personal y de los equipos de campo.

3.5.2 Caracterización del ruido en la zona de estudio

Para continuar con la identificación, descripción y evaluación de las fuentes y de cumplir el segundo objetivo específico de obtener el espectro de las frecuencias en bandas de octavas del ruido vehicular y de la zona industrial en las vías públicas de las avenidas Santa Rosa, Los Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial y sus zonas colindantes, se consideró lo siguiente:

La seguridad de los equipos y del personal de medición, las condiciones meteorológicas y las horas pico de tráfico durante los periodos diurno y nocturno. Las mediciones se realizaron los días 27 y 28 de setiembre; el 01, 02, 03, 04, 19 y 28 de octubre, por último, del 17 al 19 de diciembre en días de semana (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes) evitando los feriados y fines de semana (sábado y domingo) debido al cambio en el flujo vehicular y las actividades diarias, siendo en el horario diurno entre las horas pico de 7:00 am – 8:00 am,

12:00 pm – 2:00 pm y 6:00 pm – 7:00 pm y para el periodo nocturno a partir de las 10:01 pm a 1:00 am.

Se midió el nivel del ruido equivalente ponderado en A (L_{eqA}), se midió el nivel de ruido en función de las frecuencias, se identificó el valor máximo y mínimo en cada estación de medición y se obtuvo la diferencia del nivel de ruido medido en ponderación C y A (L_{c-a}), para ello se consideró los siguientes pasos antes y durante la medición:

- Se calibró el sonómetro antes de iniciar la medición de ruido con el calibrador de campo.
- Se configuró el sonómetro para medir en simultaneo el L_{Aeq} y el nivel de ruido en función de las frecuencias en bandas de octavas, en ponderaciones A y C en modo Fast (F); el tiempo de medición durante el periodo diurno varía de 20, 30 y 45 minutos mientras que, en el periodo nocturno varia de 10, 15 y 20 minutos.
- El trípode se ubicó al exterior de la fuente como se muestra en la
- Figura 17 a un mínimo de 3 m del lindero de la industria y para el tráfico vehicular al borde de la acera.

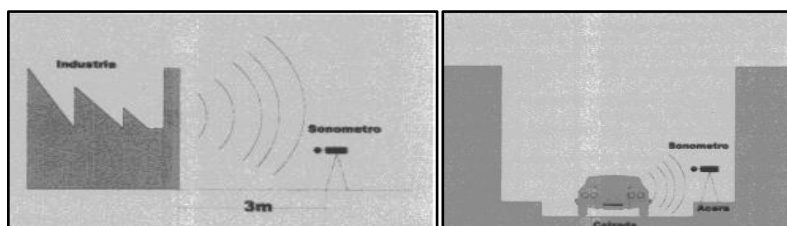


Figura 17: Emisión de una fuente fija (industria) y vehicular
FUENTE: R.M. 227-2013-MINAM.

- Se realizó la medición a una altura aproximada de 1,5 m del nivel del suelo, el cual se consideró también para la elaboración de los mapas de ruido.
- Se orientó el micrófono del sonómetro en un ángulo de inclinación de 60 grados con respecto al plano horizontal paralelo al suelo y en dirección a la fuente que origina el Ruido Ambiental.
- Se consideró una distancia mínima aproximada de 0.5 metros entre el sonómetro y el cuerpo del operador, a fin de evitar algún tipo de apantallamiento y por consiguiente evitar la alteración de la data.
- Se cubrió el micrófono del sonómetro con una pantalla antiviento, para evitar las distorsiones causadas por ráfagas de viento (velocidades mayores a 3 m/s).

- Cada punto de medición se georreferenció con un GPS y se configuró en unidades UTM y formato WGS84.

Para caracterizar el flujo vehicular se realizó el conteo de vehículos por categorías entre livianos (autos, buses, motos, motocicletas) y pesados (camiones, equipos pesados, buses interprovinciales), al finalizar se realizará la conversión de vehículos por hora. La velocidad se registró con la pistola de velocidad radar y de los vehículos más rápidos que no estuvieron obstaculizados por otros vehículos o factores, el equipo se configuró en modo Stationary Receding Only y Fastest Vehicle Mode.

También se consideró el ancho de la vía, ancho, número y sentido de los carriles (un sentido y doble sentido), cruces peatonales, señalización de tránsito, semáforos y medios para disminuir la velocidad de vehículos (rompe-muelles).

Por otro lado, para la fuente de ruido ambiental generado por industrias se consideró que sus actividades se desarrollaron de forma habitual y se identificó la cantidad de fábricas en toda la zona de estudio, razón social, el rubro que desempeña y área en m².

- El ruido de fondo se midió en una zona aledaña a las avenidas Santa Rosa y Los Rosales en el parque Quiñonez tal como se muestra en la Figura 18 donde no se perciben los ruidos en estudio (ruido de tráfico vehicular e industrial).

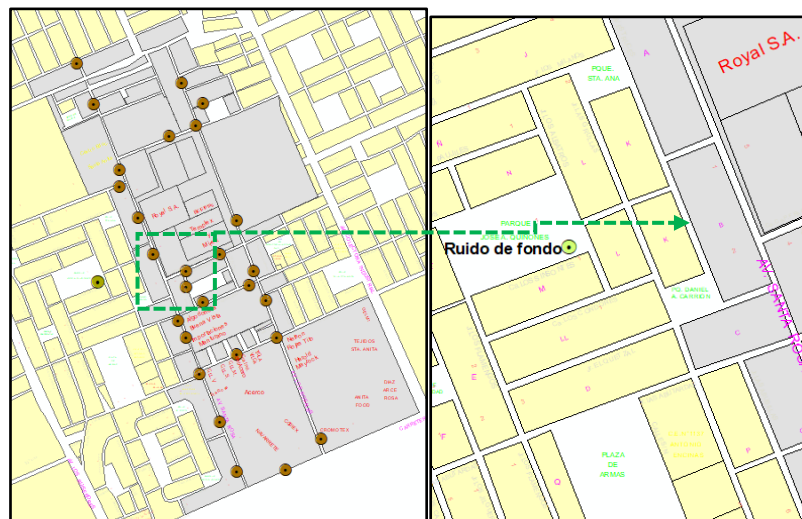


Figura 18: Punto de monitoreo de ruido de fondo

- En cada punto de monitoreo se registraron los datos de temperatura ambiente los cuales se obtuvieron de lectura directa y la humedad relativa se calculó mediante la ecuación mencionada en el ítem 2.7.5 Condiciones Meteorológicas, con los datos de temperatura

del bulbo húmedo y la altitud del lugar, que fueron tomados con el psicrómetro portátil de Assmann y el GPS, respectivamente.

- Se completó los campos requerido en la ficha de campo que se muestra en el Anexo 2 y posteriormente se ordenó y procesó los datos anotado en la ficha de campo, en hojas de cálculo digital Excel.

Por último, para elaborar los mapas de ruido en función de la presión sonora continua equivalente ponderado en A (LAeq) y entre la diferencia de ponderaciones A y C e identificar las zonas más ruidosas de las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial, se siguió lo siguiente:

Los mapas de ruido son elaborados con el Software ArcGis 10.5 para el periodo diurno y nocturno con los datos obtenidos de nivel de presión sonora continuo equivalente en ponderación A (LAeqT) y en función de las frecuencias de bandas de octavas en Hertz (Hz) agrupadas en bajas, medias y altas frecuencias y la diferencia de ponderación C y A en decibelios (Lc-a dB), generado por las industrias y el tránsito automotor. Asimismo, en la

Figura 19 se muestra los colores considerados para la elaboración del mapa de ruido, según lo establecido por la Municipalidad distrital de Santa Anita que sigue como criterio la norma ISO 1996-2 (ISO 1997b), donde se menciona que los niveles de presión sonora se establecen por distancias de 5 dB y se representa cada uno por un color distinto.

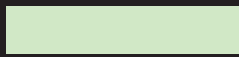





Nivel Sonoro (dB)	Nombre del Color	Color
< 35	Verde claro	
35-40	Verde	
40-45	Verde oscuro	
45-50	Amarillo	
50-55	Ocre	
55-60	Naranja	
60-65	Cinabrio	
65-70	Carmin	
70-75	Rojo lila	
75-80	Azul	
80-85	Azul oscuro	

Figura 19: Nivel de presión sonora y su respectivo color

FUENTE: Informe de Acciones Para el Control y Prevención de Ruidos de Santa Anita (2018)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la zona de estudio

Como parte de la identificación, descripción y evaluación de las fuentes de ruido ambiental entre las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial en el distrito de Santa Anita, se determinó lo siguiente:

Como parte de la problemática existente en la zona de estudio se identificó durante el horario diurno, el uso indiscriminado de claxon sobre todo durante las horas pico a consecuencia del tráfico vehicular generado por la obstrucción de vías y el estacionamiento de vehículos pesados en bermas angostas, invadiendo así parte del camino de las calles y avenidas. Agregado a esto existe el incumplimiento de algunas señalizaciones, semáforos y sentido de los carriles; la circulación de vehículos livianos por las bermas para facilitar su circulación en horas punta, generando desorden, congestión vehicular y dificultad para el cruce peatonal y acceso a los colegios (zonas de protección especial) principalmente en el horario escolar. También se puede identificar ruido generado por música a alto volumen de los vehículos y mercado de la zona.

En el horario nocturno, se percibe que la principal fuente ruido es por el roce de neumáticos con la calzada haciendo que en vías de campo abierto se perciba con mayor intensidad. También existe el ruido ambiental generado por algunas industrias durante la noche y en específico ruido generado por música a alto volumen por local de eventos para fiestas y algunos vehículos (motos). Asimismo, en el Anexo 3 se puede observar las características de cada uno de los lugares donde se realizaron las mediciones, mientras que en la Tabla 8 se describió el escenario acústico actual, las fuentes de ruido presentes, las actividades que se desarrollan y la problemática existente mediante la información en cada punto de medición. Asimismo, se identifica que de los 42 puntos evaluados el 88% del total de los puntos representa el ruido medido por vehículos y el 12% representa la fuente industrial.

Tabla 8: Descripción de la zona de estudio en cada punto de medición

Punto	Código	Tipo de zona	Descripción del lugar	Tipo de vía	Fuente sonoras evaluadas	
					Diurno	Nocturno
01	SR01	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto. - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 a 3 pisos - Bodegas y lavadero de autos. - Flujo de motos, autos y camiones. - Vía de alimentación a la avenida Huancaray. - Estacionamiento de vehículos en cruce de caminos. - Berma y vía angosta. - Disminución de velocidad de vehículos. - Congestión Vehicular. 	Avenida	Vehicular	Vehicular
02	SR02	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 1 a 3 pisos. - Flujo de motos y autos con música a alto volumen. - Flujo de vehículos livianos y pesados. - Congestión vehicular. - Berma y vía angosta. 	Avenida	Vehicular	X
03	LR01	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de viviendas. - Poco flujo vehicular (livianos y pesados). - Lugar cercano a la avenida Huancaray. - No es vía de alimentación. 	Calle	Vehicular	Vehicular

Continuación ...

04	ZC01	Residencial	<ul style="list-style-type: none">- Viviendas de 1 a 3 pisos frente al parque.- Poco flujo vehicular (livianos y pesados).- Presencia de comercio (Torno).- Calle enrejada, pero con acceso a la avenida Santa Rosa.	Calle	Vehicular	X
05	LR02	Mixta (Residencial- industrial)	<ul style="list-style-type: none">- Viviendas, fábricas y terrenos vacíos cercados.- Poco flujo vehicular (livianos y pesados).- Vía alimentada por el jirón Callao.	Avenida	Vehicular	Vehicular
06	ZC02	Mixta (Residencial- Industrial)	<ul style="list-style-type: none">- Ruido por escape de vapor de la fábrica Elite.- Colegio situado al frente y parte derecha.- Poco flujo vehicular (livianos y pesados).- Jirón que une las avenidas Santa Rosa y Los Rosales y con falta de limpieza (botadero).	Jirón	Vehicular	Industrial
07	SR03	Mixta (Protección Especial- residencial e industrial)	<ul style="list-style-type: none">- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto.- Ruido de claxon de vehículos.- Presencia de colegio, fábrica.- Flujo de vehículos livianos y pesados.- Vehículos estacionados (Movilidad escolar) cerca al lugar de medición.- Desorden en la vía en horario escolar.- Berma y vía angosta.- Obstrucción de acceso a ingreso del colegio.	Avenida	Vehicular	Vehicular
08	ZC03	Mixta (Protección especial - residencial)	<ul style="list-style-type: none">- Viviendas y colegio.- Poco flujo vehicular (livianos y pesados).- Tránsito de personas.- Alarmas de retroceso de vehículos- Cerca de la avenida Santa Rosa.	Calle	Vehicular	Vehicular

Continuación...

09	LR03	Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto. - Puerta de fábrica Elite. - Flujo de vehículos livianos y pesados. - Avenida que alimenta el cruce de Jr. Izaguirre. 	Avenida	Vehicular	Vehicular
10	SR04	Mixta (Comercial- industrial)	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 a 3 pisos frente a industrias. - Flujo de vehículos livianos y pesados. - Berma y vía angosta. 	Avenida	Vehicular	Vehicular
11	SR05	Mixta (Protección especial- comercial)	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 a 3 pisos. - Colegio. - Flujo de vehículos livianos y pesados (tractores y aplanadoras). - Flujo de vehículo en un solo sentido en su mayoría. - Tráfico en la vía de intersección. - Dificultad de cruce peatonal. 	Avenida	Vehicular	Vehicular
12	ZC04	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 a 3 pisos. - Flujo de vehículos livianos y pesados. - Congestión vehicular. - Vía y berma angosta. 	Calle	Vehicular	Vehicular

Continuación...

13	ZC05	Residencial	<ul style="list-style-type: none">- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto- Ruido de claxon de vehículos.- Viviendas de 2 a 3 pisos.- Flujo de vehículos livianos y pesados.- Congestión vehicular.- Vía y berma angosta.	Calle	Vehicular	Vehicular
14	ZC06	Residencial	<ul style="list-style-type: none">- Viviendas de 2 a 3 pisos y situadas a la espalda de la avenida Santa Rosa.- Parque.- No hay flujo vehicular.- Vehículos estacionados en la vía.	Calle	Vehicular	Vehicular
15	LR04	Residencial	<ul style="list-style-type: none">- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto- Ruido de claxon de vehículos.- Viviendas de 2 a 3 pisos.- Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público).- Congestión vehicular.- Ruta de desvío por construcción de línea del metro 2 de Lima.- Presencia de comercio (mercado).	Avenida	Vehicular	Vehicular

Continuación...

16	ZC08	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 1 a 3 pisos. - Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público). - Presencia de comercios - Ruta de desvío por construcción de línea del metro 2 de Lima. - Tráfico y desorden. 	Jirón	Vehicular	Vehicular
17	ZC07	Residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas de 1 a 3 pisos. - Colegio - Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público). - Presencia de servicio de soldadura. - Ruta de desvío por construcción de línea del metro 2 de Lima. - Tráfico y desorden generado por el transporte público. - Vía que alimenta la avenida Santa Rosa. - Vía angosta. 	Calle	Vehicular	Vehicular
18	SR06	Mixta (Comercial- industrial)	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 y 3 pisos - Flujo de vehículos pesados y livianos - Frente a fábrica Algodonera Buena Vista e Importaciones Manturano. - Es alimentada por la intersección de la avenida cascanueces. - Congestión vehicular. 	Avenida	Vehicular	Vehicular

Continuación ...

			- Vía y berma angosta.			
19	SR07	Mixta (Comercial- industrial)	Igual al punto 18	Avenida	Vehicular	Vehicular
20	LR05	Mixta (Residencial -industrial)	- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Viviendas de 2 y 3 pisos. - Flujo de vehículos pesados y livianos. - Congestión vehicular y desorden.	Avenida	Vehicular	Vehicular
21	LR06	Mixta (Residencial -industrial)	- Ruido de claxon de vehículos. - Flujo de vehículos pesados y livianos. - Vía de alimentación a la avenida cascanueces. - Fábricas y viviendas al frente. - Poco flujo vehicular.	Avenida	Vehicular	Vehicular
22	CA01	Mixta (Residencial- industrial)	- Viviendas de 1 a 3 pisos. - Flujo de vehículos pesados y livianos a velocidades rápidas. - Fabricas. - Vía angosta.	Avenida	Vehicular	Vehicular
23	SR08	Mixta (Comercial- industrial)	- Viviendas de 2 a 3 pisos. - Presencia de semáforo. - Flujo de vehículos livianos y pesados. - Vía alimentada por la avenida cascanueces. - Cruce de avenidas cascanueces y Los Rosales. - Congestión vehicular y desorden.	Avenida	Vehicular	X

Continuación ...

24	LR07	Industrial	<ul style="list-style-type: none">- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto- Sólo presencia de fábricas.- Flujo de vehículos livianos y pesados.- Uso de las bermas y pistas para estacionamiento de vehículos pesados (camiones) de las fábricas.- Desorden vehicular y obstrucción de las vías de acceso.	Avenida	Vehicular	Vehicular
25	SR09	Mixta (Comercial- industrial)	<ul style="list-style-type: none">- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto- Ruido de claxon de vehículos.- Viviendas de 1 a 3 pisos.- Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público).- Zona de fábricas, viviendas y comercios.- Vía de alimentación a la carretera central.- Desorden vehicular.- Vía y berma angosta.- Ruta de desvío de la línea 2 del metro de Lima.	Avenida	Vehicular	Industrial
26	SR10	Mixta (Comercial- Industrial)	<ul style="list-style-type: none">- Igual al punto 25	Avenida	Vehicular	Vehicular
27	ZC09	Industrial	<ul style="list-style-type: none">- Ruta de desvío de la línea 2 del metro de Lima.- Equipos pesado trabajando.- No se respeta el semáforo.- Vía angosta y ruido por uso del claxon.	Avenida	Vehicular	Vehicular
28	LR08	Industrial	<ul style="list-style-type: none">- Sólo presencia de fábricas.- Vehículos pesados estacionados alrededor de las vías.	Avenida	Vehicular	Industrial

Continuación ...

			- Poco flujo vehicular.			
29	LR09	Residencial	- Presencia de fábrica, viviendas y comercio. - Industrias al frente de viviendas. - Flujo de vehículos pesados y livianos en su mayoría.	Avenida	Vehicular	Industrial
30	CA02	Mixta (Residencial- industrial)	- Viviendas de 2 a 3 pisos. - Industrias al frente de viviendas. - Flujo de vehículos pesados y livianos en su mayoría. - Tránsito de vehículos a gran velocidad.	Avenida	Vehicular	Vehicular
31	CI01	Industrial	- No hay flujo de vehículos pesados y livianos. - Zona de fábrica. - No tiene salida a otra vía, por cierre de carretera central.	Avenida	Industrial	Industrial
32	CI02	Mixta (Protección especial- comercial)	- Colegio, viviendas y comercio. - Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público). - Mercado con música alto volumen por parlantes. - Ruta de desvío por construcción de línea del metro 2 de Lima. - Congestión y desorden vehicular.	Avenida	Vehicular	Vehicular
33	CI03	Mixta (Protección especial- comercial)	- Ruido de carrocería, tubo de escape y freno de moto - Ruido de claxon de vehículos. - Colegio. - Vía rápida. - Flujo de vehículos pesados y livianos. - Rompe – muelles.	Avenida	Vehicular	Vehicular

Continuación...

34	ZC10	Mixta (Residencial -comercial)	- Viviendas - Vía rápida. - Flujo de vehículos livianos y pesados.	Avenida	Vehicular	Vehicular
35	CI04	Mixta (Residencial -comercial)	- Flujo de vehículos livianos y pesados - Viviendas y comercios. - Flujo rápido de vehículos.	Avenida	Vehicular	Vehicular
36	ZC11	Industrial	- Fábrica - Flujo de vehículos pesados y livianos. - Obstrucción de vías por vehículos pesados (camiones) estacionados. - Flujo de vehículos pesados y livianos (combis – transporte público). - Ruta de desvío por construcción de línea del metro 2 de Lima.	Avenida	Vehicular	Vehicular
37	CA03	Mixta (Protección especial - Residencial e industrial)	- Ruido de fábrica textil.	Avenida	Vehicular	Vehicular
38	ZC12	Mixta (Protección especial- Residencial y Comercial-)	- Colegio, viviendas y comercios. - Flujo de vehículos pesados y livianos.	Avenida	Vehicular	Vehicular

Continuación...

39	ZC13	Mixta (Residencial- comercial)	- Viviendas de 2 a 3 pisos - Flujo de vehículos pesados y livianos - Flujo rápido de vehículos pesados y livianos.	Calle	Vehicular	Vehicular
40	ZC14	Industrial	- Fabrica. - Local de eventos que funciona solo de noche. - Poco flujo de vehículos pesados y livianos.	Avenida	Vehicular	Vehicular
41	CA04	Mixta (Residencial e industrial)	- Viviendas - Flujo de vehículos pesados y livianos. - Vía de alimentación de la avenida Huarochiri. - Flujo rápido de vehículos pesados y livianos.	Avenida	Vehicular	Vehicular
42	CA05	Mixta (Protección especial e Industrial)	- Instituto de Educación superior. - Fábricas, comercios. - Flujo de vehículos pesados y livianos.	Avenida	Vehicular	Vehicular

Por último, en la Figura 20, se aprecia el mapa de zonificación elaborado para identificar y evaluar las fuentes de ruido, los lugares y las causas de ruido. Además, se dividió en cuatro tipos de zonas, de protección especial, residencial, comercial e industrial lo cuales representan el 6%, 55%, 1% y el 38% del área total de la zona de estudio.

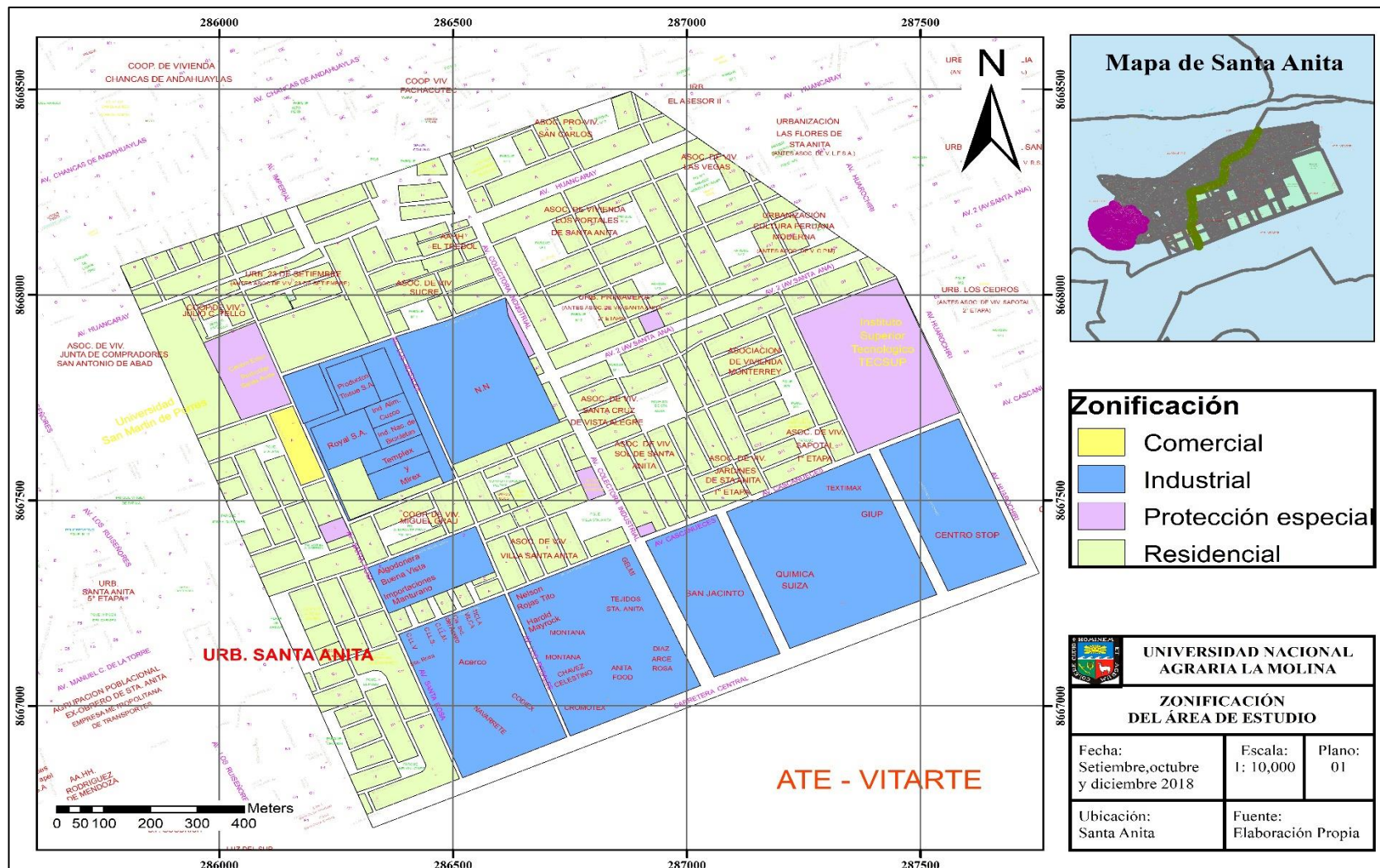


Figura 20: Zonificación del área de estudio en el distrito de Santa Anita
FUENTE: Mapa Catastral de La Municipalidad de Santa Anita

4.2 Caracterización meteorológica

Las condiciones meteorológicas se midieron para el horario diurno y nocturno, en el Anexo 4 se muestra la altitud de cada lugar y los cálculos realizados para hallar los datos de humedad.

Para el horario diurno se observa en la Tabla 9, se muestra que en la zona de estudio durante el día la temperatura ambiente varía de 16.8 °C a 30°C siendo que durante las mañanas de 7:01 a.m. a 9:30 a.m. se registran las temperaturas más bajas y se estima que durante este periodo las calmas representan un 9.5%.

Para el horario nocturno se observa en la Tabla 10, que la temperatura ambiente varía de 17°C a 22 °C siendo que se registran las temperaturas más bajas en el periodo de octubre y se estima que durante este periodo las calmas representan un 12.5%.

Por último, se presenta la rosa de vientos en el Anexo 5.

Tabla 9: Condiciones meteorológicas de la zona de estudio en horario diurno

Código	Fecha	Hora	T ^a (°C)	HR ^b (%)	Velocidad ^c (m/s)	Dirección ^d (Grados)
SR01	27/09/2018	07:17 a.m.	23	86	1.3	ENE
SR02	27/09/2018	12:20 p.m.	22.2	87	2.7	O
LR01	01/10/2018	06:17 p.m.	19	88	0.9	O
ZC01	01/10/2018	05:46 p.m.	20	86	1.8	O
LR02	03/10/2018	12:23 p.m.	27	87	1.3	O
ZC02	28/10/2018	01:58 p.m.	21	90	2.2	O
SR03	28/09/2018	07:15 a.m.	18	96	0.9	NOE
ZC03	28/09/2018	01:10 p.m.	24	90	2.2	O
LR03	03/10/2018	01:25 p.m.	27	89	1.3	O
SR04	28/09/2018	06:30 p.m.	19	88	1.3	O
SR05	03/10/2018	07:10 p.m.	20	86	2.2	O
ZC04	04/10/2018	07:57 a.m.	19	95	Calma	Calma
ZC05	04/10/2018	07:16 a.m.	20	89	Calma	Calma
ZC06	04/10/2018	05:56 p.m.	19.8	89	1.8	O
LR04	03/10/2018	02:05 p.m.	23.8	89	1.3	O
ZC08	04/10/2018	12:30 p.m.	21	87	2.7	O
ZC07	04/10/2018	08:37 a.m.	21	89	0.4	OSO
SR06	01/10/2018	08:04 a.m.	20	90	0.4	NOE
SR07	01/10/2018	08:50 a.m.	20	89	0.4	NOE
LR05	03/10/2018	02:44 p.m.	23	86	1.3	O
LR06	03/10/2018	06:20 p.m.	19	89	1.3	OSO
CA01	04/10/2018	03:02 p.m.	25.8	87	2.7	OSO
SR08	01/10/2018	01:05 p.m.	21.4	86	2.2	ONE
LR07	04/10/2018	01:12 p.m.	21	86	2.7	O
SR09	01/10/2018	01:56 p.m.	21	87	2.2	ONE
SR10	01/10/2018	02:40 p.m.	20.8	88	2.2	O
ZC09	04/10/2018	02:09 p.m.	25	88	2.7	OSO
LR08	04/10/2018	01:13 p.m.	25.2	85	2.7	O
LR09	03/10/2018	01:25 p.m.	27	89	1.3	O
CA02	17/12/2018	07:45 a.m.	22.6	87	Calma	Calma
CI01	17/12/2018	08:18 a.m.	22.6	87	0.4	OSO
CI02	19/12/2018	07:20 p.m.	22.6	89	0.9	ONO
CI03	19/12/2018	12:33 p.m.	28.8	89	3.6	OSO
ZC10	17/12/2018	07:06 a.m.	23	87	Calma	Calma
CI04	18/12/2018	07:12 a.m.	21.6	83	0.4	OSO
ZC11	19/12/2018	01:58 p.m.	30	87	3.6	OSO
CA03	19/12/2018	01:25 p.m.	29	84	3.6	OSO
ZC12	19/12/2018	12:58 p.m.	28.8	85	0.9	ONO
ZC13	18/12/2018	07:49 a.m.	21.6	83	0.4	OSO
ZC14	18/12/2018	08:51 a.m.	21.6	83	0.9	OSO
CA04	18/12/2018	08:21 a.m.	21.6	83	0.9	OSO
CA05	19/12/2018	06:48 p.m.	23	83	1.3	ONO

^a Temperatura ambiente^b Humedad Relativa^c Velocidad del viento^d Dirección del viento

Tabla 10: Condiciones meteorológicas de la zona de estudio en horario nocturno

Código	Fecha	Hora	T ^a (°C)	HR ^b (%)	Velocidad ^c (m/s)	Dirección ^d (Grados)
SR01	16/10/2018	10:01 p.m.	17.2	92.8	0.9	NE
LR01	16/10/2018	06:05 a.m.	17.0	90.0	0.4	SOE
LR02	16/10/2018	06:22 a.m.	18.0	89.4	0.4	SOE
ZC02	18/10/2018	12:22 a.m.	17.2	88.8	0.9	E
SR03	10/10/2018	10:13 p.m.	17.0	90.0	0.9	ESE
ZC03	18/10/2018	12:35 a.m.	18.0	88.7	0.9	E
LR03	16/10/2018	10:01 p.m.	17.0	88.7	0.9	NE
SR04	10/10/2018	10:40 p.m.	18.0	87.5	0.9	ESE
SR05	15/10/2018	10:37 p.m.	18.0	88.1	Calma	Calma
ZC04	15/10/2018	10:20 p.m.	18.2	87.0	Calma	Calma
ZC05	17/10/2018	11:15 p.m.	18.0	87.5	1.3	E
ZC06	17/10/2018	10:54 p.m.	17.4	88.3	0.4	S
LR04	12/10/2018	11:04 p.m.	17.0	83.4	1.3	S
ZC08	12/10/2018	11:23 p.m.	17.0	82.7	1.3	S
ZC07	15/10/2018	10:01 p.m.	17.4	90.9	Calma	Calma
SR06	10/10/2018	11:10 p.m.	17.8	89.8	0.4	ESE
SR07	18/10/2018	12:54 a.m.	17.0	90.0	0.9	E
LR05	12/10/2018	11:42 p.m.	17.8	89.9	1.3	S
LR06	12/10/2018	10:01 p.m.	17.0	90.0	1.3	SSE
CA01	17/10/2018	10:30 p.m.	22.0	87.7	0.4	S
SR08	15/10/2018	11:21 p.m.	17.0	92.0	Calma	Calma
LR07	15/10/2018	10:57 p.m.	17.0	97.2	Calma	Calma
SR09	18/10/2018	01:12 a.m.	17.2	89.5	0.4	S
SR10	18/10/2018	01:34 a.m.	17.0	89.3	0.4	S
ZC09	18/10/2018	01:52 a.m.	17.0	89.4	0.4	S
LR08	12/10/2018	10:28 p.m.	17.0	90.0	1.3	SSE
LR09	19/12/2018	10:01 p.m.	17.0	90.0	1.8	E
CA02	17/12/2018	10:50 p.m.	21.6	93.5	0.9	O
CI01	14/12/2018	10:16 p.m.	22.0	87.7	0.4	ONE
CI02	14/12/2018	10:43 p.m.	22.0	90.2	0.4	ONE
CI03	14/12/2018	11:09 p.m.	21.0	89.6	0.4	ONO
ZC10	17/12/2018	10:03 p.m.	21.4	88.8	0.9	O
CI04	14/12/2018	11:33 p.m.	22.0	87.7	0.4	ONO
ZC11	17/12/2018	11:30 p.m.	22.0	85.3	0.9	O
CA03	17/12/2018	11:10 p.m.	21.6	93.5	0.9	O
ZC12	18/12/2018	10:01 p.m.	21.6	88.4	1.3	E
ZC13	17/12/2018	10:26 p.m.	21.4	88.8	0.9	O
ZC14	18/12/2018	10:44 p.m.	21.8	90.1	1.3	E
CA04	18/12/2018	11:03 p.m.	21.8	90.1	0.9	OSO
CA05	18/12/2018	10:23 p.m.	21.8	90.1	1.3	E

^a Temperatura ambiente^b Humedad Relativa^c Velocidad del viento^d Dirección del viento

4.3 Nivel de ruido total y el ruido de fondo

El ruido de fondo medido en el parque Quiñones fue durante el horario diurno y nocturno por un tiempo de 30 minutos, durante la medición se generó ruido en algunas oportunidades por el tránsito de personas, ladrido de perros y canto de aves. La corrección por ruido de fondo se realiza en los puntos donde la diferencia del ruido medido y el ruido de fondo está entre 3 dB y 10 dB, según lo establecido por la Norma Española-UNE-ISO 1996-1:2005. En la Tabla 11, se muestra los puntos donde fueron necesarios realizar las correcciones por ruido de fondo y el dato registrado durante el día fue de 55.4 dB y para la noche 54.3 dB.

Tabla 11: Corrección por ruido de fondo horario diurno y nocturno

Horario	Punto	Código	Leq	Ruido de fondo	Diferencia	Leq-correctado
Diurno	Punto 14	ZC06	62.0	55.4	6.6	60.9
	Punto 28	LR08	63.6	55.4	8.2	62.9
	Punto 12	ZC06	57.3	54.3	3.0	54.3
	Punto 17	SR07	61.9	54.3	7.6	61.1
	Punto 18	LR05	63.1	54.3	8.8	62.5
	Punto 22	LR07	63.6	54.3	9.3	63.1
Nocturno	Punto 23	SR09	62.8	54.3	8.5	62.1
	Punto 24	SR10	63.3	54.3	9.0	62.7
	Punto 25	ZC09	61.4	54.3	7.1	60.5
	Punto 26	LR08	59.6	54.3	5.3	58.1
	Punto 27	LR09	62.3	54.3	8.0	61.6
	Punto 29	CI01	62.4	54.3	8.1	61.7

Se comprueba que el ruido de fondo se midió en el lugar adecuado y se registra un valor correcto, ya que esta data es menor en comparación al ruido medido en cada punto de monitoreo, según se muestra en la Figura 21 y en la Figura 22 para el horario diurno y nocturno, respectivamente. El nivel de ruido en los puntos ZC03 (56.0 dB) y ZC06 (54.3 dB) tienen valores de Leq muy cercanos al ruido de fondo, esto se podría deber a la cercanía y la similitud de las características del lugar donde se midió el ruido de fondo.

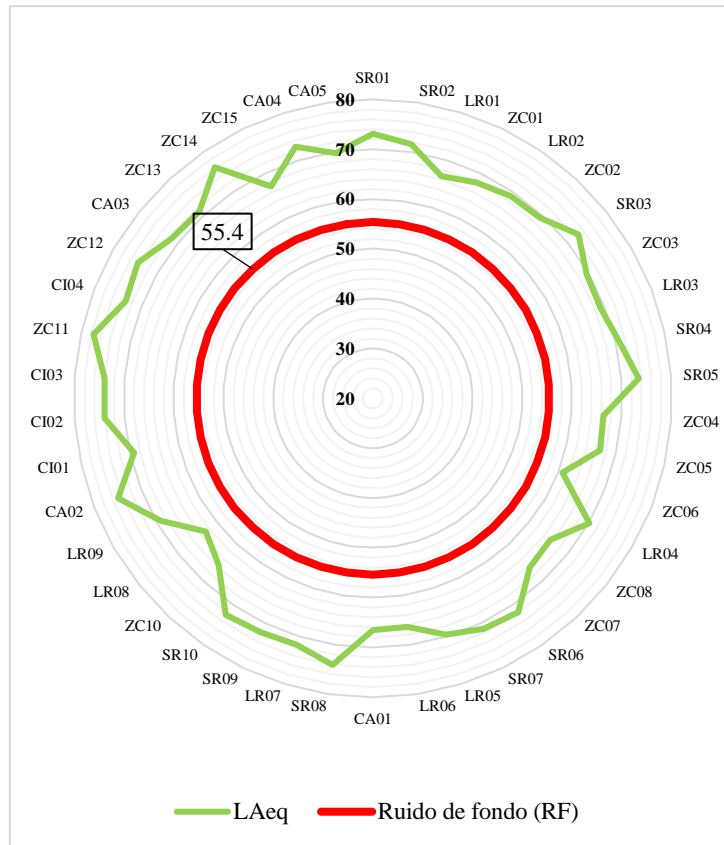


Figura 21: Variación del flujo vehicular y nivel de ruido en el horario diurno

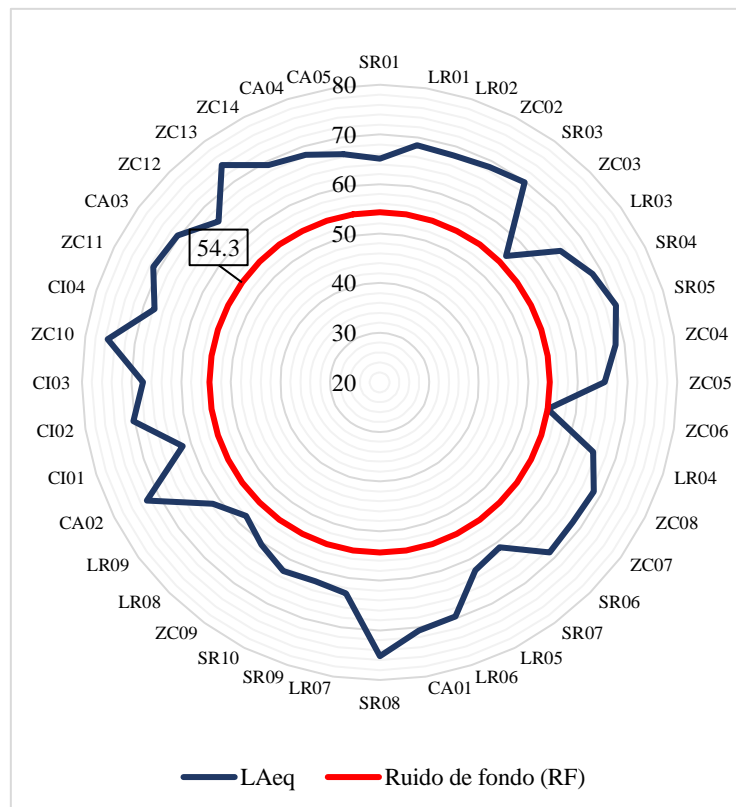


Figura 22: Variación del flujo vehicular y nivel de ruido en horario nocturno

4.4 Análisis de información

Se consideró para este análisis los valores de ruido continuo equivalente (L_{eq}), $L_{mín}$, $L_{máx}$ registrados en los puntos de monitoreo de la zona de estudio para el ruido vehicular e industrial en los horarios diurno y nocturno. En la Figura 23 se observa que durante el horario diurno el $L_{máx}$ más alto se registra en el punto CA02 (95.8 dB) el cual a su vez tiene un L_{eq} de 74.9 dB y donde se combinan los ruidos del tráfico vehicular y música a alto volumen de mercado, seguido como otro $L_{máx}$ alto se da en el punto LR06 (93.6 dB) con un L_{eq} de 71.7 dB donde el ruido es a causa del flujo de vehículos pesados y livianos y por carrocerías, motor y tubos de escape de las motos. Mientras que el $L_{mín}$ más bajo se registra en el punto ZC09 (43.8 dB) con un L_{eq} de 66.7 dB lugar que es ruta del desvío por la construcción de la línea 2 del metro de Lima, donde no se respeta el semáforo y por momentos disminuye el flujo vehicular. Además, se observa que los tres parámetros tienen un comportamiento similar.

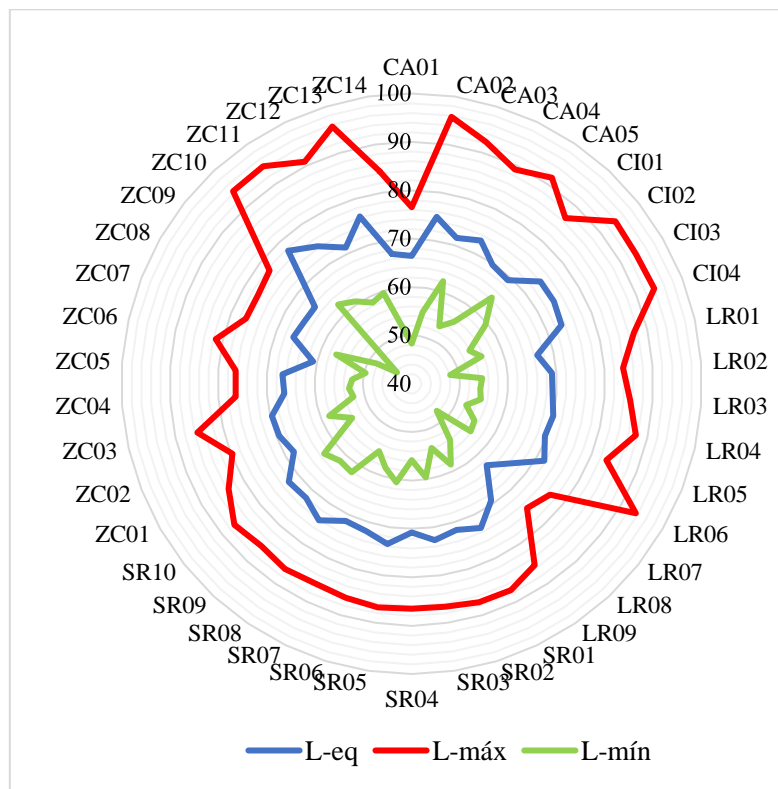


Figura 23: Variación del nivel de ruido continuo (L_{eq}), mínimo ($L_{mín}$) y máximo ($L_{máx}$), horario diurno.

En la Figura 24, se observa que durante el horario nocturno, el $L_{máx}$ más alto se registró en la Calle Estrada Marthey, punto ZC11 (96.2 dB), con un L_{eq} de 71.2 dB lugar con presencia de fábricas, pero que solamente se percibe el ruido de vehículos mientras que el $L_{mín}$ más

bajo se registra en la Cooperativa Miguel Grau, punto ZC06 (42.6 dB) con un Leq de 54.3 dB lugar con poco flujo vehicular. Además, se observa que en el punto ZC02 el Lmín (67.1 dB) y Leq (68.7 dB) tienen valores similares debido a que en este lugar el ruido es constante y es generado por el escape de vapor que salen por tuberías, mientras que el pico que se observa para el Lmín en el punto CA03 (62.6 dB) es a causa de que las vías son más anchas, existen 2 carriles por sentido de la vía y el tránsito de vehículos livianos y pesados es fluido, también se observa que en todos los puntos los tres parámetros tienen un comportamiento similar.

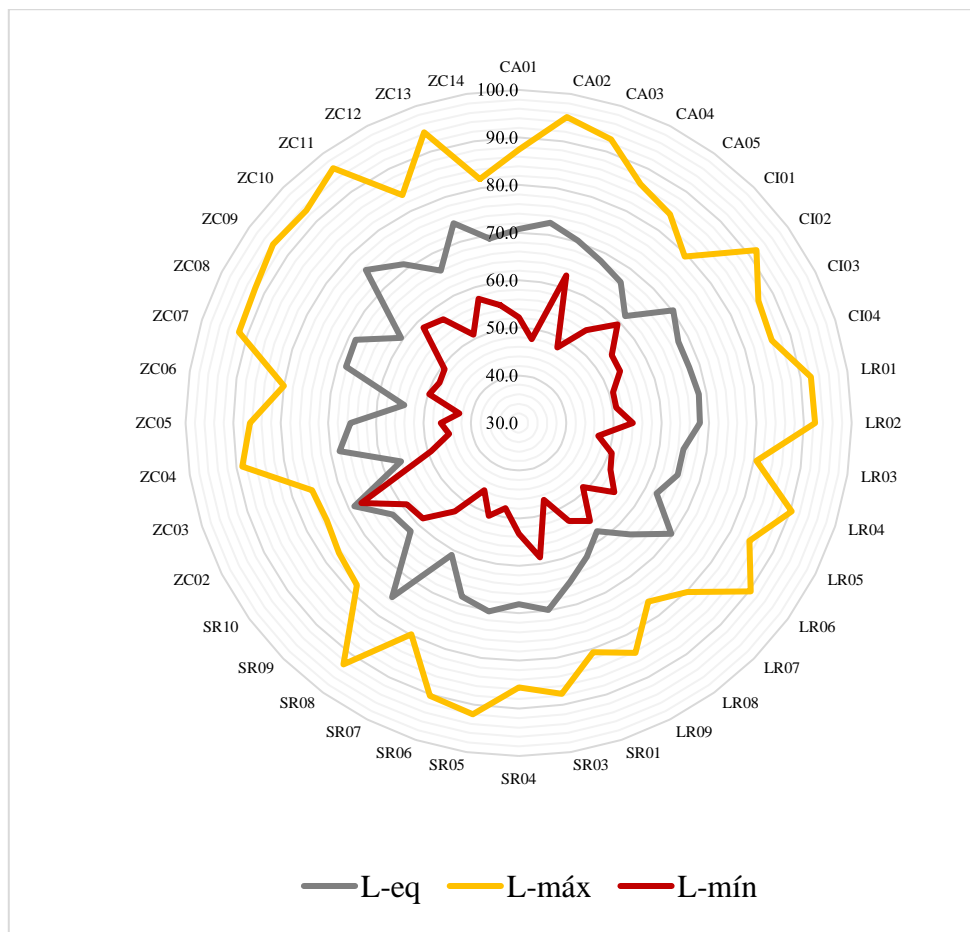


Figura 24: Variación del nivel de ruido continuo (Leq), mínimo (Lmín) y máximo (Lmáx), horario nocturno

4.5 Evaluación del nivel de ruido ambiental

Para medir el nivel de ruido en el periodo diurno se tomó en cuenta 42 puntos de monitoreo distribuidos en las avenidas Santa Rosa (SR), Los Rosales (LR), Cascanueces (CA), Colectora Industrial (CI) y zonas colindantes (ZC) al área de estudio y se realizó en horas punta de 07:15 am a 09:30 am, de 12:00 pm a 3:32 pm y de 05:46 pm a 07:40 pm, de los cuales en 41 puntos se midió el nivel de ruido generado por los vehículos. Considerando que

existe mezcla de ruido en los puntos CI02 y ZC08 entre el tránsito de personas y música a alto volumen (presencia de mercado) y en el punto ZC02 entre el ruido de la industria Productos Tissue del Perú (ruido por escape de vapor) con el ruido vehicular. Por otro lado, en el punto CI01 se mide el ruido de industria.

Mientras que para el periodo nocturno se tomó en cuenta 40 puntos de monitoreo distribuidos en las avenidas Santa Rosa (SR), Los Rosales (LR), Cascanueces (CA), Colectora Industrial (CI) y zonas colindantes al área de estudio en el periodo de 10:01 pm a 02:00 am, midiendo en 35 puntos el nivel de ruido generado por los vehículos y 5 puntos generados por fábricas Productos Tissue del Perú, Moly Cop, Industrial Cromotex, Tejidos San Jacinto S.A y Fábrica de bicicletas (extractor de aire), por otro lado en el punto SR09 se combina el ruido generado por la Industrial Molycop y el tránsito vehicular. Como resultado de las situaciones descritas se muestra en la Tabla 12 la variación del nivel de ruido en las distintas horas del horario diurno y nocturno.

En la Tabla 12, muestra que el nivel de ruido durante el horario diurno presentó cuatro picos, uno a las 07:06 a.m. en ZC10 (77.5 dB), el siguiente a las 07:49 a.m. en ZC13 (76.2 dB), seguido del punto CA02 (74.9 dB) y por último a la 1:58 pm en ZC11 (74.4 dB). Sin embargo, se puede distinguir que en los puntos ubicados las avenidas Santa Rosa (SR), Los Rosales (LR) y Colectora industrial (CI) también existen niveles de ruido altos en los horarios de 12:30 p.m. y 7:20 p.m., siendo que estas horas coinciden con actividades antropogénicas diarias tales como movilización para dirigirse a los centros de labores, centros de estudio y retorno a sus viviendas.

Tabla 12: Variación del nivel de ruido (LAeq) en el horario diurno y nocturno

Diurno			Nocturno		
Código	Hora	Leq (dB A)	Código	Hora	Leq (dB A)
ZC10	07:06 AM	77.5	LR01	06:05 AM	68.4
CI04	07:12 AM	73.3	LR02	06:22 AM	68.1
SR03	07:15 AM	72.7	SR01	10:01 PM	65.1
ZC05	07:16 AM	66.8	ZC12	10:01 PM	65.9
SR01	07:17 AM	73.1	LR03	10:01 PM	65.1
CA02	07:45 AM	74.9	LR09	10:01 PM	61.6
ZC13	07:49 AM	76.2	ZC07	10:01 PM	68.1
ZC04	07:57 AM	66.4	LR06	10:01 PM	69.6
SR06	08:04 AM	71.9	ZC10	10:03 PM	75.5
CI01	08:18 AM	69.2	SR03	10:13 PM	69.8
CA04	08:21 AM	72.9	CI01	10:16 PM	61.7
ZC07	08:37 AM	66.3	ZC04	10:20 PM	68.1
SR07	08:50 AM	71.4	CA05	10:23 PM	66.6
ZC14	08:51 AM	67.2	ZC13	10:26 PM	74.2
SR02	12:20 PM	71.6	LR08	10:28 PM	58.1
LR02	12:23 PM	69.1	CA01	10:30 PM	70.7
ZC08	12:30 PM	65.6	SR05	10:37 PM	70.1
CI03	12:33 PM	74.0	SR04	10:40 PM	68.1
ZC12	12:58 PM	71.2	CI02	10:43 PM	70.2
SR08	01:05 PM	74.1	ZC14	10:44 PM	69.2
ZC03	01:10 PM	69.6	CA02	10:50 PM	72.6
LR07	01:12 PM	66.4	ZC06	10:54 PM	54.3
LR08	01:13 PM	62.9	LR07	10:57 PM	63.1
LR03	01:25 PM	69.2	CA04	11:03 PM	68.2
CA03	01:25 PM	71.6	LR04	11:04 PM	65.2
LR09	01:25 PM	69.2	CI03	11:09 PM	67.7
SR09	01:56 PM	72.1	CA03	11:10 PM	70.3
ZC11	01:58 PM	74.4	SR06	11:10 PM	68.4
ZC02	01:58 PM	69.4	ZC05	11:15 PM	65.4
LR04	02:05 PM	70.1	SR08	11:21 PM	75.2
ZC09	02:09 PM	65.5	ZC08	11:23 PM	68.5
SR10	02:40 PM	72.5	ZC11	11:30 PM	71.2
LR05	02:44 PM	69.6	CI04	11:33 PM	67.7
CA01	03:02 PM	66.5	LR05	11:42 PM	62.5
ZC01	05:46 PM	68.1	ZC02	12:22 AM	68.7
ZC06	05:56 PM	60.9	ZC03	12:35 AM	56.0
LR01	06:17 PM	66.7	SR07	12:54 AM	61.1
LR06	06:20 PM	71.7	SR09	01:12 AM	62.1
SR04	06:30 PM	70.8	SR10	01:34 AM	62.7
CA05	06:48 PM	69.7	ZC09	01:52 AM	60.5
SR05	07:10 PM	73.5	-	-	-
CI02	07:20 PM	74.0	-	-	-

Intervienen diversos factores como el uso indebido del claxon de vehículo en respuesta a la congestión vehicular; el ruido de la carrocería de vehículos pesados que se hace más pronunciado al disminuir su velocidad cuando se genera el tráfico y el ruido generado por el freno y tubos de escape de las motos que en horas de la mañana (7:00 a.m. – 9:00 a.m.) transitan en cantidades considerables. Todos estos factores en conjunto dan lugar a la contaminación acústica y al desorden vehicular en la zona de estudio. Por otro lado, los niveles de ruido más bajo se registran en los puntos ZC06 (60.9 dB), LR08 (62.9 dB) y ZC09 (65.5 dB) en las horas 05:56 p.m., 01:13 p.m. y 02:09 p.m. respectivamente, estos niveles de ruidos se deben a que las vías son poco transitadas, debido al cierre de las vías por la construcción de la línea 2 del metro de Lima.

Por otro lado, para el horario nocturno, según la Tabla 12 se presentó cinco picos, uno a las 10:03 p.m. en ZC10 (75.5 dB), el que sigue a las 10:26 p.m. en ZC13 (74.2 dB), a las 10:50 p.m. en CA02 (72.6 dB), a las 11.30 p.m. en ZC11(71.2 dB) y a las 11.21 p.m. en SR08(75.2 dB) en estas vías el tránsito de los vehículos es fluido y a gran velocidad, por lo cual el nivel de ruido que se percibe a estas horas es principalmente por el roce de los neumáticos con la calzada (rodadura), mientras que los niveles de ruido más bajo se registran en los puntos ZC06 (54.3 dB) y ZC03 (56.0) zonas donde el tránsito de vehículos no es considerable. Por consiguiente, para el horario noche el flujo de vehículos y el nivel de ruido se ve influenciado debido a que la actividad antropogénica varía al ser horas no laborables, no escolares y que la mayoría de las personas retornó a sus viviendas.

Por último, en la Figura 25 se puede observar el comportamiento del ruido en los horario diurno y nocturno. El ruido en el horario diurno suele ser mayor, a excepción de algunos lugares, donde los niveles de ruido en el horario nocturno son mayores en los puntos SR08 (75.2 dB), CA01 (70.7 dB), ZC14 (69.2 dB), ZC08 (68.5 dB), LR01 (68.4 dB), ZC04 (y 68.1 dB) y ZC07 (68.1 dB) en comparación con el horario diurno SR08 (74.1 dB), CA01 (66.5 dB), (66.4 dB), ZC14 (67.2 dB), ZC08 (65.6 dB), LR01 (66.7 dB), ZC04 (66.4 dB) y ZC07 (66.3 dB). Estos valores atípicos se deben a que algunas vías son rutas de desvío, en zonas residenciales, donde el ruido por tráfico rodado durante la noche se puede percibir con mayor intensidad porque son zonas donde puede predominar el silencio, en comparación de horas de la mañana que podría haber otras variables del ruido que puedan emitir los transeúntes al caminar hablar u otros sonidos por otras fuentes, que interfieren en los resultados de medición del ruido.

Esto a causa de factores como disminución de actividades comerciales y otras fuentes de ruido que crean un ambiente donde un ruido mínimo puede percibirse con mayor claridad y mayor nivel, el aumento de velocidad de los vehículos, cruces y cercanías a otras calles o avenidas y calzadas sin afirmar lo que conlleva que la principal fuente de ruido en la noche sea por rodadura, para el punto ZC14 se puede decir que se debe a la ausencia de otras fuentes de ruido mencionadas anteriormente y que la principal causa de ruido es la música a alto volumen, al ser un salón de recepciones y que funciona en horas de la noche.

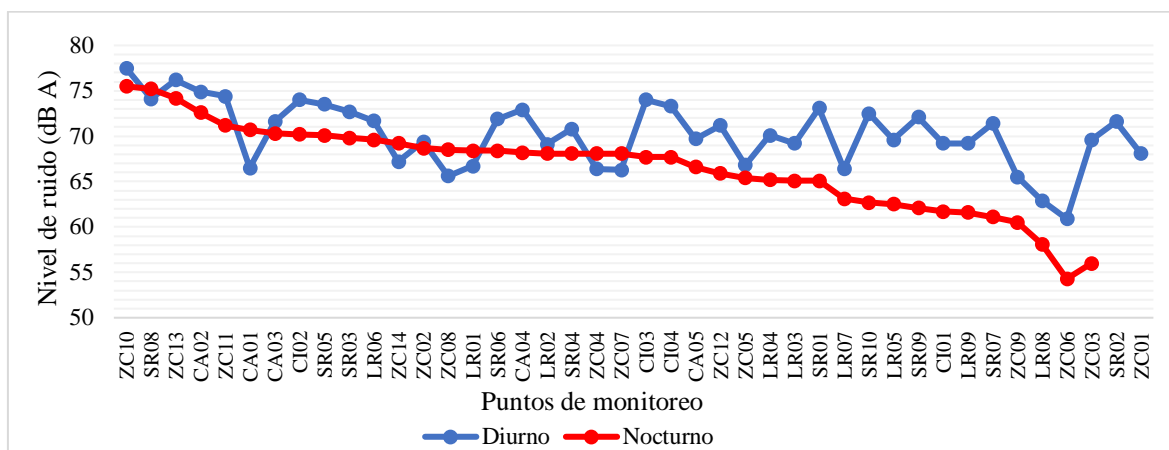


Figura 25: Nivel de ruido ponderado en A (LAeq) del horario diurno vs nocturno

4.6 Análisis del nivel de ruido según Estándar de Calidad Ambiental

Para evaluar si el nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A (LAeq) cumple con el nivel de ruido máximo permitido y establecido en el Estándar de Calidad Ambiental de ruido (ECA) según el tipo de zonificación y la Ordenanza Municipal N°205-2016/MDSA durante los horarios diurno y nocturno, se considera que en zonas mixtas se evalúa y prevalece la zona más vulnerable.

a. Zona de protección especial en horario diurno y nocturno

Para el horario diurno y nocturno se evaluaron siete puntos como zona de protección especial debido a la presencia de instituciones educativas tales como los colegios I.E. Santa Anita (SR03), I.E.P Santa Luisa de Marillac (SR05), I.E José María Arguedas Altamirano (CI02), Colegio CIBERT- UNI (CI03), Colegio Benjamín Franklin (ZC12), I.E.P Diego Tompsom (CA03) e Instituto de Educación Superior en Perú – TECSUP (CA04).

Según lo descrito por Chávez, Yoza y Arellano (2009) el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq,T) en los periodos diurno y nocturno están por encima de los límites estipulados por los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido para las zonas de Protección Especial, a

causa del ruido proveniente de las actividades de tipo industrial, comercial y del tráfico vehicular. De manera similar ocurre en el área de estudio tal como se observa en la Figura 26 para el horario diurno; donde en todos los puntos medidos los niveles de ruido sobrepasan el límite establecido por el ECA-Ruido, siendo que los valores más altos se registran en los puntos CI02 (74.0 dB) y CI03 (74.0 dB) y el nivel de ruido más bajo en el punto CA05 (69.7 dB). El ruido en los puntos SR03 y SR05 se genera por uso de claxon indiscriminado, ruido de carrocería, freno, motor y tubo de escape de las motos se genera mientras que en los puntos CI02, CI03, ZC12, CA03 y CA05 el ruido es generado por tráfico rodado y uso de claxon en respuesta al desorden y congestión vehicular el cual se genera asimismo porque la vía forma parte de la ruta de desvío por la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima, la amplitud de la vía y el número de carriles por el que circulan los vehículos respectivamente.

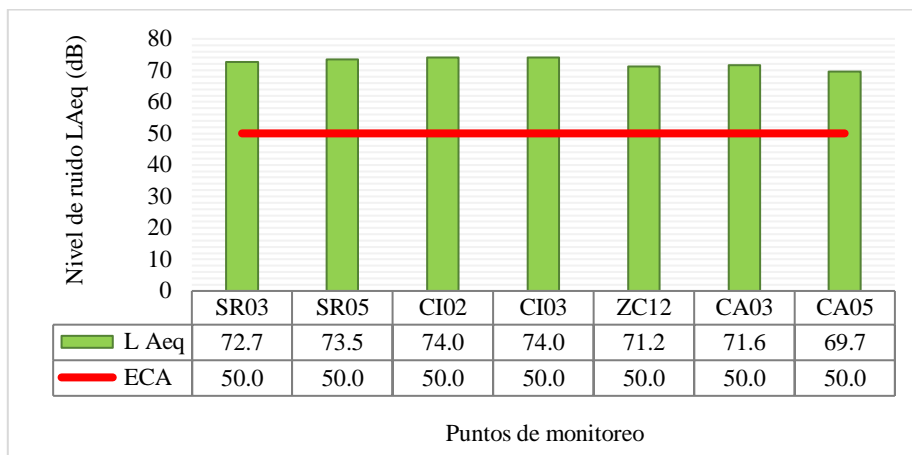


Figura 26: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno, zona protección especial

En la Figura 27 se observa que, para el horario nocturno, en todos los puntos medidos el nivel de ruido sobrepasa el límite establecido por el ECA-Ruido. Siendo que los valores más altos se registraron en los puntos CA03 (70.3 dB), CI02 (70.2 dB) y SR05 (70.1 dB) y el nivel de ruido más bajo en el punto ZC12 (65.9 dB). El ruido que se percibe en estas zonas se genera principalmente por el tránsito de vehículos livianos que a causa de la disminución del flujo vehicular aumenta la velocidad de los carros, en este horario el nivel de ruido incide principalmente en viviendas ubicadas en linderos de avenidas y calles, ya que las instituciones educativas mencionadas no funcionan de noche.

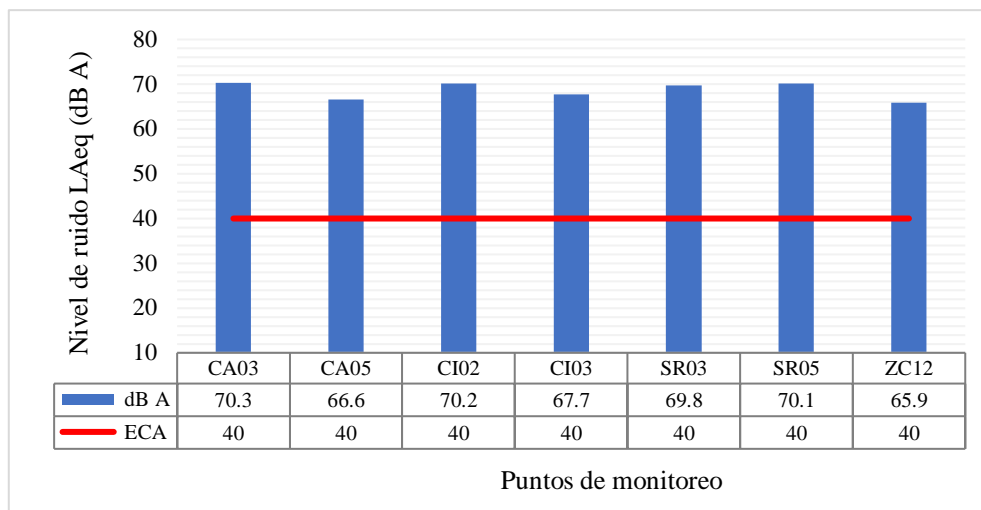


Figura 27: Evaluación del ECA-Ruido horario nocturno en zona protección especial

b. Zona residencial en horario diurno y nocturno

Las zonas mixtas (residencial-industrial y residencial-comercial) definidas como residencial colindan con avenidas, calles y pasajes donde circulan vehículos livianos y pesados. Donde se evaluaron 20 puntos en horario diurno y 18 puntos en el horario nocturno.

En la Figura 28, se observa que para el horario diurno en todos los puntos medidos los niveles de ruido sobrepasan el límite establecido por el ECA-Ruido, siendo que los valores más altos se registran en los puntos ZC10 (77.5 dB), ZC13 (76.2 dB), CA02 (74.9 dB), SR01 (73.1 dB), SR02 (71.6 dB) y LR04 (70.1 dB) y el valor del nivel de ruido más bajo es en el punto ZC04 (60.9 dB). El ruido que se percibe en estas zonas principalmente es generado por el tránsito de vehículos livianos y son parte de la ruta de desvío por la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima, lo cual genera durante este horario mayor tráfico y flujo vehicular, forzando al uso excesivo del claxon.

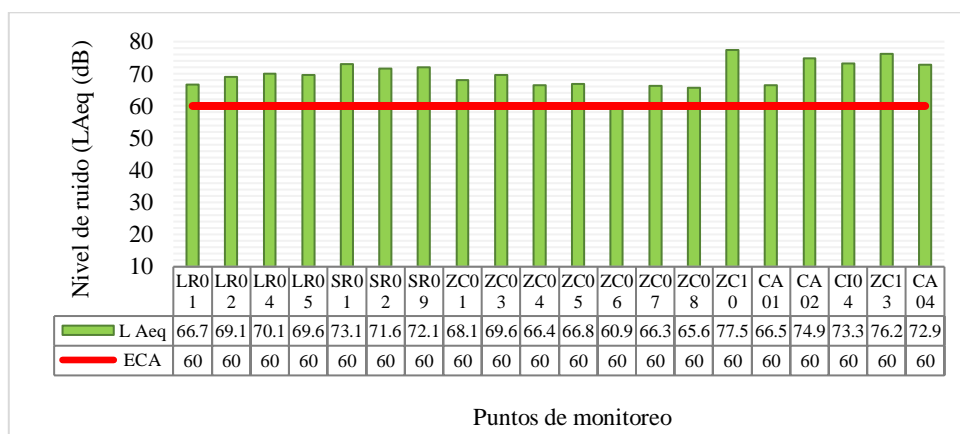


Figura 28: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona residencial

En la Figura 29 se observa que, durante el horario nocturno los niveles de ruido en todos los puntos medidos sobrepasaron el límite establecido por el ECA-Ruido. Siendo que los puntos ubicados en la avenida Huancaray ZC10 (75.5 dB) y ZC13 (74.2 dB) registraron los niveles de ruido más altos, lo cual se debe principalmente al roce de los neumáticos con la vía, ya que a estas horas el flujo de vehículos livianos y pesados que transitan en la calzada incrementan su velocidad. También se obtuvieron niveles de ruidos altos en los puntos CA02 (72.6 dB) y CA01 (70.7 dB). Mientras que los niveles de ruido más bajo se registraron en los puntos ZC03 (56.0 dB) donde existe ausencia de flujo vehicular, pero se percibe el ruido de la avenida Santa Rosa; y en el punto ZC02 (68.7 dB) el ruido generado es por escape de vapor de la fábrica Productos Tissue del Perú. Asimismo, en los puntos ZC07 y ZC08 el ruido que se genera es por el uso de claxon de los vehículos de transporte público (combis) que circulan por esta calle que es parte de la ruta de desvío por la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima.

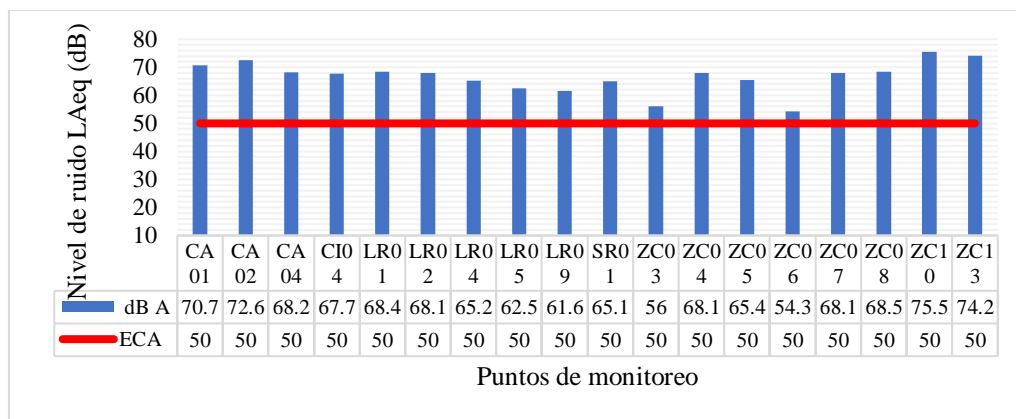


Figura 29: Evaluación del ECA-Ruido horario nocturno - zona residencial

c. Zona comercial en horario diurno y nocturno.

Para el horario diurno y nocturno se evaluaron seis puntos como zona comercial debido a la presencia de comercios, mercados, talleres de autos y bodegas.

En la Figura 30 se observa, que durante el horario diurno los niveles de ruido medidos sobrepasaron el límite establecido por el ECA-Ruido. Siendo que el nivel de ruido más alto se registró en el punto SR08 (74.1 dB) y el nivel de ruido más bajo se registró en el punto SR04 (70.8 dB). Además, se observó que en esta zona existe tráfico y desorden vehicular generado por vehículos livianos y pesados y que las principales causas de ruido son por uso de claxon indiscriminado, por el movimiento de las carrocerías de vehículos pesados, freno, motor y tubo de escape de las motos.

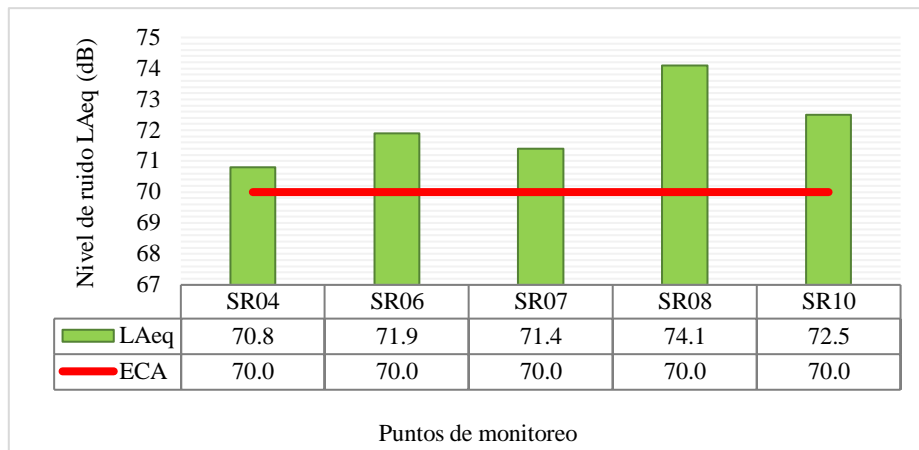


Figura 30: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona comercial

En la Figura 31 se observa que, durante el horario nocturno los niveles de ruido en todos los puntos medidos sobrepasaron el límite establecido por el ECA-Ruido. Siendo que se registró el nivel de ruido más alto en el punto SR08 (75.2 dB) ubicado en la avenida Santa Rosa, lo cual se debe principalmente al roce de los neumáticos con la vía, ya que a estas horas el flujo de vehículos livianos y pesados que transitan en la calzada incrementan su velocidad. Por otro lado, el nivel de ruido más bajo se registró en el punto SR07 (61.1 dB).

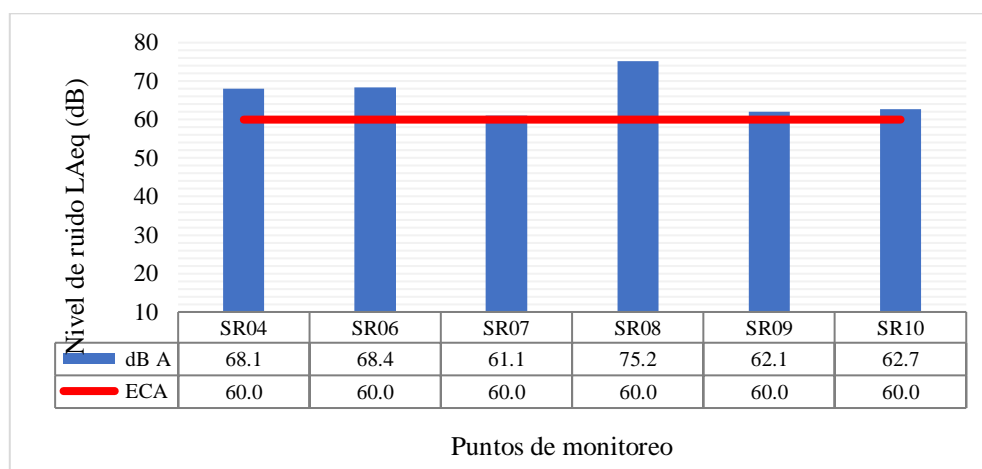


Figura 31: Evaluación del ECA-Ruido horario nocturno en zona comercial

d. Zona industrial en horario diurno y nocturno.

Para el horario diurno se evaluaron nueve puntos como zona industrial debido a la presencia de fábricas que se encuentran en funcionamiento.

En la Figura 32 se observa, que los niveles de ruido en todos los puntos medidos no sobrepasaron el límite establecido por el ECA-Ruido. Siendo que el nivel alto de ruido registrado en el punto ZC11 (74.4 dB) se debe a que el flujo vehicular se distribuye en cuatro carriles de doble sentido, haciendo que se incremente la cantidad de vehículos y el ruido por

el motor de estos. El otro valor alto de ruido se registra en el punto LR06 (71.7 dB) donde se suma el ruido de la avenida cascanueces que es una vía cercana y de acceso a este punto, ubicado en la avenida Los Rosales. Mientras que el nivel de ruido más bajo se registró en el punto LR08 (62.9 dB) debido al poco flujo vehicular. Por último, en el punto CI01(69.2 dB) se midió el ruido generado por maquinaria de la industria textil San Jacinto y Textil Santa Anita, ya que no existe flujo de vehículos livianos y pesados debido al cierre de acceso a otras calles, por la construcción de la línea 2 del metro de Lima.

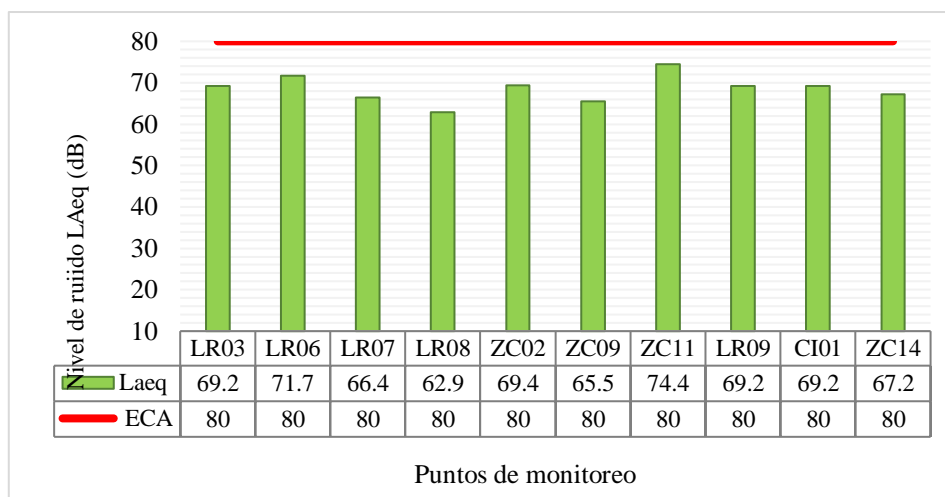


Figura 32: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona industrial

En la Figura 33 se observa que en el punto ZC11 (71.2 dB) se registró el nivel de ruido más alto y es el único lugar donde se sobrepasó el límite establecido por el ECA-Ruido, a consecuencia de la presencia de un mayor flujo vehicular y tránsito de vehículos livianos y pesados con velocidades mayores en comparación a los demás lugares estudiados para esta zona. En los otros puntos medidos se registraron niveles de ruido que sobrepasaron el límite establecido por el ECA-Ruido. Por otro lado, se observa que en los puntos ZC02 (68.7 dB) y CI01(61.7 dB) se registraron niveles de ruido generados por maquinarias de las industrias Productos Tissue del Perú y textiles San Jacinto y Santa Anita, respectivamente. Por último, en el punto ZC14 (69.2 dB) se registró el ruido generado por música en alto volumen, proveniente de un local de eventos.

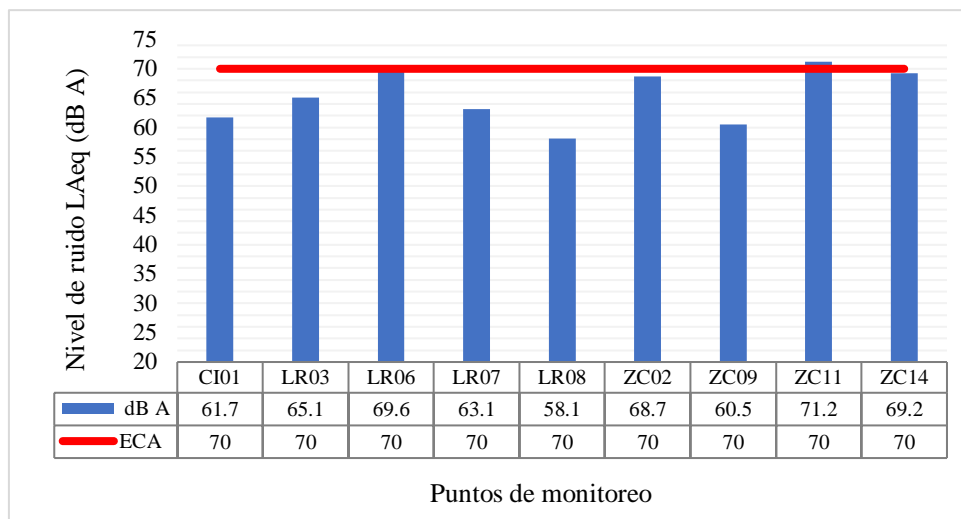


Figura 33: Evaluación del ECA-Ruido horario diurno en zona industrial

4.7 Evaluación del ruido vehicular

a. Descripción de las vías de tránsito

Tabla 13: Características de las vías en el área de estudio

Lugar	Ancho de vía (m)	Carril		Tipo de carretera
		Número	Sentido	
Avenida Santa Rosa	14.0	2	Doble	Afirmada
	8.0	2	Doble	Afirmada
Avenida Los Rosales	8.0	2	Doble	No pavimentada
	8.0	2	Doble	Sin afirmar
Avenida Cascanueces	6.0	2	Uno	Afirmada
	13.0	2	Doble	Afirmada
Avenida Colectora Industrial	7.0	2	Uno	Afirmada
	7.0	2	Uno	Afirmada
Jirón Batallón Callao	7.0	1	Doble	No pavimentada
Calle 8	6.0	1	Uno	Sin afirmar
Calle Las Calandrias	6.0	2	Doble	Afirmada
Calle Elías Aguirre	6.0	2	Doble	Sin afirmar
Calle Teniente 1ero Diego Aguirre	6.0	1	Doble	Sin afirmar
Parque Almirante Grau	6.0	1	Doble	Afirmada
Avenida Huancaray	9.5	2	Uno	Afirmada
	9.5	2	Uno	Afirmada
Avenida Santa Ana	6.0	4	Doble	Afirmada
Jr. Marthey	7.0	2	Doble	Sin afirmar
Calle Textil Ate	7.5	1	Uno	Sin afirmar

El ruido vehicular se evaluó considerando las características de la pista que también influye en el ruido del tráfico vehicular señalado por Segués (2008) y Bartí (2013). Para ello, las características de las vías de las 04 avenidas en estudio y sus zonas colindantes fueron recopiladas mediante el uso del plano catastral del distrito de Santa Anita, a través de visitas realizadas al área de estudio y realizando mediciones en campo. En la Tabla 13 se describen el ancho de las vías, el número de carriles, la longitud de las avenidas y el tipo de superficie. Por último, se observa que en algunos tramos de una misma avenida la carretera puede ser afirmada, sin afirmar e, incluso, no pavimentada.

b. Variación de la velocidad vehicular y el nivel de ruido en horario diurno y nocturno.

La medición de velocidad vehicular, se llevó a cabo en 41 puntos para el horario diurno y 37 puntos para el horario nocturno. Esta diferencia se debió a que durante la noche en los puntos CI01, ZC02 y LR09 no hay presencia de flujo vehicular. Finalmente, se evaluó la variación entre la velocidad promedio y el nivel de ruido vehicular para cada punto.

En la Tabla 14 se observa que las variaciones de velocidad promedio entre los distintos lugares medidos, se debe a que fueron distribuidos en avenidas, pasajes y calles que tienen distintas características tales como el ancho de vía, las estructuras que disminuyen la velocidad (rompe-muelles y semáforos), el estado de conservación de las carreteras, el sentido de orientación, el número de carriles y el criterio del conductor; dando lugar a que el desplazamiento del vehículo tenga un comportamiento distinto según el contexto en el cual se encuentre.

Además en la Tabla 14, se muestra que para el horario diurno en el punto ZC10 se registró el mayor nivel de ruido (77.5 dB) y mayor velocidad promedio (42 Km/h), mientras que en el punto ZC06 se registró el menor nivel de ruido (60.9 dB) y una velocidad promedio baja (22 Km/h). Caso contrario sucede en los siguientes lugares: en el punto CI04 se registró un nivel de ruido alto (73.3 dB) pero con una velocidad promedio baja (27 Km/h) y en el punto CA05 se registró un nivel de ruido bajo (69.7 dB) con una velocidad promedio alta (42 Km/h) en relación a los demás.

Tabla 14: Variación del nivel de ruido y velocidad promedio, diurno y nocturno

Código	Diurno		Nocturno	
	Velocidad promedio (Km/h)	Nivel de ruido (Leq, dB)	Velocidad promedio (Km/h)	Nivel de ruido (Leq, dB)
CA01	36	66.5	39	70.7
CA02	35	74.9	39	72.6
CA03	35	71.6	35	70.3
CA04	33	72.9	34	68.2
CA05	42	69.7	43	66.6
CI02	28	74.0	31	70.2
CI03	28	74.0	31	67.7
CI04	27	73.3	27	67.7
LR01	21	66.7	22	68.4
LR02	27	69.1	28	68.1
LR03	26	69.2	19	65.1
LR04	23	70.1	24	65.2
LR05	25	69.6	22	62.5
LR06	28	71.7	29	69.6
LR07	25	66.4	25	63.1
LR08	24	62.9	24	58.1
LR09	27	69.2	-	-
SR01	27	73.1	38	65.1
SR02	34	71.6	-	-
SR03	27	72.7	35	69.8
SR04	25	70.8	33	68.1
SR05	23	73.5	27	70.1
SR06	28	71.9	29	68.4
SR07	28	71.4	30	61.1
SR08	29	74.1	36	75.2
SR09	39	72.1	40	62.1
SR10	28	72.5	36	62.7
ZC01	19	68.1	-	-
ZC02	21	69.4	-	-
ZC03	21	69.6	20	56.0
ZC04	27	66.4	27	68.1
ZC05	29	66.8	29	65.4
ZC06	22	60.9	19	54.3
ZC07	27	66.3	27	68.1
ZC08	28	65.6	24	68.5
ZC09	29	65.5	30	60.5
ZC10	42	77.5	43	75.5
ZC11	31	74.4	34	71.2
ZC12	24	71.2	28	65.9
ZC13	33	76.2	34	74.2
ZC14	27	67.2	30	69.2

También se muestra en el Tabla 14 que en horario nocturno se registró en el punto ZC10 el mayor nivel de ruido (75.5 dB) y mayor valor velocidad promedio (43 Km/h), mientras que en el punto ZC06 se registró el menor nivel de ruido (54.6. dB) y una velocidad promedio baja (19 Km/h).

Lo contrario sucede en los siguientes lugares: en el punto SR05 se registró un nivel de ruido alto (70.1 dB) pero con una velocidad promedio baja (27 Km/h) y en el punto CA05 se registró un nivel de ruido bajo (66.6 dB) con una velocidad promedio alta (43 Km/h).

Estos comportamientos se observan tanto para el horario diurno y nocturno en otros puntos de la zona de estudio, esto debido a la influencia de las características de las avenidas y zonas colindantes, mencionadas anteriormente.

Además, se comparó la velocidad promedio que se midió para el horario diurno y nocturno para un mismo punto. Esto se puede observar en la Tabla 14, en la cual se evidencia que en 27 puntos la velocidad vehicular promedio (Km/h) del horario nocturno es mayor en comparación al horario diurno. Mientras que en los puntos LR03, LR05, ZC03, ZC06 y ZC07 las velocidades son mayores en el horario diurno, ya que en el día estas calles y avenidas son menos transitadas a comparación del horario nocturno. En los puntos donde se registraron velocidades promedio iguales o difieren en uno o dos unidades, es porque el flujo vehicular de los vehículos es similar en ambos horarios.

c. Flujo vehicular en los horarios diurno y nocturno

Para el conteo se consideraron los vehículos livianos (motos y autos) y vehículos pesados; y se llevó a cabo en 41 puntos para el horario diurno y 37 puntos para el horario nocturno. Esta diferencia se debió a que durante el horario de la noche en los puntos CI01, ZC02 y LR09 no hay presencia de flujo vehicular.

En la Tabla 15, se observa las variaciones del flujo vehicular (vehículos/hora) entre los distintos lugares medidos. La diferencia del flujo se debe a que fueron distribuidos en avenidas, pasajes y calles que tienen distintas características tales como el ancho de vía, el sentido de orientación, el número de carriles y por la utilidad de algunas vías que son ruta de desvío y otras que no tienen salida debido a la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.

En la Tabla 15, se observa que para el horario diurno en el punto ZC13 se registró mayor número de vehículos (2040 vehículos/ hora), ya que la avenida (Avenida Huancaray) en la

cual se sitúa este punto presenta características tales como carretera de doble sentido, cuatro carriles y con mayor ancho en comparación, a las otras vías. Además, esta avenida es usada por los vehículos de transporte público, los cuales en algunas ocasiones hacen uso del claxon. Lo mismo ocurre para los puntos CI02 (1911 vehículos/hora) y CI03 (1674 vehículos/hora) ubicados en la avenida Colectora Industrial. Por otro lado, en el punto ZC06 se registró menor número de vehículos (54 vehículos/hora) debido a que este lugar es una calle angosta, que presenta una vía de un solo sentido y que no es de acceso principal para otras vías. Lo mismo ocurre en los puntos ZC02 (122 vehículos/hora) y LR01(160 vehículos/hora).

Con respecto al horario nocturno, en la Tabla 15 se observa que los puntos donde se registraron mayores flujos vehiculares son: ZC13 (1604 vehículos/ hora), CI02 (1548 vehículos/hora) y CI03 (1080 vehículos/hora). Por otro lado, los puntos donde se registraron menores flujos vehiculares son: ZC06 (8 vehículos/hora) y LR01 (112 vehículos/hora), debido a que es una calle angosta que presenta una vía de un solo sentido y que no es de acceso principal para otras vías.

Tabla 15: Flujo de vehículos en horario diurno y nocturno en el área de estudio

Código	Diurno (Vehículos/hora)			Nocturno (Vehículos/hora)		
	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total
SR01	1320	42	1362	1028	28	1056
SR02	896	22	918	0	0	0
LR01	156	4	160	92	20	112
ZC01	168	12	180	0	0	0
LR02	335	24	359	200	32	232
ZC02	114	8	122	0	0	0
SR03	1390	20	1410	675	44	719
ZC03	386	4	390	20	0	20
LR03	280	48	328	51	12	63
SR04	1016	6	1022	592	20	612
SR05	1610	50	1660	664	24	688
ZC04	930	14	944	208	4	212
ZC05	910	24	934	168	0	168
ZC06	52	2	54	8	0	8
LR04	696	76	772	220	4	224
ZC08	540	28	568	312	8	320
ZC07	770	52	822	308	8	316
SR06	1294	30	1324	459	20	479
SR07	962	46	1008	156	0	156
LR05	616	36	652	172	0	172
LR06	700	36	736	92	12	104
CA01	980	76	1056	864	20	884
SR08	1730	50	1780	460	12	472
LR07	488	68	556	144	8	152
SR09	1100	40	1140	164	0	164
LR08	340	34	374	200	12	212
SR10	1110	50	1160	72	0	72
ZC09	590	24	614	68	0	68
CA02	340	34	374	200	12	212
CI01	280	48	328	0	0	0
CI02	1125	12	1137	648	16	664
CI01	0	0	0	0	0	0
CI02	1869	42	1911	1500	48	1548
CI03	1620	54	1674	1052	28	1080
ZC10	1407	12	1419	1876	16	1892
CI04	912	60	972	512	32	544
ZC11	828	54	882	312	28	340
CA03	1026	45	1071	396	24	420
ZC12	1566	24	1590	472	28	500
ZC13	1830	210	2040	1512	92	1604
ZC14	156	12	168	48	0	48
CA04	1113	36	1149	452	24	476
CA05	897	48	945	476	24	500

d. Variación del flujo vehicular y del ruido ambiental en el horario diurno y nocturno.

Para evaluar la variación entre el flujo y el nivel de ruido vehicular registrado en cada punto se consideraron los tipos de vehículos, las características de las avenidas de los pasajes y las calles donde están distribuidos los puntos de medición, lo cual implica considerar también el ancho de las vías, el sentido de orientación, el número de carriles, los factores externos como el criterio de los conductores, las horas pico, el estado de conservación de las carreteras y si el tránsito de los vehículos es fluido o detenido.

En la Figura 34, se evaluó el ruido del tráfico vehicular considerando el tipo de vehículo y el flujo vehicular explicado por Segués (2008) y Bartí (2013), por ejemplo para el horario diurno se registró que en el punto ZC10 existe mayor flujo de vehículos y mayor nivel de ruido (77.5 dB), mientras que en el punto ZC06 además de existir menor flujo vehicular también se registró el nivel de ruido más bajo (60.9 dB). Por otro lado, se observa que a pesar de que en los puntos LR07 (556 vehículos/hora) y ZC04 (944 vehículos/hora) registraron un valor de nivel de ruido igual 66.4 dB, las fuentes que predominan son distintas ya que en uno la principal causa de ruido es por el motor de vehículos y el otro por el movimiento de las carrocerías de vehículos pesados (camiones) y en mototaxis (vehículos livianos) por el tubo de escape y freno.

Con respecto al horario nocturno en la Figura 35 se observa que en el punto ZC13 se registró mayor nivel de ruido (74.2 dB) y mayor flujo vehicular, mientras que en el punto ZC06 se registró el nivel de ruido más bajo (54.3 dB) y un menor flujo vehicular. También se observa que en los puntos CA02 (72.6 dB) y ZC11 (71.2 dB) se registraron niveles de ruido alto a pesar de que son vías de bajo flujo vehicular, ya que como plantea Quintero Gonzales (2012) en un estudio realizado para caracterizar el ruido del tráfico vehicular los altos niveles de presión sonora dependen del tipo específico de vehículos, como en estos puntos donde el ruido se ve influenciado por el flujo de vehículos pesados.

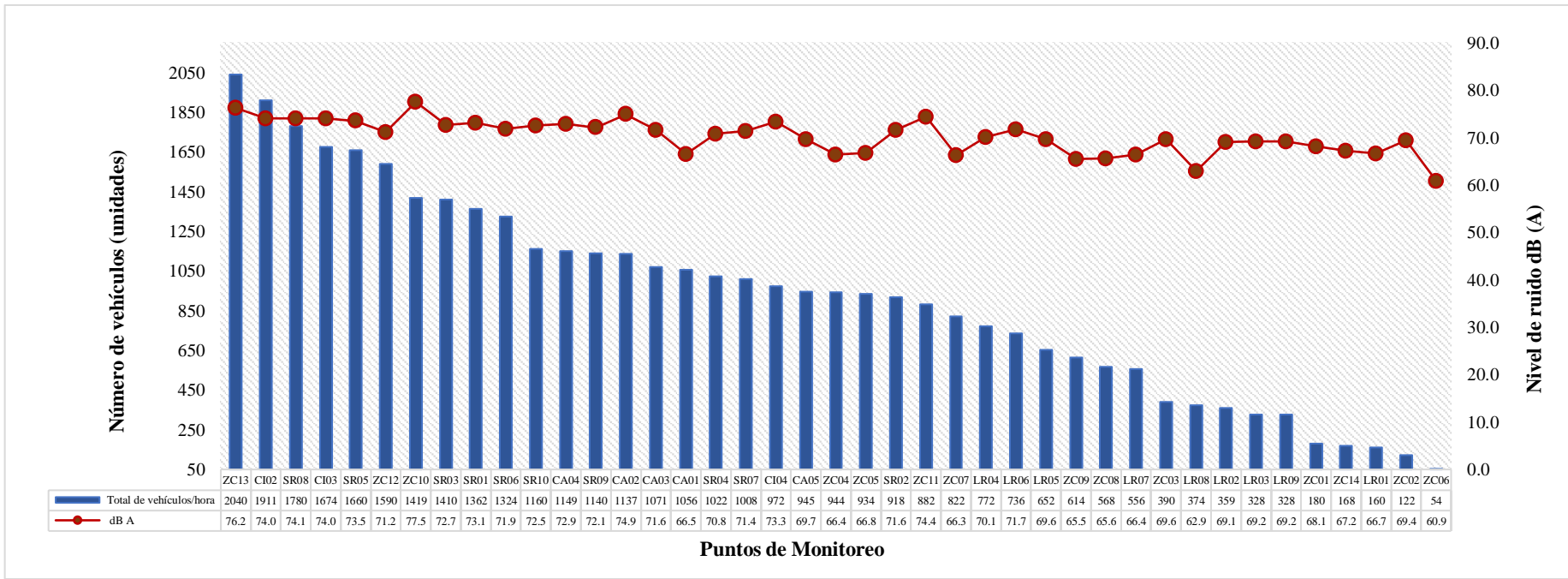


Figura 34: Variación del flujo vehicular y el nivel de ruido en horario diurno

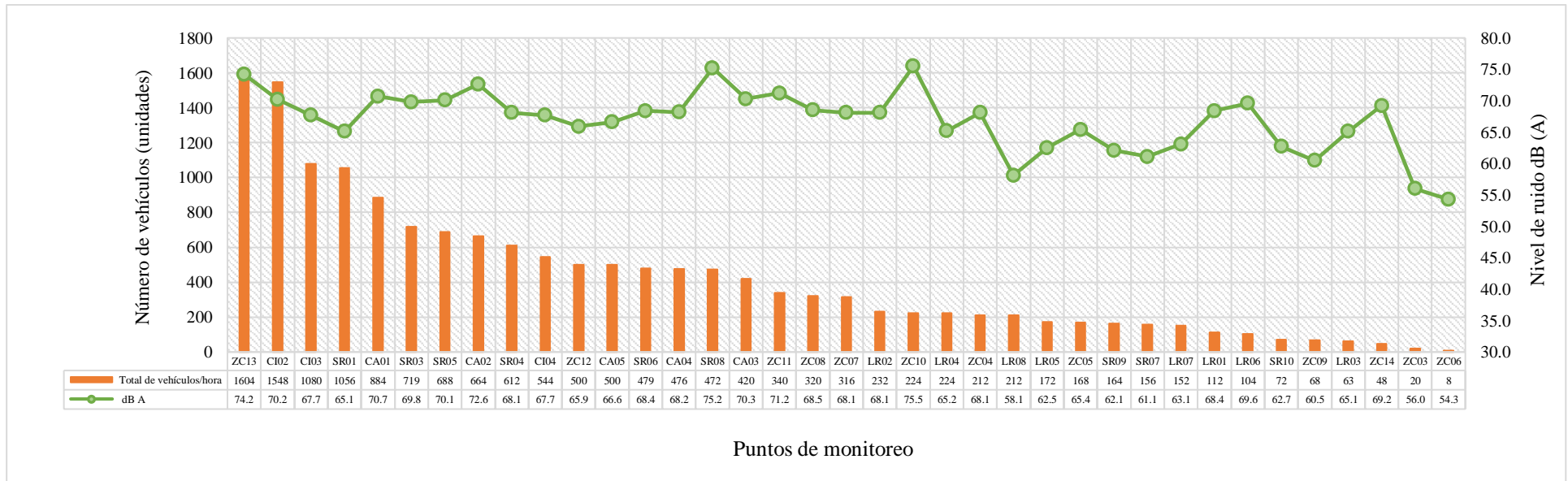


Figura 35: Variación del flujo vehicular y el nivel de ruido en horario nocturno

4.8 Evaluación del ruido ambiental de la zona industrial

a. Descripción industrial

Para el presente estudio solo se consideró la industria que pueda generar ruido por máquinas, y equipos; es decir, no se consideraron empresas de transporte, almacenes u otros que no posean maquinarias; por lo tanto, se puede decir que en toda el área de estudio se encuentran 15 industrias situadas colindantes a las viviendas y a las vías de tránsito vehicular. Asimismo, se determinó que las fábricas Moly Cop, Productos Tissue del Perú, Fábrica de vidrios, Industrial Cromotex y tejidos San Jacinto y Textil Santa Anita generan ruidos al ambiente durante el horario nocturno. Por ello, para evaluar la zona industrial, se establecieron 13 puntos de monitoreo, de los cuales durante la noche se midió el ruido industrial en cinco puntos, ya que durante este turno el ruido vehicular no se mezcla con el ruido generado por las fábricas. En los ocho puntos restantes al no existir ruido industrial se midió el ruido vehicular. Entonces, se concluyó que las industrias no son la principal fuente de ruido ambiental, representando solo el 12% del ruido que se percibió en ambos horarios. También se pudo notar que las industrias Productos Tissue del Perú, Avon S. A y Siderúrgica del Perú S.A.A. figuran en el mapa catastral, específicamente en la avenida Santa Rosa, como Industrias Royal e Industrias de Acero, respectivamente.

Además, en la Tabla 16 se presenta el nombre de cada industria, sus coordenadas, sus ubicaciones, los rubros a los que pertenecen y las superficies en m². Esta información se recopiló mediante el plano catastral del distrito de Santa Anita, a través de las visitas realizadas al área de estudio y por medio de las mediciones ejecutadas en campo.

Tabla 16: Características de las industrias

Nombre de industria	Coordenadas		Ubicación	Rubro	Área (m ²)
	X	Y			
Moly Cop	286476.37	8666931.31	Av. Santa Rosa	Productos metálicos acabados o semiacabados	33 275.95
Algodonera Buena Vista	286334.25	8667290.85	Av. Santa Rosa	Manufactura	5 477.25
Iqfarma	286353.11	8667243.67	Av. Santa Rosa	Laboratorio farmacéutico	5 459.25
Productos Tissue del Perú SAC – Protisa	286202.98	8667667.54	Av. Santa Rosa	Fabricación y comercio de productos de papel sanitario	16 027.88
Corporación Gráfica Navarrete	286692.53	8666903.63	Av. Nicolás Ayllón	Servicios gráficos	18 748.00
Productos Avon S. A	286719.76	8666954.69		Cosméticos	17 047.00
Siderúrgica Del Perú S.A.	286698.10	8667020.48	Av. Los Rosales	Siderúrgica	9 015.30
Cromotex- Grupo AMSA	286737.11	8666969.15	Av. Los Rosales	Industrial textil	9 015.30
Frutarom SAC	286665.85	8667161.59	Av. Los Rosales	Sabores e ingredientes para alimentos	5 370.89
Montana	286656.61	8667189.35	Av. Los Rosales	Productos de nutrición y salud animal, y bioseguridad	5 494.11
TEMPLEX			Av. Los Rosales	Cristales templados	9 530.00
FURUKAWA	286475.22	8667615.27	Av. Los Rosales		6 593. 03
Productos Tissue del Perú SAC	286483.19	8667621.05	Av. Los Rosales	Fabricación y comercio de productos de papel sanitario	5 550.65
Textil Santa Anita	286983.92	8667146.54	Av. Colectora Industrial	Industrial textil	10 503.54
Tejidos San Jacinto S. A	287028.96	8667130.80	Av. Colectora Industrial	Industrial textil	51 411.00
Laboratorios Alfa S. A			Estrada Marthey	Laboratorio Farmacéutico	52 136.00
Textil Ate					

b. Medición del nivel de ruido de la zona industrial.

Para evaluar el ruido ambiental generado por industrias se cotejó el ruido vehicular (medido en el horario diurno) y el ruido industrial (medido en el horario nocturno). Considerar que durante el horario diurno en el punto ZC02 se mezcla el ruido vehicular e industrial y durante el horario nocturno solo se percibe el ruido de industria (ruido por escape de vapor), ya que es constante durante las 24 horas. Por ello, para determinar el ruido vehicular durante el día, se restó el nivel de ruido de fábrica registrado durante la noche al ruido total registrado durante el día, según se muestra en la Tabla 17. Por último, se realizó la corrección por ruido de fondo, debido a que la diferencia entre el ruido vehicular y el ruido de fondo estuvo entre 3 y 10 dB (5.7 dB).

Tabla 17: Cálculo del ruido vehicular registrado durante el horario diurno

Ruido total ^a	Ruido industrial ^b	Ruido vehicular ^c	Ruido de fondo	Corrección del ruido ^d
69.4 dB	68.7 dB	61.1 dB	55.4 dB	59.8 dB

^aEs la mezcla del ruido industrial y vehicular que se registró durante el día.

^b Es el ruido que se registró durante la noche.

^c Se obtiene de la diferencia entre el ruido total y el ruido industrial.

^d Se realiza al ruido vehicular según el criterio mencionado en el ítem “2.3.3 Ruido de fondo”.

En la Figura 36, se observa que el nivel de ruido de las fábricas Industrial Cromotex, Moly Cop, Productos Tissue del Perú, San Jacinto y Textil Santa Anita y Fábrica de Bicicletas corresponde a los siguientes puntos LR08 (59.6 dB), SR09 (62.8 dB), CI04 (62.4) y LR09 (62.3 dB); respectivamente siendo menores en comparación al ruido vehicular en los mismos puntos LR08 (62.9 dB), SR09 (72.1 dB), CI01 (69.2) y LR09 (69.2 dB); a diferencia del punto ZC02, donde el nivel de ruido industrial es mayor (68.7 dB) al nivel de ruido vehicular (59.8 dB), debido a que el flujo de vehículos livianos y pesados no es constante ni en gran cantidad.

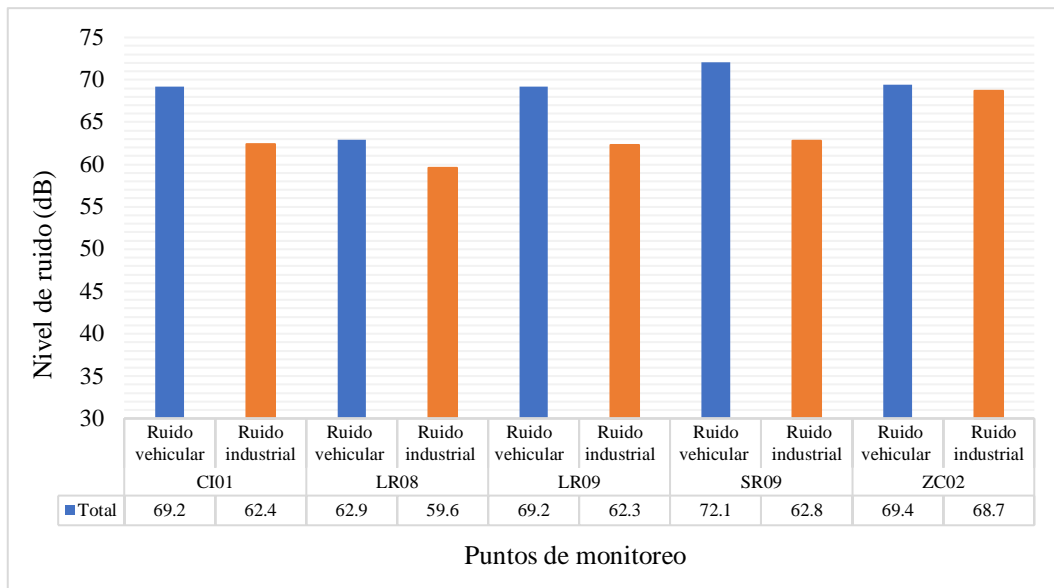


Figura 36: Nivel de ruido continuo equivalente vehicular e industrial

Por otro lado, según Salueña et al. (1999), el valor más elevado de ruido proviene de los escapes de vapor tal como sucede en el punto ZC02 proveniente de la fábrica Productos Tissue del Perú S.A.C, de la zona de estudio.

Por último, para conocer mejor la diferencia y los efectos en la salud que pueden generar estos tipos de ruido se realizó un análisis espectral, los cuales se detallan más adelante.

4.9 Ponderación A y C para ruido vehicular y en zona industrial

El nivel de ruido del tránsito vehicular e industrial se midió en curvas de ponderación A y C en el horario diurno y nocturno en cada uno de los puntos de monitoreo y se obtuvo que estas curvas tienen un comportamiento similar y cumplen que son menores al ruido de fondo.

En la Figura 37 se muestra el comportamiento entre la curva A y C durante el horario diurno, donde los valores de la curva C son mayores que los registrados en la curva A, por lo cual la mayor energía se distribuye en frecuencias bajas. Además, se puede observar que en el punto ZC10 hay un pico para ambas curvas debido a que es el punto donde se registra el mayor nivel de ruido.

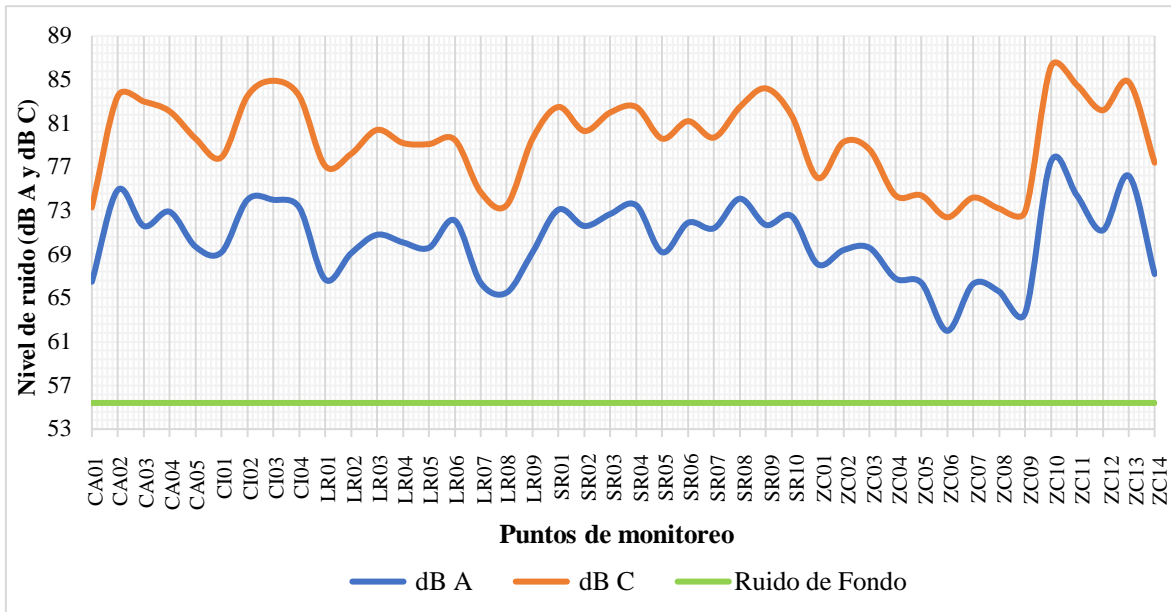


Figura 37: Curva en ponderación A y C en el horario diurno

Por otro lado, para el horario nocturno, en la Figura 38 se observa que los datos obtenidos en la curva C son mayores que en la curva A.

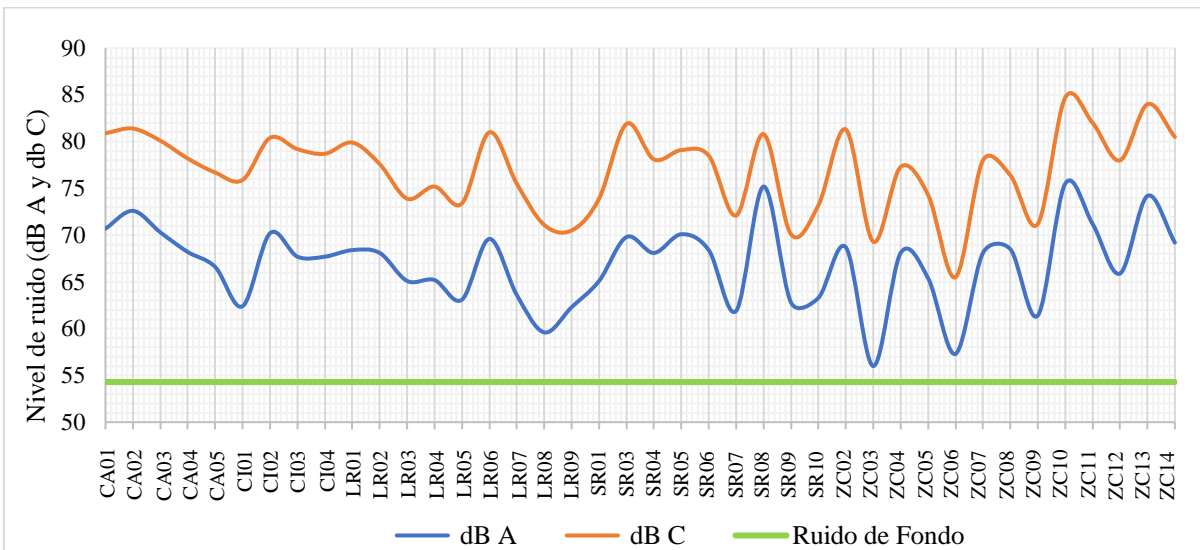


Figura 38: Curva en ponderación A y C en el horario nocturno

Según el gráfico de Brüel & Kjær (2000), la curva C es mayor que la curva A en bajas frecuencias. Esto también se pudo determinar en la presente investigación, ya que para el horario diurno y nocturno en la zona de estudio los datos registrados en ponderación C es mayor que la ponderación A, debido a que la mayor energía se encuentra en el rango de frecuencias bajas.

4.10 Diferencia entre ponderación C y A (Lc-a)

Para medir la diferencia entre la ponderación C y A (Lc-a) se configuró el sonómetro y se midió en simultaneo en ponderación A y C para el horario diurno y nocturno en cada uno de los puntos de monitoreo.

En la Figura 39 se muestra que en los puntos LR07 (12.5 dB), CA03 (11.4 dB), ZC12 (11.0 dB) y CI03 (10.9 dB) hay una mayor valor de L(c-a) y son aquellos lugares donde existe un mayor flujo vehicular. En los puntos CA01 (6.8 dB), SR09 (7.4 dB), ZC05 (7.6 dB) y ZC08 (7.6 dB) hay un menor valor de L(c-a), donde existe un bajo flujo vehicular en comparación a los anteriores puntos.

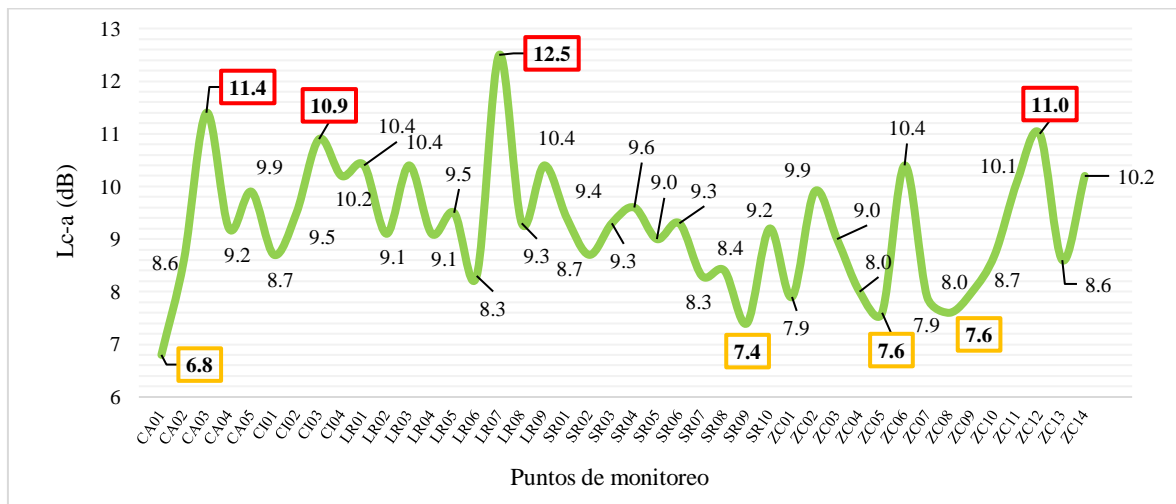


Figura 39: Diferencia entre las curvas C y A en el horario diurno

Para el horario nocturno, en la Figura 40 se muestra que en los puntos CI01 (13.5 dB) y ZC02 (12.5 dB) hay un mayor valor de L(c-a) y fueron, precisamente, puntos donde se registró ruido industrial y no existió flujo vehicular en comparación al punto ZC03 (13.3 dB), donde solo se evidenció un bajo flujo vehicular y un mayor valor entre la curva C y A, el cual se debió al ruido generado por el radio intercomunicador del sereno y al vehículo estacionado con el motor encendido durante el periodo de medición. En los puntos SR08 (5.6 dB) y SR09 (7.3 dB) hay un menor valor de L(c-a) y poco flujo vehicular en comparación a los anteriores puntos.

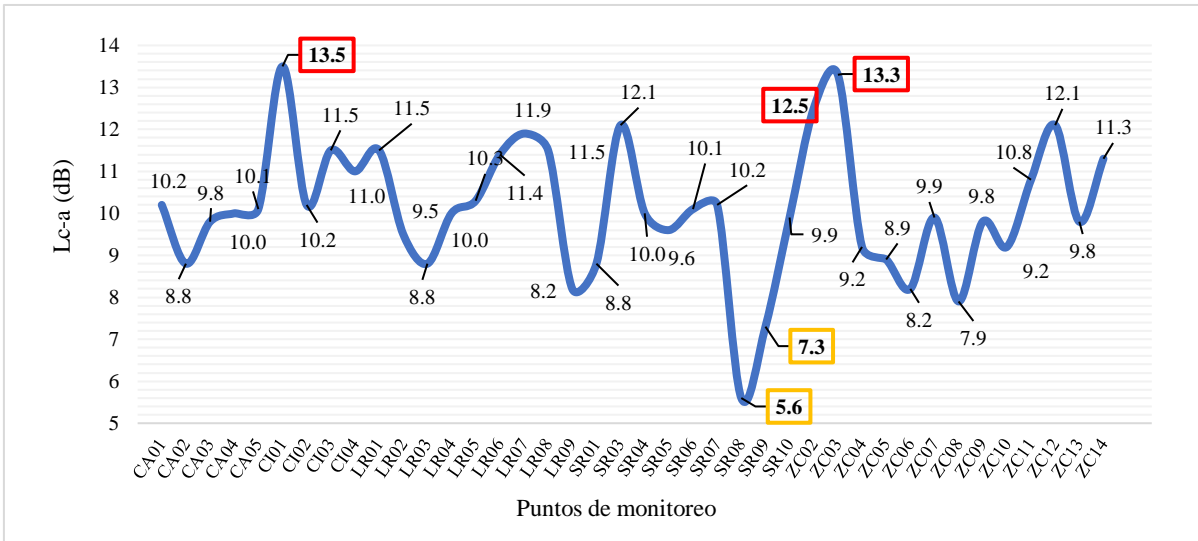


Figura 40: Diferencia entre las curvas C y A en el horario nocturno

Según Arana (2013), la energía se distribuye en frecuencias bajas cuando la medición en dB C es mayor a dB A; por lo tanto, en base a esta afirmación, se determinó que para el horario diurno y nocturno en la zona de estudio la mayor energía se distribuye en frecuencias bajas.

4.11 Evaluación del ruido en espectro de frecuencias

Para determinar el espectro de las frecuencias en bandas de octava del tránsito vehicular y de la zona industrial en las vías públicas de las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial en el distrito de Santa Anita, se realizaron los siguientes análisis:

- a. Medición del nivel de ruido en bandas de octava.

El ruido se midió en función de frecuencias en bandas de octava como una característica adicional para analizar el ruido ambiental. Para ello, se realizó la corrección por ruido de fondo, tal y como se puede observar en la Tabla 18.

Tabla 18: Corrección por ruido de fondo para frecuencias en bandas de octava

Horario	Código	Frecuencia	dB	Ruido de fondo	Diferencia	dB corregido
Nocturno	CI01	500 Hz	56.0	48.3	7.7	55.2
		1 KHz	55.8	51.2	4.6	54.0
		2 KHz	54.7	47.2	7.5	53.8
	CI03	16 Hz	11.0	1.6	9.4	10.5

En la Figura 41 se observa que en los puntos CI01 y CI03 se registraron los mismos niveles de ruido (61.7 dB), aunque provengan de distintas fuentes. Esto se define por la composición del ruido en función de las frecuencias, ya que en uno existe mayor distribución de energía en la frecuencia de 500 Hz y en el otro en la frecuencia de 1 KHz, el cual es una característica de los tonos medios que no son dañinos para la salud del oído. Para lo mencionado, se tiene el estudio titulado “Medición del ruido urbano - Resultados en más de 10 ciudades del Perú”, en el cual Feo y Gushiken (2009) indican que a pesar de registrar el mismo nivel sonoro continuo equivalente en dB (A) en ciudades o localidades diferentes, los espectros sonoros son completamente diferentes. Por ello, se puede decir que conocer más características del ruido permite tomar acciones adecuadas y más certeras para controlar el ruido ambiental, ya que si existieran tonos agudos se deberían de tomar medidas más estrictas que permitan controlar el ruido, puesto que este tipo de tonos son nocivos para el oído humano.

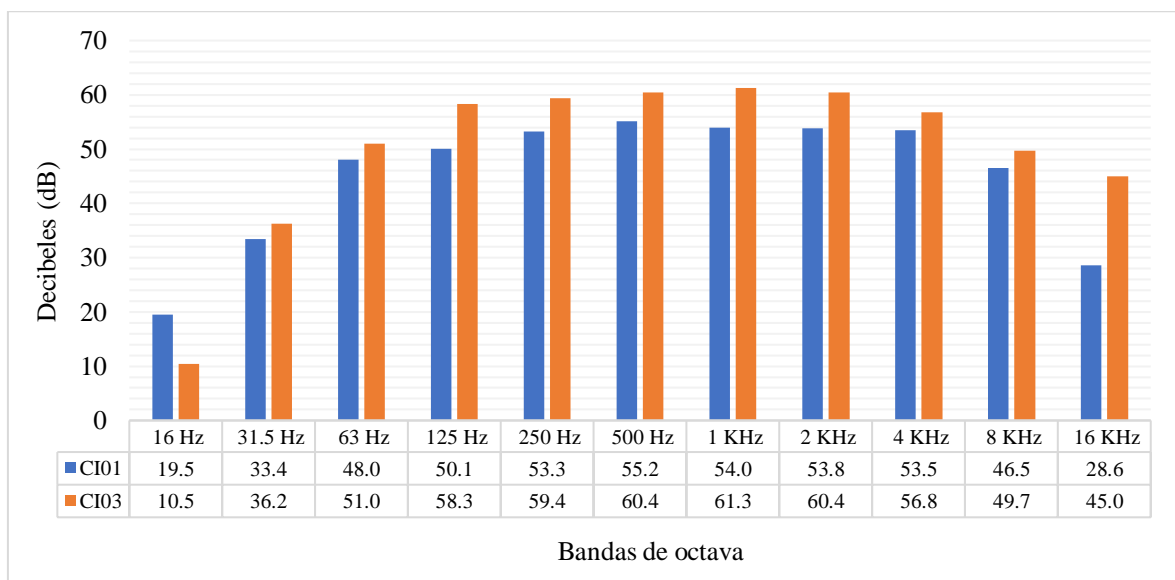


Figura 41: Espectro en bandas de octavas en los puntos CI01 Y CI03

b. Cotejo del ruido de la zona industrial por espectro de frecuencias

Para mostrar el espectro de frecuencias en el punto CI01 se midió durante el periodo diurno y nocturno y se realizó la corrección por ruido de fondo que se muestra en el Anexo 6.

En la Figura 42 se muestra el análisis espectral del ruido ambiental en el punto CI01 (Av. Colectora Industrial 162 y 172) que generan las industrias Tejidos San Jacinto y Textil Santa Anita, donde se observa que para el horario diurno hay una mayor distribución de energía en frecuencias bajas (250 Hz, 500 Hz y 1 KHz) en consecuencia, según Chinchilla (2002), se tiene un tipo de tono grave. En el horario nocturno hay mayor distribución de energía en frecuencias medias (500 Hz, 1 KHz y 2 KHz), por lo que se tiene un tipo de tono medio. Además, se registró que durante la noche en la frecuencia de 16 Hz (infrasonido) el nivel de presión sonora es ligeramente mayor (19.5 dB) al registrado durante el día (17.1 dB). Asimismo, se puede notar que el nivel de presión sonora para el horario vespertino aumenta en bajas frecuencias, luego disminuye y aumenta en frecuencia media y después vuelve a disminuir en frecuencias altas; mientras que para el horario noche el nivel de presión sonora aumenta en frecuencias y disminuye de frecuencias medias a frecuencias altas.

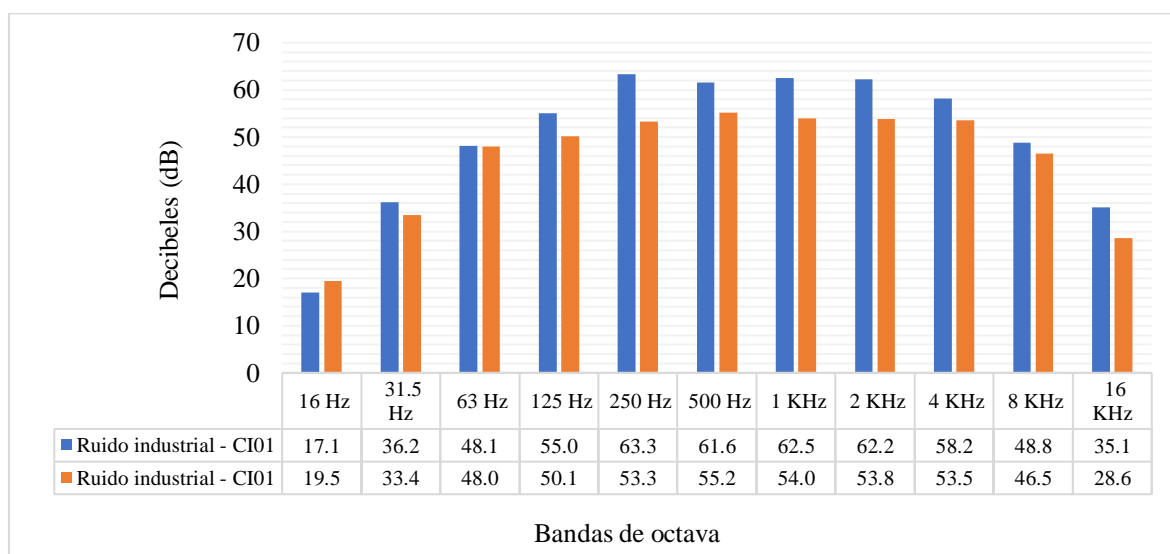


Figura 42: Espectro en bandas de octavas en el punto CI01

c. Cotejo del ruido vehicular e industrial por espectro de frecuencias.

En el punto ZC02 se realizó una resta entre el ruido total y el ruido vehicular y posteriormente se hizo la corrección por ruido de fondo debido a que durante el día existe la mezcla de ruido vehicular con el industrial. La finalidad de la corrección fue realizar un correcto análisis del ruido industrial. Para ello se consideró, el ruido vehicular registrado en el punto LR02 que es el más cercano y donde pasan los mismos vehículos que en el punto

ZC02, ya que es una vía conexas a esta. En la Tabla 19 se muestra la corrección por ruido de fondo en las frecuencias de 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz y 16 KHz, mientras que en las frecuencias 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz y 125 Hz no se puede realizar la corrección debido a que los decibeles registrado para estas frecuencias es menor en comparación al ruido total y no se puede realizar la resta logarítmica, esta variación puede deberse a que en la fábrica existe otras fuentes de ruido, haciendo que las frecuencias bajas sean mayores a las frecuencias del ruido vehicular.

Tabla 19: Cálculo del ruido de la zona industrial en el punto ZC02

Frecuencia	Ruido Total	Ruido industrial	Ruido industrial	RF	Diferencia	Corrección
	ZC02	ZC02	ZC02-LR02			ZC02
16 Hz	23.5	23.6	-	13.3	-	-
31.5 Hz	36.7	36.9	-	19.5	-	-
63 Hz	48.7	53.8	-	30.9	-	-
125 Hz	56.2	58.6	-	37.8	-	-
250 Hz	63.3	61.6	58.4	39.5	18.9	58.4
500 Hz	64.4	64.2	50.9	49.3	1.6	50.9
1 KHz	63.2	62.2	56.3	49.6	6.7	55.3
2 KHz	59.7	57.4	55.8	49.1	6.7	54.8
4 KHz	53.8	50.8	50.8	46.7	4.1	48.6
8 KHz	45.0	41.5	42.4	41.7	0.7	42.4
16 KHz	30.9	24.6	29.7	22.5	7.2	28.8

Después de realizado los cálculos necesarios para obtener el ruido en función de las frecuencias que generan los vehículos en este punto, se realiza la corrección por ruido de fondo para el horario de la mañana. En la Figura 43 se muestra el análisis espectral del ruido ambiental del punto ZC02 (Jr. Batallón Callao) generado por el tráfico vehicular durante el día y la industria Productos Tissue del Perú por la noche, como se mencionó anteriormente no se tomará en cuenta los decibeles de las frecuencias 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz y 125 Hz.

Según Vargas (2014), el sonido está compuesto por una mezcla de frecuencias diferentes, por esta razón, para el ruido ambiental generado por industrias y vehículos, en el horario diurno y nocturno, la distribución de energía se muestra en los espectros de frecuencia.

Para el punto ZC02, existe mayor distribución de energía en frecuencias bajas y medias (250 Hz, 500 KHz y 1 KHz), en consecuencia, según Chinchilla (2002), se tiene un tipo de tono medio, siendo los decibeles registrados para el ruido vehicular menores en comparación al ruido industrial. Asimismo, se puede notar el comportamiento espectral de la industria donde la distribución de energía aumenta de frecuencias bajas a medias y disminuye de medias a altas frecuencias.

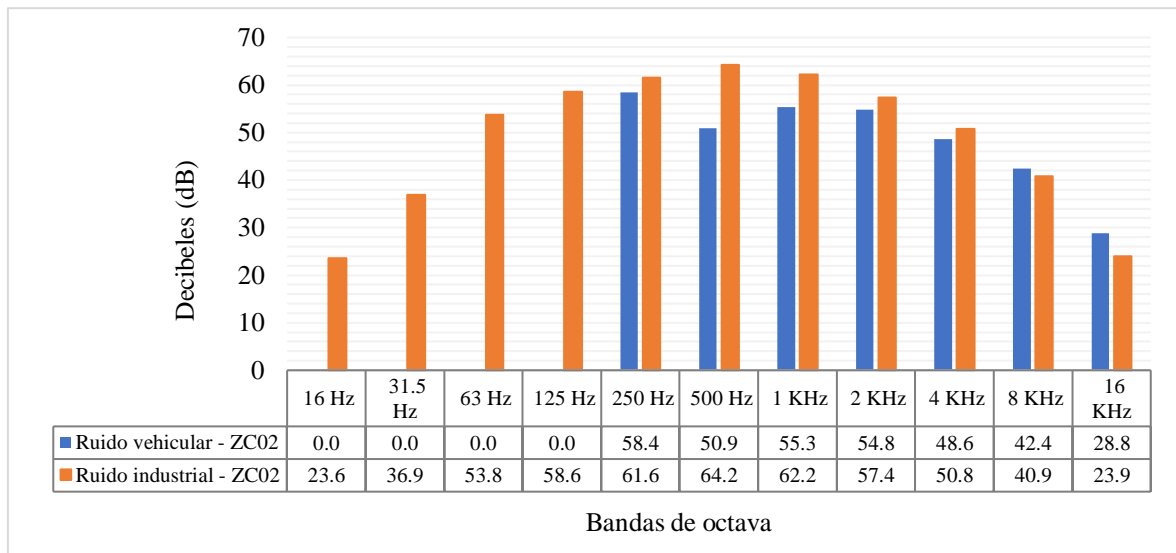


Figura 43: Espectro en bandas de octavas en el punto ZC02

Para mostrar el espectro de frecuencias en los puntos SR09, LR08 y LR09 se realizó la corrección por ruido de fondo que se muestra en el Anexo 7. Para la noche, se midió el nivel de ruido cuando no hay presencia de flujo vehicular; es decir, se pausó la grabación cuando se observó un acercamiento de algún vehículo a unos 30 metros aproximadamente.

En la Figura 44 se muestra el análisis espectral del ruido ambiental del punto SR09 (Cuadra 1 de la avenida Santa Rosa) generado por el tráfico vehicular durante el día y la industria Moly Cop por la noche. Para ambos casos, existe mayor distribución de energía en frecuencias medias (500 Hz, 1 KHz y 2 KHz), por lo tanto, según Chinchilla (2002), presentan un tipo de tono medio, siendo los decibeles registrados para el ruido vehicular mayores en comparación al ruido industrial. Asimismo, se puede notar que el comportamiento espectral es similar para ambas fuentes de ruido, ya que la distribución del nivel de presión sonora para ambas fuentes aumenta de frecuencias bajas a medias y disminuye de medias a altas frecuencias.

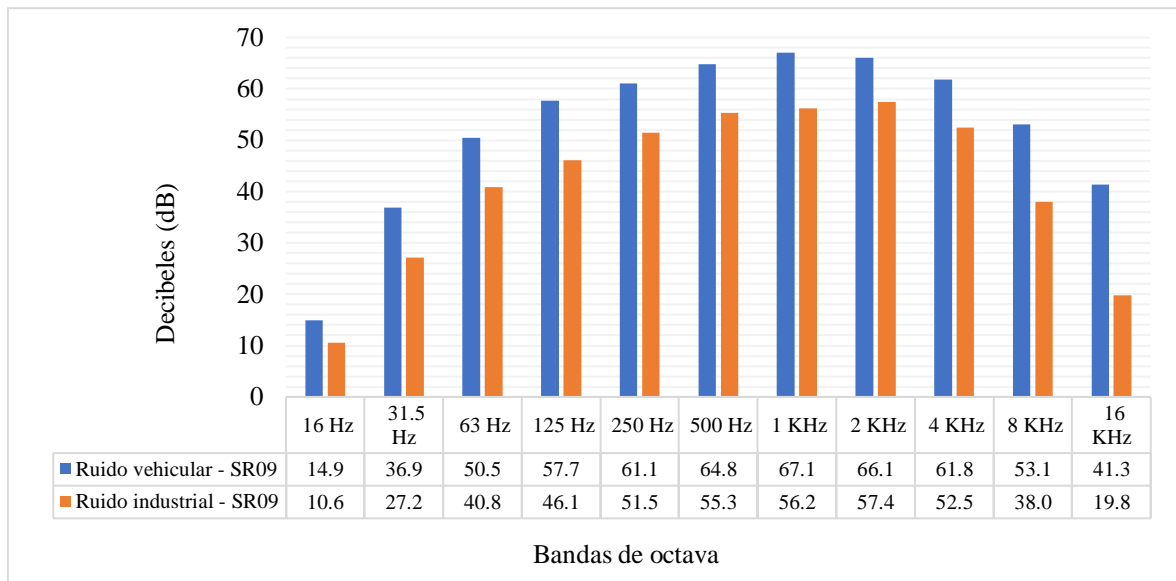


Figura 44: Espectro en bandas de octavas en el punto SR09

En la Figura 45 se muestra el análisis espectral del ruido ambiental en el punto LR08 (cuadra 1 de avenida Los Rosales) generado por el tráfico vehicular durante el día y la industria Cromotex por la noche, para ambos existe mayor distribución de energía en frecuencias medias (500 Hz, 1 KHz y 2 KHz) en consecuencia, según Chinchilla (2002), presentan un tipo de tono medio, siendo los decibeles registrados para el ruido vehicular mayores en comparación al ruido industrial. Asimismo, se puede notar que el comportamiento espectral es similar para ambas fuentes de ruido ya que la distribución del nivel de presión sonora para ambas fuentes aumenta de frecuencias bajas a medias y disminuye de medias a altas frecuencias.

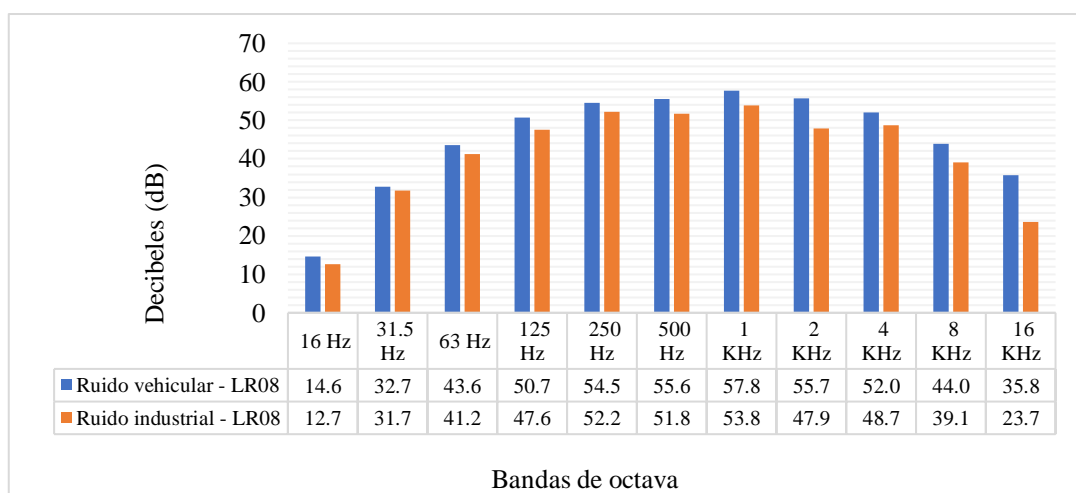


Figura 45: Espectro en bandas de octavas en el punto LR08

En la Figura 46 se muestra el análisis espectral del ruido ambiental en el punto LR09 generado por el tráfico vehicular durante el día y la industria FURUKAWA por la noche, para ambos existe mayor distribución de energía en frecuencias medias (500 Hz, 1 KHz y 2 KHz), en consecuencia, según Chinchilla (2002), presentan un tipo de tono medio, en general los decibeles registrados para el ruido vehicular son mayores en comparación al ruido industrial a excepción del registrado en la frecuencia 16 Hz (infrasonido) que es ligeramente mayor para la industria. Asimismo, se puede notar que el comportamiento espectral no es similar para ambas fuentes de ruido ya que el nivel de presión sonora para los vehículos aumenta de bajas frecuencias a frecuencias medias y disminuye a partir de las altas frecuencias; mientras que para la industria aumenta de bajas frecuencias a frecuencia media y disminuye para volver a subir en alta frecuencia y volver a disminuir en esta última frecuencia.

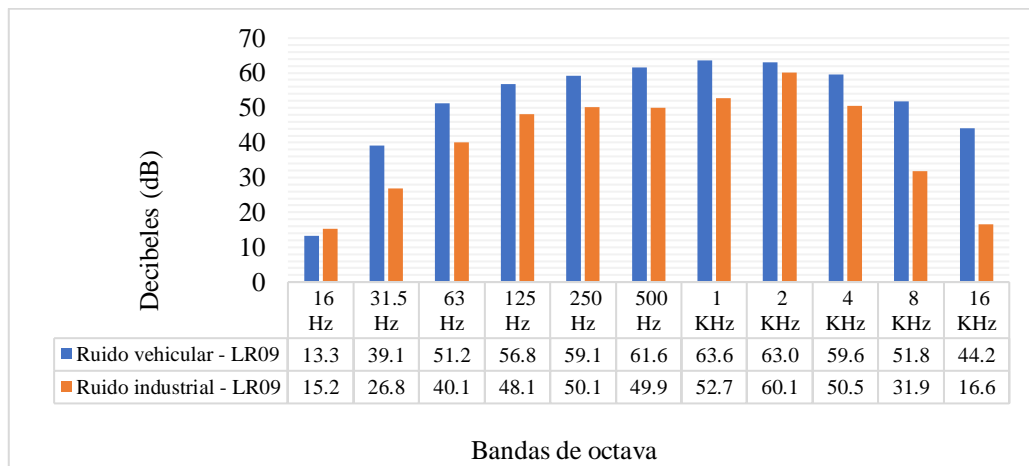


Figura 46: Espectro en bandas de octavas en el punto LR09

4.12 Mapas de ruido horarios diurno y nocturno

Los mapas de ruido para identificar las zonas más ruidosas de las avenidas Santa Rosa, Rosales, Cascanueces y Colectora Industrial, en función de la presión sonora continua equivalente ponderado en A (LAeq) y la diferencia entre las ponderaciones A y C, se determinaron de la siguiente manera:

a) Mapa de ruido horario diurno LAeq

En la Figura 47 se observa que en la zona de estudio la mayor área es de color azul (70.65%) y el nivel de ruido abarca de 70 dB a 75 dB; el color azul oscuro representa la menor área (0.25 %) y es donde existe mayor nivel de ruido entre 75 dB a 80 dB, estando situada en la avenida Huancaray (ZC10 y ZC13). Las áreas donde se muestra un color rojo lila (28.61 %)

son lugares donde el nivel de ruido varía de 65 dB a 70 dB, por último, las áreas de color carmín (0.49 %) son los niveles de ruido entre 60 dB y 65 dB siendo que el nivel de ruido es de origen vehicular, pero se considera la mezcla de los ruidos de origen vehicular e industrial registrados en el punto ZC02.

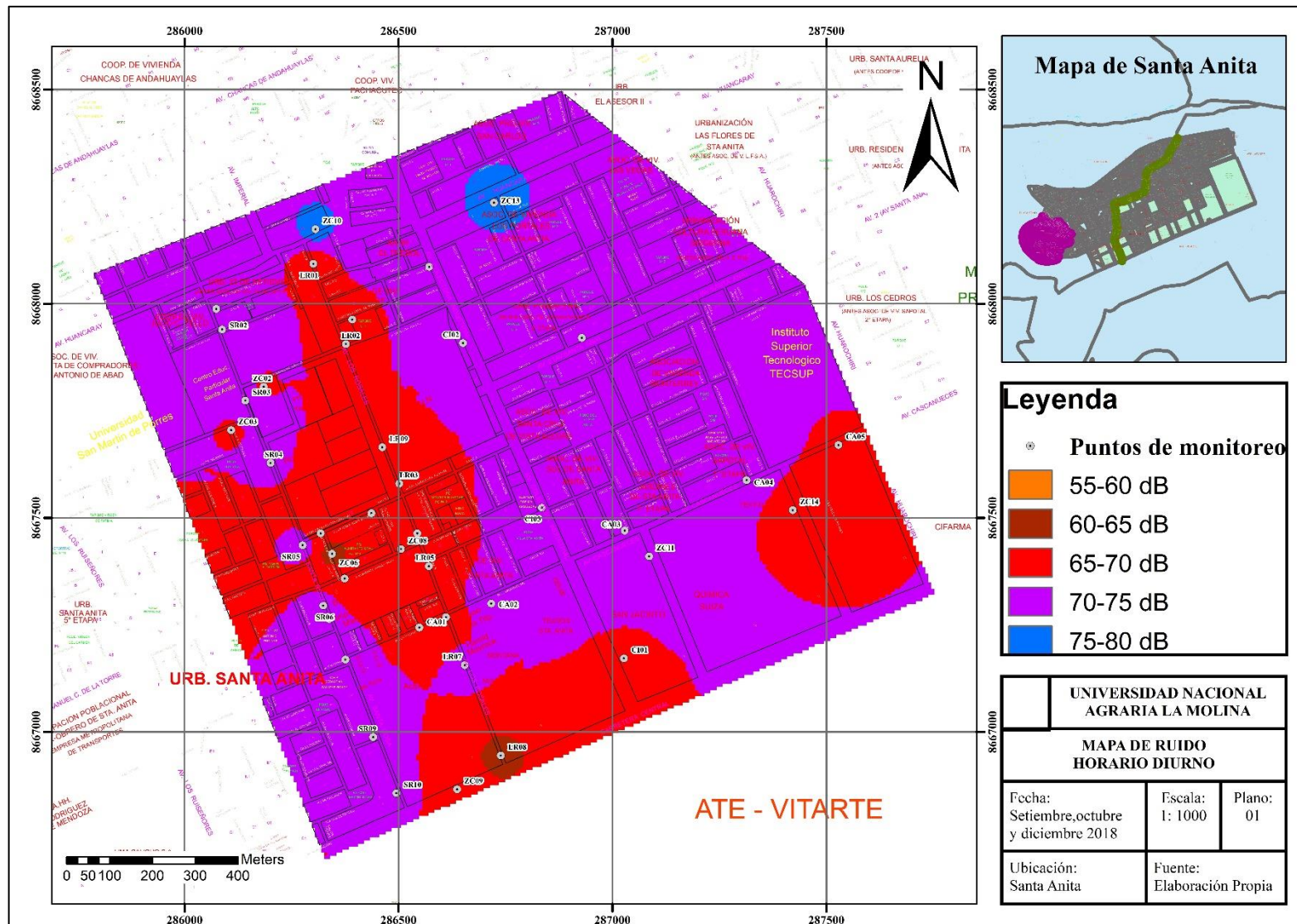


Figura 47: Mapa del nivel de ruido (Leq) horario diurno

b) Mapa de ruido horario nocturno LAeq

En la Figura 48, se observa que en la zona de estudio el mayor área es de color rojo lila (73.19 %) y el nivel de ruido oscila entre 65 dB a 70 dB, siendo en su mayoría de origen vehicular a excepción del punto ZC02, que pertenece a una fuente industrial. Además, se distinguen las áreas de color carmín (60.25 %), donde el nivel de ruido varía de 60 dB a 65 dB y existe fuente de ruido industrial (SR09, CI01 y LR09). También, se presenta un porcentaje de áreas de color azul (10.68 %), en los cuales el nivel de ruido varía de 70 dB a 75 dB y se sitúan los puntos ZC13, ZC12, SR08, CA01, CA02, CA03, CI02 y ZC11. Asimismo, el punto ZC10, que representa el valor más alto de ruido, denota un área de color azul oscuro (0.06 %). Por último, las zonas con menor nivel de ruido son las que presentan el área de color cinabrio (0.82 %) donde existe una fuente industrial, LR08.

Cabe indicar que, según Expósito y Bartí (2013), el mapa de ruido permite conocer la ubicación de zonas principalmente ruidosas de un área. Por lo tanto, se concluye que las zonas de color azul para el horario diurno y nocturno son las zonas principalmente ruidosas.

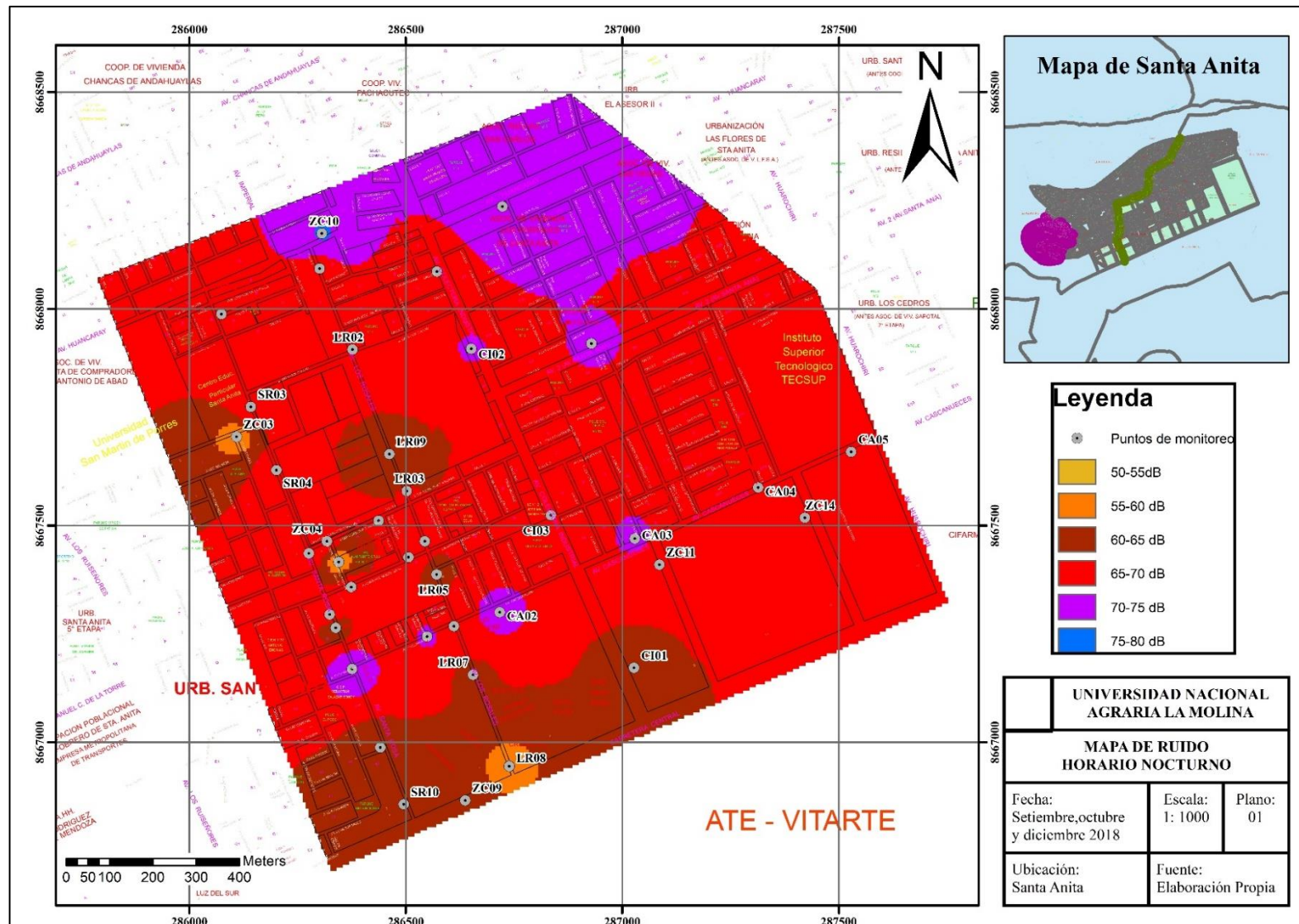


Figura 48: Mapa del nivel de ruido (Leq) horario nocturno

c) Mapa entre la diferencia de ponderación C y A (Lc-a), horario diurno

En la Figura 49, se puede observar que las áreas de color amarillo, verde y dorado son las que predominan. En estos lugares, la principal fuente de ruido son los vehículos a excepción del punto CI01, que pertenece a una fuente industrial y varía de 8 dB a 9 dB. También, se observó que en la zona del punto LR07 se torna de color rojo - naranja – dorado, lo cual representa una mayor diferencia entre la ponderación C y A, que varía de 12 dB a 13 dB y, por consiguiente, se deduce que el valor registrado en la ponderación C es mucho mayor que en la ponderación A. Esto permite concluir que en el lugar existe mayor energía en frecuencias bajas y que la mayor diferencia de decibeles puede ser debido a que alrededor del punto LR07 los vehículos ingresan y salen de las industrias y se encuentran estacionados en veredas y bermas de la calzada, obstruyendo en algunas ocasiones el libre tránsito de otros vehículos, haciendo que el ruido de los motores, que tienen por característica presentar mayor distribución de energía en las frecuencias bajas, sea la principal fuente de ruido y predomine más que en otros puntos. En los otros puntos, donde la diferencia entre las curvas C y A son menores a los 11 dB, la fuente de ruido vehicular no solo proviene del ruido de los motores, sino también por las carrocerías, el uso del claxon indebido, por rodadura y freno de los vehículos.

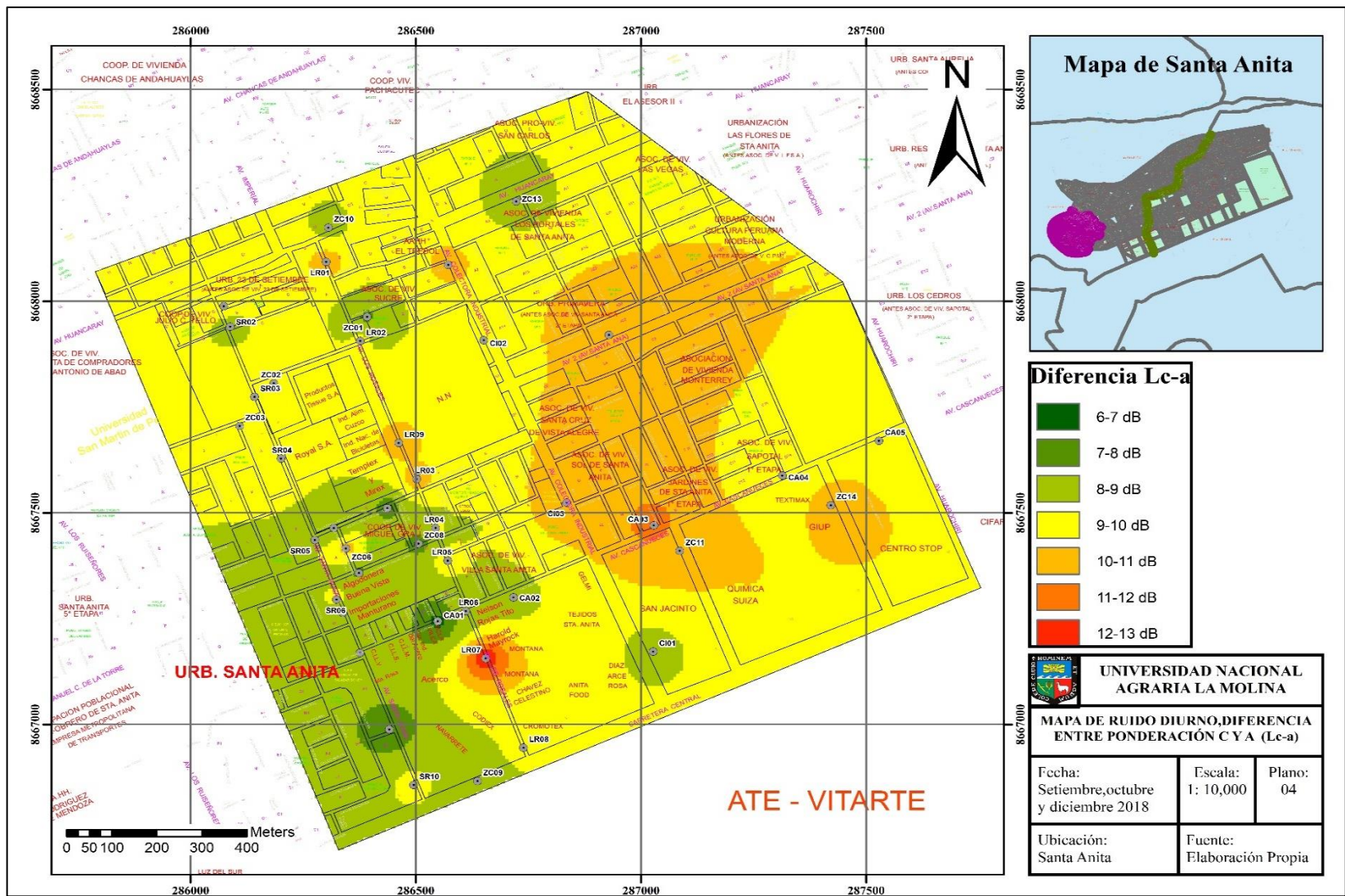


Figura 49: Mapa de ruido (Lc-a) horario diurno

d) Mapa entre la diferencia de ponderación C y A (Lc-a), horario nocturno

La Figura 50, permite ver que en la zona de estudio la ponderación C es mayor a la ponderación A y la diferencia entre las curvas C y A varían en su mayoría de 7 dB a 13 dB, lo cual representa que los valores que se registran en la curva C son mucho mayores que en la curva A. Esto permite concluir que existe mayor distribución de energía en frecuencias bajas, debido a que la principal fuente de ruido es vehicular y esta fuente tiene por característica presentar mayor energía en frecuencias bajas, a excepción de los puntos ZC02, SR09, LR08, CI01 y LR09 que pertenecen a una fuente industrial. Por otro lado, se puede observar que las áreas de color dorado, amarillo y naranja son las que predominan y que en los puntos ZC03, SR03, ZC12, ZC02 y CI01 existe mayor diferencia de decibeles (11 dB a 13 dB), por lo cual se tornan de rojo – naranja y en zonas donde se tornan de naranja - dorado la diferencia entre las curvas es de 10 dB a 12 dB. Estos colores significan que existe una mayor diferencia entre la ponderación C y A en comparación a los demás lugares. Asimismo, tanto para el horario diurno y nocturno, se obtiene, al igual que en el estudio realizado en la ciudad de Valencia por García A. y Garrigues V. (1996), un predominio de las frecuencias bajas, que son típicas del tráfico rodado, siendo en el presente estudio la principal fuente de ruido. Por otro lado, las coloraciones verdes oscuro y verde claro en los puntos SR09 y SR08 pertenecen al ruido industrial y la mezcla de este con el vehicular; respectivamente, y que varía de 5 dB a 7 dB, lo cual también se traduce en que los datos en ponderación C son mayores que en ponderación A, permitiendo concluir que en estos puntos la mayor distribución de energía también es en frecuencias bajas. Según Osman (2010), en la publicación titulada Ruido y Salud, esta variación con respecto a una misma fuente (industrial) puede ser por el uso de distintas maquinarias o equipos que podrían dar lugar a la presencia de mayor distribución de energía en bajas frecuencias. Por ello, se requiere acceso a las instalaciones de estas industrias para conocer más detalles sobre el ruido que se genera en ambos horarios de medición.

Por último, según la RM N°227-2013-MINAM, el objetivo de esta representación gráfica permite establecer programas para prevenir y reducir los niveles de ruido. Por lo tanto, los mapas de ruido elaborados en función del nivel de presión sonora continuo equivalente y en diferencias de curvas C y A, permiten establecer recomendaciones para mejorar las condiciones ambientales del lugar según el tipo de fuente y nivel de ruido.

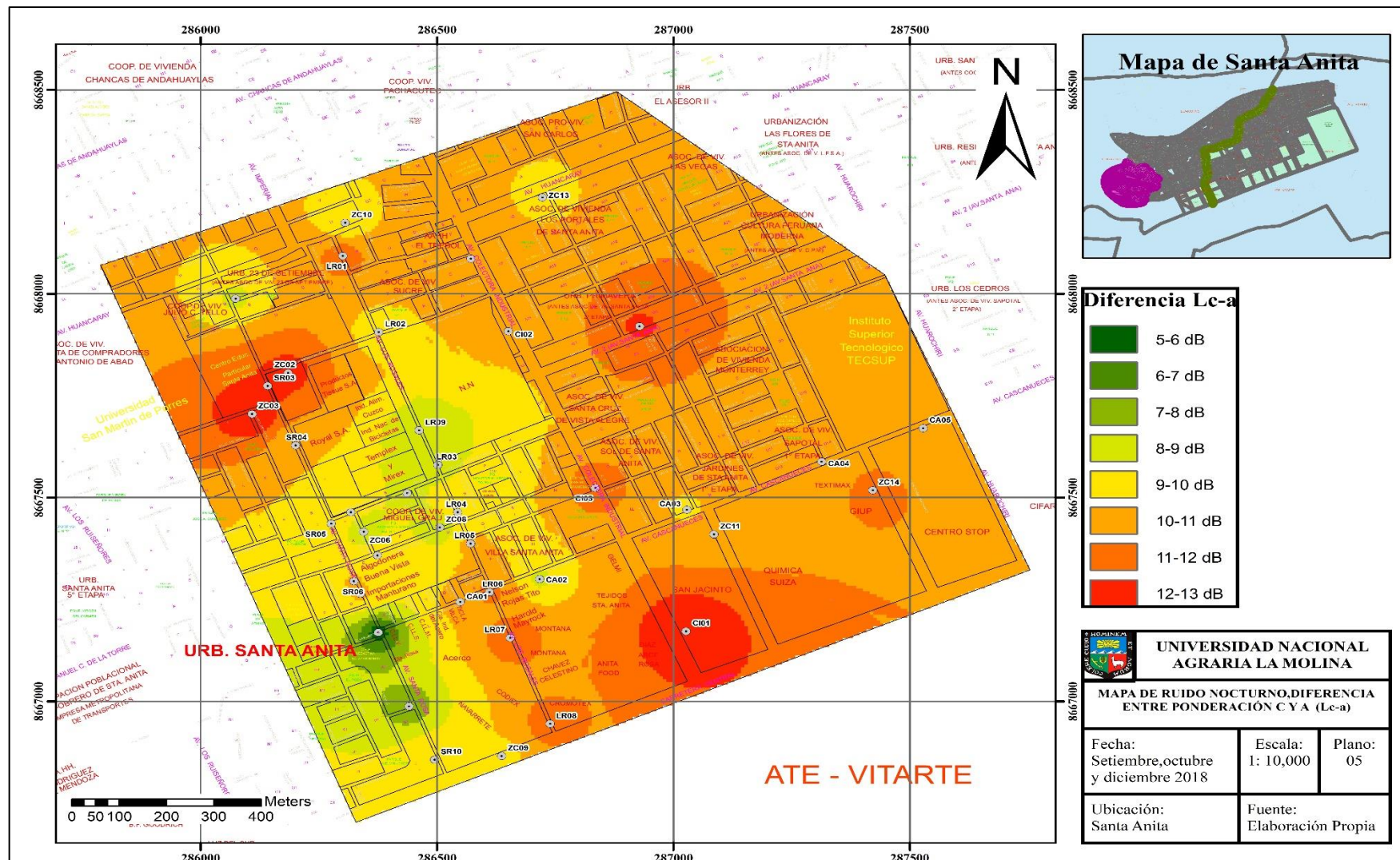


Figura 50: Mapa de ruido (Lc-a) horario nocturno

V. CONCLUSIONES

- Los resultados y el comportamiento del ruido ambiental obtenidos en la caracterización de las zonas mixtas del distrito de Santa Anita, permiten concluir que no se puede describir el ambiente sonoro utilizando únicamente el nivel presión sonora continuo equivalente.
- Durante el horario diurno, los niveles de ruido ambiental registrados en la zona de estudio varían de 66.7 dB a 77.5 dB y sobrepasan considerablemente el límite establecido para las zonas residencial, de protección especial y comercial. Mientras que en la zona industrial los niveles de ruido varían de 62.9 dB a 74.4 dB y no sobrepasan el límite establecido en el Estándar de Calidad Ambiental Ruido.
- Durante el horario nocturno, los niveles de ruido ambiental registrados en la zona de estudio varían de 54.3 dB a 75.5 dB y sobrepasan considerablemente el límite establecido para las zonas residencial, de protección especial y comercial. Mientras que en la zona industrial los niveles de ruido varían de 60.5 dB a 71.2 dB no sobrepasan el límite establecido en el Estándar de Calidad Ambiental Ruido.
- Según el mapa de ruido del horario diurno, las áreas de color azul representan el 70.65 % del área total de la zona de estudio y los niveles de ruido varían de 70 dB a 75 dB e influyen principalmente en las zonas mixtas residencial - comercial y residencial – industrial y la principal fuente de ruido es por vehículos.
- Según el mapa de ruido del horario nocturno, las zonas de color lila representan el 73.19% del área total de la zona de estudio y los niveles de ruido varían de 65 dB a 70 dB e influyen principalmente en la zona residencial y la principal fuente de ruido es por vehículos a excepción del punto ZC02 que pertenece a una fuente industrial.
- Durante el horario diurno y nocturno, el mapa de ruido entre la diferencia de curvas Lc-a y el nivel de ruido medido en función de las frecuencias determinan que en la zona de estudio la energía se distribuye principalmente en bajas frecuencias, característica de los tonos graves, por lo cual el ruido vehicular e industrial no generan frecuencias que sean dañinas para la salud del oído y que la principal fuente de ruido en la zona de estudio es vehicular.

VI. RECOMENDACIONES

- Elaborar un programa de gestión vehicular para controlar el flujo de vehículos pesados en horas de mayor congestión vehicular, reducir la velocidad de los vehículos y prohibir el uso de claxon en zonas de protección especial durante el horario diurno y en zona residencial en horario nocturno.
- Considerar en los planes de gestión urbanística, evaluar las licencias de construcción de edificios en calles amplias para dejar zonas libres y así evitar el aumento del nivel de ruido por resonancia.
- Elaborar un programa en coordinación con la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) de concientización sobre ruido en los colegios.
- Considerar para la refracción o bacheo de las vías un tipo de asfalto que contribuya a la reducción del ruido generado por tráfico rodado.
- Se recomienda solicitar autorizaciones, para hacer estudios dentro de las industrias que generan ruido al ambiente para identificar a mayor detalle las fuentes causantes de ruido.
- Incluir los puntos ZC10, CA02 y SR08 en el mapa de ruido actual del distrito de Santa Anita para realizar el seguimiento respectivo, debido a que en estas zonas se presentan valores altos de ruido que están en el intervalo de 70 dB a 80 dB.
- Actualizar el mapa catastral de Santa Anita, donde se delimite las áreas de fábricas o industrias que se encuentran situadas actualmente.
- Restringir por horarios el tránsito de vehículos pesados en avenidas con bermas y calles estrechas en especial en las avenidas Santa Rosa y Los Rosales, para facilitar el flujo de tránsito.
- Instalar letreros de disminución de velocidad para vehículos y letreros de prohibición de uso de claxon en las zonas de protección especial ubicadas en las avenidas Colectora Industrial y Santa Ana para facilitar el cruce de alumnos y disminuir el nivel de ruido.

- Instalar letreros de disminución de velocidad de los vehículos en el horario nocturno en la avenida Huancaray.
- Ampliar e implementar las campañas de sensibilización de ruido en las avenidas en estudio y en otras áreas del distrito de Santa Anita.
- Incorporar prevencioncitas para mejorar el flujo del tráfico y facilitar el cruce peatonal en zonas donde se encuentren instituciones educativas y en las vías de desvío para la construcción de la línea 2 del metro de Lima.
- Se recomienda evaluar la implementación de barreras acústicas (obstáculos, árboles, pantallas acústicas, pantallas vegetales) en las fábricas que generan ruido ambiental y están ubicadas cerca de viviendas, para controlar el nivel de ruido.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, P., Beltrán, K., & Torres, J. (5,6 y 7 de noviembre de 2008). Protocolo de evaluación y diagnóstico de emisión e inmisión de ruido en industrias. VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIA. Buenos Aires, Argentina.
- AMC N° 031-2011-MINAM/OGA. (2011). Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Recuperada de <http://www.munibustamante.gob.pe/archivos/1456146994.pdf>
- Arana, M., Bueno, M., Díaz, C., Expósito, J., Van, N., Pedrero, A., Sánchez-Pérez, J., & Expósito, S. (Ed.). (2013). Innovación para el control del ruido ambiental. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=xlw8AgAAQBAJ&pg=PA108&dq=nivel+pic+del+ruido+ambiental&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjPiu6K77vgAhXCdN8KHX1mBbkQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true>
- Arau, H. (1999). ABC de la acústica arquitectonica. Barcelona, España: Grupo Editorial Ceae. S.A. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=DcY0x88wzgMC&pg=PA35&dq=ruido+rosa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjz-6Ouxqz6AhVrILkGHcakBacQ6AEIPDAE#v=onepage&q&f=true>
- Ardizzi, N. (s.f.). Fundamentos del sonido: Frecuencia, Período, Longitud de onda. Recuperada de [http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20\(%20RESUMEN%20\).pdf](http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20(%20RESUMEN%20).pdf)
- Áviles, R., & Perera, R. (Ed.). (2017). Manual de acústica ambiental y arquitectónica (1 ed. en español). Madrid, España: Editorial Ediciones Paraninfo S.A.
- Bartí, R. (2013a). Acústica medioambiental. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/reader.action?docID=3215241&query=>

- Bartí, R. (2013b). Acústica medioambiental. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/reader.action?docID=3214990&query=>
- Bell, A. (1969). El ruido riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público. Ginebra: Organización Mundial de La Salud. Recuperada de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41478/WHO_PHP_30_%28part1%29_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Berglund, B., Lindvall, T., & H Schwela, D. (1995). Guías para el ruido urbano. Ginebra: Organización Mundial de La Salud. Recuperada de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- Berglund, B., Lindvall, T., & H Schwela., D. (1999). Guías para el ruido urbano. Ginebra: Organismo Mundial de La Salud. Recuperada de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- BEVA-JMA-SGLPAVMA-GSPDS/MDSA. (2018). Informe N°4 del Distrito de Santa Anita.
- Brios, A. (2017). Fundamentos de acústica ambiental. [Diapositiva de PowerPoint].
- Brüel & Kjaer. (2000). Ruido Ambiental. Recuperada de <https://www.bksv.com/doc/br1630.pdf>
- Bureau Veritas Formación. (2008). Manual para la formación en medio ambiente (1ed.). España: Editorial Lex Nova S.A. Recuperada de https://books.google.com.pe/books?id=J7rMDpW49ZQC&printsec=frontcover&dq=Manual+para+la+formaci%C3%B3n+en+medio+ambiente,+2008&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwich8C-za_hAhXKzlkKHZ29BZkQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Manual%20para%20la%20formaci%C3%B3n%20en%20medio%20ambiente%2C%202008&f=false
- Camargo, I. (2018). Evaluación del Ruido Ambiental en Los Pantanos de Villa y su efecto en la comunidad de aves (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Canal, A. (s.f.). UD1. El Sonido. Centro de Formación Profesional REVILLAGIGEDO. Recuperada de

<http://www.artegijon.com/UserFiles/File/Toni/SONIDO/El%20sonido.pdf>

- Castro, M., & Bernal, L. (2005). *Actividades clasificadas, medio ambiente y residuos sólidos urbanos*. Madrid, España: La Ley- Actualidad, S.A. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=TIcHI-Qbq-oC&pg=PA1132&dq=ruido+transitorio&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwjoigtqzGAhVjLLkGHd4yDekQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true>
- Cesáreo, F. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial* (1 ed.). Murcia, España: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA180&dq=ruido+fluctuante&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjKxKPfxKzgAhXBibkGHTdYBm8Q6AEILTAB#v=onepage&q=ruido%20fluctuante&f=false>
- Chávez, O.; Yoza, L.; & Arellano, V. (2009). Distribución del ruido ambiental en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina en el periodo Enero-Marzo 2007, 70(2):44. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac>
- Chinchilla, R. (2002). *Salud y Seguridad en el Trabajo* (1ed). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública S.A.C (CPI). (2016). *Market Report No5*. Recuperada de http://cpi.com.pe/filestore/mr_201608_01.pdf
- Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública S.A.C (CPI). (2017). *Market Report No7*. Recuperada de http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacion_peru_2017.pdf
- De Cos Juez, F.C., Ordieres, J., Castejón, M., & Martínez de Pisón, F.J. (2001). *Sonometría y Contaminación Acústica*. España: Editorial Universidad de La Rioja.
- De la Puente, J., & Rodríguez, F. (2003). *Distribución frecuencial de la energía acústica originada por el tráfico rodado urbano*. España: Editorial G.O.C. S.A. Recuperada de acustica.es/fileadmin/publicaciones/Bilbao03_aam032.pdf
- Decreto de Alcaldía N° 00003-2018/MDSA. (2018). *Programa Local de Vigilancia y Monitoreo de la Contaminación Sonora para el Distrito de Santa Anita*. Recuperada de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-programa-local-de-vigilancia-y-monitoreo-de-la-con-decreto-de-alcaldia-no-00003-2018mdsa-1628692-1/>.

- Decreto Supremo N°085-2003-PCM. (2003). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. Recuperada de http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/DS.085.2003.PCM_.pdf
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y Del Consejo. (2002). Evaluación y gestión del ruido ambiental. Recuperada de <http://sicaweb.cedex.es/docs/leyes/Directiva-2002-49-CE-Evaluacion-gestion-ruido-ambiental.pdf>
- Donald, W., Plattus, A., & Shibley, R.G. (2003). Time-Saver Standards for Urban Design. New York: McGraw-Hill. Recuperada de https://www.accessengineeringlibrary.com/browse/time-saver-standards-for-urban-design/p2000aedd9977_8_1001?q=Noise+Environmental#p2000aedd9977_8_1004
- Estellés, R. (2017). Fuentes sonoras y propagación del sonido. Recuperada de <https://docplayer.es/3874986-fuentes-sonoras-y-propagacion-del-sonido.html>
- Expósito, S. (2013). Innovación para el control del ruido ambiental. España: Editorial Universidad Castilla de La Mancha. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/reader.action?docID=4776163&query=ruido%20ambiental>
- Feo, W., & Gushiken, E. (2009). Medición de ruido urbano. Resultados en más de 10 ciudades del Perú. Arquitectura y Consultoría Acústica, TecniAcustica. Recuperada de http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Cadiz09/Cadiz09_RDO_030.pdf
- Flores-Domínguez, E. (2009). Contaminación acústica. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com>
- García, A., & Garrigues, V. (1996). Caracterización del ruido ambiental en zonas urbanas. Laboratorio de Acústica. Departamento de Física Aplicada. Universidad de Valencia. TecniAcústica. Barcelona. Recuperada de http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4350sr159.pdf
- García, V. (1994). Principios Físicos de Climatología. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Generalitat de Catalunya Departament de Territori i Sostenibilitat Direcció General de Qualitat Ambiental. (2004, mayo). Instrumentos de Gestión Ambiental del ruido mapa estratégico de ruido Aglomeración del Barcelonés II Constituida por los municipios

de Badalona y Santa Coloma de Gramenet (Vol 4.). Barcelona. Recuperada de http://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase2/aglomeracion/BARCELONES_II/MEMORIA_Barcelones_II.pdf

Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica. (s.f.). Conceptos básicos del ruido ambiental. Recuperada de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion_acustica_tcm30-185098.pdf

Gómez De León, F. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial (1ed.). España: Editorial Universidad de Murcia. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA180&dq=ruido+fluctuante&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjKxKPfxKzgAhXBibkGHTdYBm8Q6AEILTAB#v=onepage&q&f=true>

González, A. (2011). Mapas acústicos: Mucho más que una cartografía coloreada. Recuperada de https://www.researchgate.net/publication/299438153_Mapas_acusticos_mucho_mas_que_una_cartografia_coloreada

Gonzales, N., & Mamani, J. (2017). Evaluación de los niveles de ruido producido por el tráfico vehicular en la ciudad de Puno. Recuperada de https://www.researchgate.net/publication/320617771_Evaluacion_de_los_niveles_de_ruido_producido_por_el_trafico_vehicular_en_la_ciudad_de_Puno

Gormaz, I. (2010). Técnicas y Procesos en las Instalaciones Singulares en los Edificios (2 ed.). Madrid, España: Editorial Paraninfo, S.A. Recuperada de <https://books.google.com.pe/books?id=apbpHI-k22UC&pg=PA9&dq=condiciones+meteorologicas+y+propagaciones+del+sonido&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiTuuH2qrngAhUJjlkKHVv0AlgQ6AEINTAC#v=onepage&q&f=true>

Guía Básica para la Prevención del Riesgo de Exposición al Ruido. (s.f.). Valladolid, España: Secretaria de Salud Laboral CC. OO Castilla y León Recuperada de <https://es.scribd.com/document/332967249/Pub53320-Guia-Basica-Para-La-Prevencion-Del-Riesgo-de-Exposicion-Al-Ruido>

Henao, F. (2014). Riesgos físicos I: ruido, vibraciones y presiones anormales (2ed.). Bogota, Colombia: Editorial ECO Ediciones. Recuperada de

- <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/reader.action?docID=4870568&query=>
Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. 5.e.d. México D.F.: Mc Graw Hil.
- INERCO Acústica. (27 de setiembre de 2012). Tipos de ruido. Recuperada de <http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/239-tipos-de-ruidos>
- Innovación y Cualificación S. L., y Asesores S. L. Target. (2016). Experto en gestión medioambiental. (2a. ed.). Málaga. IC Editorial. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/detail.action?docID=4794937>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (s.f.). Población Estimada y Proyectada por años calendarios según Provincia y Distrito de Lima Metropolitana, 2007-2015. Perú. Recuperada de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1253/cap03/cap03031.xlsx
- Instrument Choice. (2009). Operating Instructions Model AWA6228 Multifunction Sound Level Meter. Recuperada de <http://www.simc.com.pe/index.php/div-comercial/monitoreo-de-ruido/198-sonometro-aihua>
- Jaramillo, A. (2007). Acústica: La ciencia del sonido (1. ed.). Medellín, Colombia: Fondo Editorial ITM.
- Ley N° 27972. (2003). Art.80 de La Ley Orgánica de Municipalidades. Perú. Recuperada de http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10604/PLAN_10604_ley_27972_2011.pdf
- Lima Cómo Vamos. (2018). Lima y Callao según sus ciudadanos. Décimo Informe Urbano de Percepción sobre Calidad de Vida en la Ciudad. Recuperada de http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019_web.pdf
- Menéndez, F. (2006). Higiene Industrial: Manual para la formación del especialista (5ª. ed.). Valladolid, España: Editorial Lex Nova, S.A.
- Menéndez, F., Fernández, F., Llana, F., Vásquez, I., Rodríguez, J., Espeso., & Expósito, M. (2007). Formación Superior en Prevención de Riesgos Laborales. (1 ed). Valladolid, España: Editorial Lex Nova, S.A.

- Miyara, F. (s.f). Ruido urbano: tránsito, industria y esparcimiento. Acústica Urbana Convenio MVOTMA – Udelar (DINAMA – Facultad de Ingeniería) República Oriental del Uruguay. Recuperada de <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/urbano.pdf>
- Muñoz, E., Contreras, A., & Molero, M. (2018). Ingeniería del medio ambiente. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/detail.action?docID=5636509>
- Observatorio de la Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN). (2010). Ruido y Salud. Recuperada de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824
- Ochoa, J.M., & Bolaños, F. (1990). Medida y control del ruido. España. Recuperada de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcsp/reader.action?docID=3181958&query=>
- Ordenanza Municipal N° 205/MDSA. (2016). s.e. Régimen Municipal de Aplicación de Sanciones Administrativas del Distrito de Santa Anita. Recuperada de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/regimen-municipal-de-aplicacion-de-sanciones-administrativas-anexo-ord-no-00205mdsa-1430374-1/>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2015). La contaminación sonora en Lima y Callao. Recuperada de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087
- Pérez, C. (s.f.). Sonido y audición. Universidad de Cantabria. Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones. Recuperada de <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Sonido%20y%20Audicion.pdf>
- Pierrard, J., & Merino, F. (2011). Guía de medida de evaluación del ruido en actividades o instalaciones según anexo IV del Real Decreto 1367/2007. España: Asociación Español para la Calidad Acústica. Recuperada de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST147ZI116097&id=116097>
- Quintero, J. (2012, mayo - agosto). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Recuperada de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/382/717>

- Real Decreto 1513. (2005). Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. Recuperada de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2005/BOE-A-2005-20792-consolidado.pdf>
- Recio, A., Carmona, R., Linares, C., Ortiz, C., Ramón, J., & Díaz, J. (2016). Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid. Madrid, España: Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad. Recuperada de <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=18/10/2016-72b28c0577>
- Resolución Directoral N°02-208-MTC/14. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Recuperada de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Resolución Ministerial N° 227. (2013). Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Ministerio del Ambiente. Recuperada de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-227-2013-MINAM.pdf>
- Riera, J. (2013). Evaluación de ruido ambiental en las zonas de uso residencial ubicadas en la zona de influencia de la avenida San Pablo. Barrio de la Estación (COSLADA) (tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Madrid., España. Recuperada de http://oa.upm.es/35311/1/tesis_master_juan_ramon_riera_sanchez.pdf.
- Salueña, X., Romeu, J., Jiménez, S., & Capdevilla, R. (Octubre de 1999). Estudio de la influencia del ruido generado por los polígonos industriales sobre el área urbana en la ciudad de Terrasa. Laboratorio de Mecánica e Ingeniería Acústica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrasa. Universidad
- Segués, F. (2008). Ruido de tráfico: Carreteras. Escuela de negocios EOI. Recuperada de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45753/componente45751.pdf
- Simón, F., Pfrezschner, J., & Santiago, S. (2003). Técnicas estadísticas y separación del ruido ambiental. Instituto de Acústica – CSIC, Tecniacustica. Recuperada de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/7201/1/aam052.pdf>
- UNE-ISO 1996-1 (Una Norma Española - Organización Internacional de Normalización). (2005). Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.

UNE-ISO 1996-2 (Una Norma Española - Organización Internacional de Normalización). (2009). Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

Vargas, I. (2014). Evaluación del impacto acústico generado por el tráfico vehicular en las vías circundantes al Cuartel General del Ejército del Perú. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/116/browse?value=Vargas+Ort%C3%ADz%2C+Iv%C3%A1n+Humberto&type=author>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Distribución de puntos de monitoreo

Punto 01 – SR01



Punto 02 – SR02



Punto 03 – LR01



Punto 04 – ZC01



Punto 05 LR02



Punto 06 – ZC02



Punto 07 – SR03



Punto 08 – ZC03



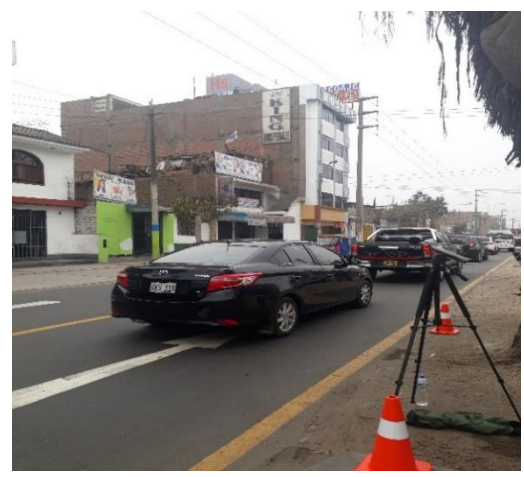
Punto 09 - LR03



Punto 10 - SR04



Punto 11 - SR05



Punto 12 - ZC04



Punto 13 - ZC05



Punto 14 - ZC06



Punto 15 - LR04



Punto 16 – ZC08



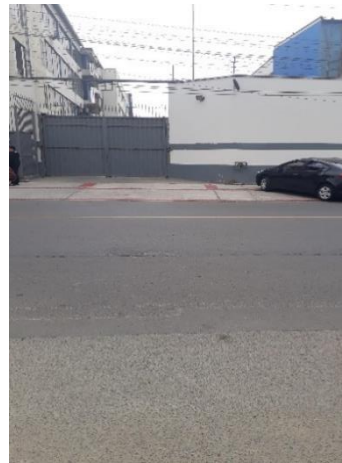
Punto 17 – ZC07



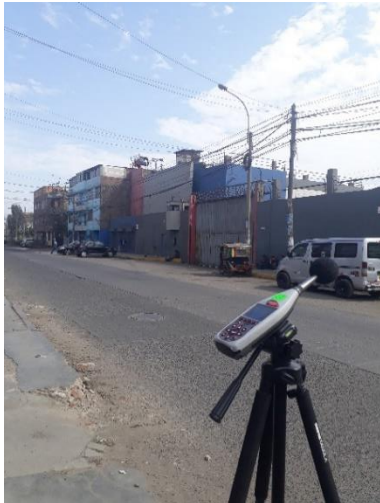
Punto 18 – SR06



Punto 19 – SR07



Punto 20 – LR05



Punto 21 – LR06



Punto 22 – CA01



Punto 23 – SR08



Punto 24 – LR07



Punto 25 – SR09



Punto 26 - SR10



Punto 27 – ZC09



Punto 28 – LR08



Punto 29 – LR09



Punto 30 – CA02



Punto 31 – CI01



Punto 32 – CI02



Punto 33 – CI03



Punto 34 – ZC10



Punto 35 – CI04



Punto 36 – ZC11



Punto 37 – CA03



Punto 38 - ZC12



Punto 39 – ZC13



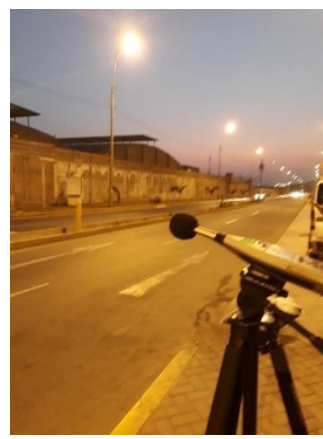
Punto 40 – ZC14



Punto 41 – CA04



Punto 42 – CA05



Punto 01 - SR 01



Punto 02 - LR 01



Punto 03 - LR 02



Punto 04 – ZC 02



Punto 05 – SR 03



Punto 06 – ZC 03



Punto 07 – LR 03



Punto 08 – SR 04



Punto 09 – SR 05



Punto 10 – ZC 04



Punto 11 – ZC 05



Punto 12 – ZC 06



Punto 13 – LR 04



Punto 14 – ZC 08



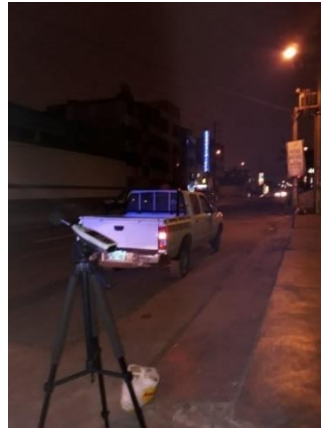
Punto 15 – ZC 07



Punto 16 – SR 06



Punto 17 – SR 07



Punto 18 - LR 05



Punto 19 – LR 06



Punto 20 – CA 01



Punto 21 – SR 08



Punto 22 – LR 07



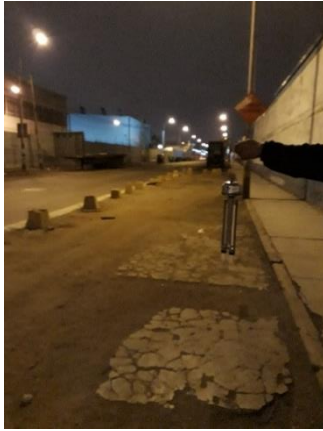
Punto 23 – SR 09



Punto 24 – SR 10



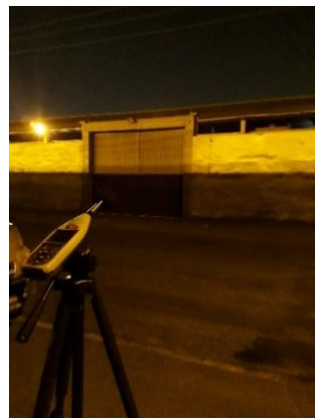
Punto 25 – ZC 09



Punto 26 – LR 08



Punto 27 – LR 09



Punto 28 – CA02



Punto 29 – CI01



Punto 30 – CI02



Punto 31 – CI03



Punto 32 – ZC10



Punto 33 – CI04



Punto 34 – ZC11



Punto 35 – CA03



Punto 36 – ZC12



Punto 37– ZC13



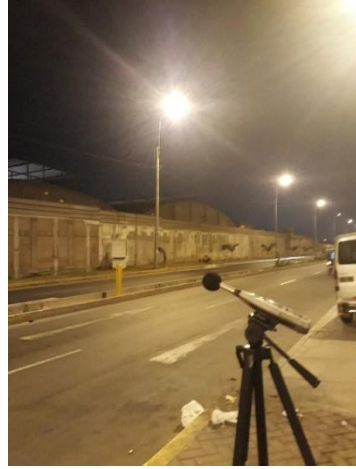
Punto 38 – ZC14



Punto 39 – CA04



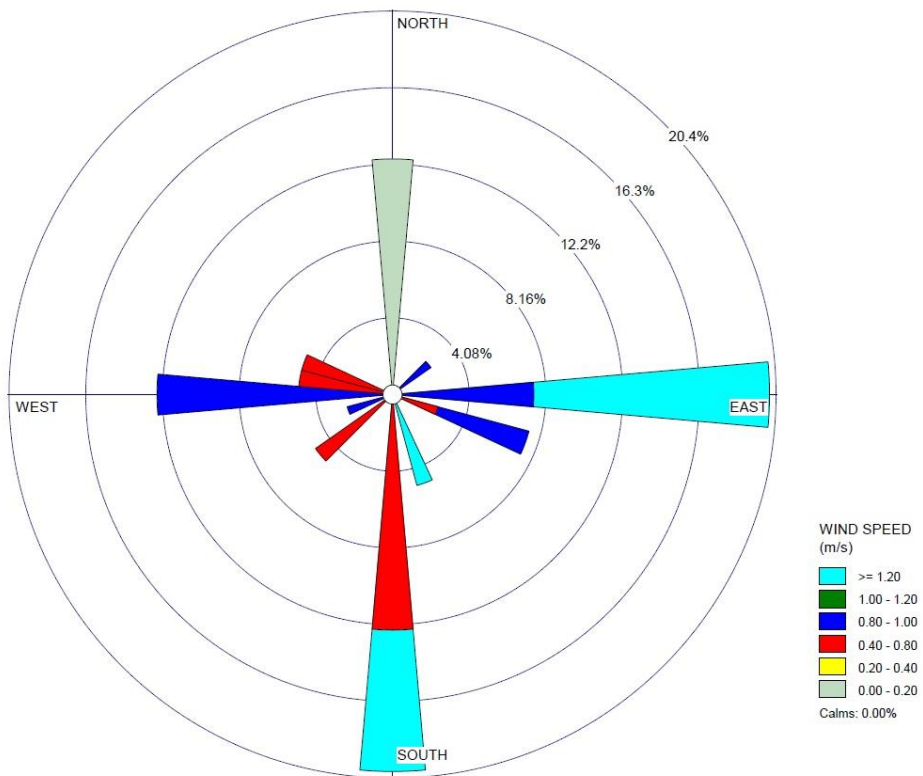
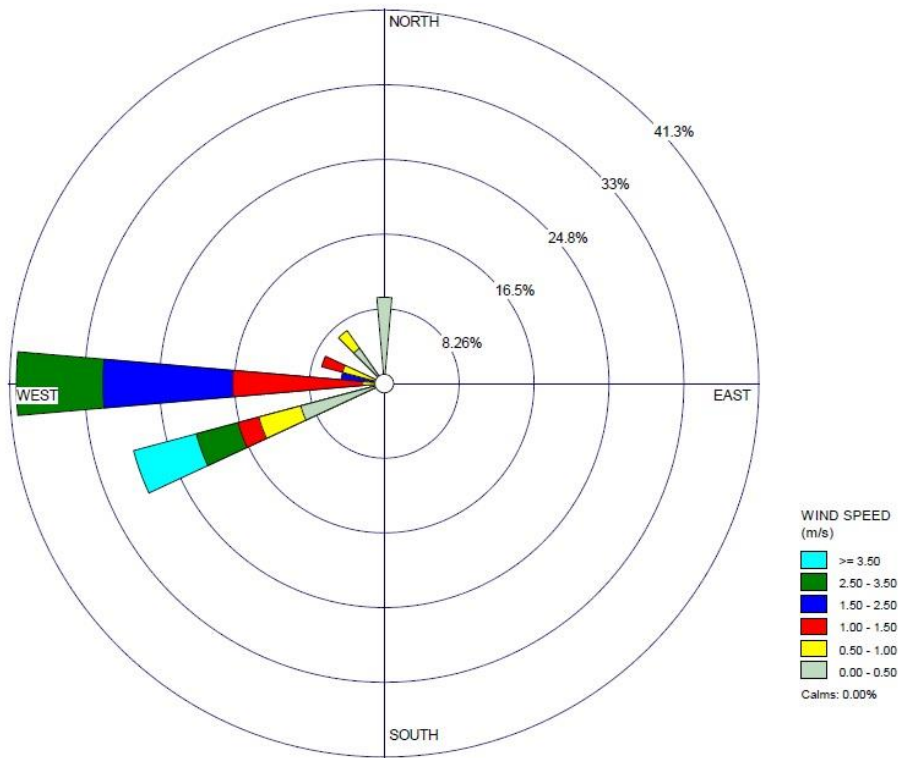
Punto 40 – CA05



Anexo 2: Ficha de campo para medición de ruido para horarios diurno y nocturno

Hoja de campo						Punto							
Ubicación:													
Coordenadas	X:	Y:											
Provincia: Lima													
Distrito: Santa Anita													
Código del punto:													
Zonificación de acuerdo al ECA:													
Fecha:													
Hora inicio:				Hora fin:									
Tiempo de medición (minutos):													
Período (Marcar con una X):													
Diurno: <input type="checkbox"/>		Nocturno: <input type="checkbox"/>											
Fuente generadora de ruido (Marcar con una X):													
Fija: <input type="checkbox"/>		Móvil: <input type="checkbox"/>											
Modo (Marcar con una X):													
FAST (F): <input type="checkbox"/>		SLOW (S): <input type="checkbox"/>											
Ponderación (Marcar con una X):													
dB (A) : <input type="checkbox"/>		dB (C) : <input type="checkbox"/>											
						Croquis del punto de monitoreo							
Medición del nivel de ruido													
Descripción del sonómetro													
Marca : QUEST-TECHNOLOGIES				Modelo: SoundPro SE/DL									
Clase : TIPO 1				Nro. de serie : BFI010005									
Bandas de octavas – Frecuencias:													
Medida	dB A	dB C	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
L-eq													
L-Pk													
L-máx													
L-mín													
L10:		L90:		L50:		Lc-a:							
Observaciones:													
.....													
.....													
.....													
.....													
Mediciones meteorológicas													
Descripción del psicrómetro portátil				Marca: KAHL SICO		Nro de serie: 92022							
Temperatura ambiente (°C) : _____				Altitud* (m): _____									
Temperatura bulbo húmedo* (°C) : _____				<i>*Dato para calcular humedad</i>									
Conteo de vehículos													
Número de vehículos ligeros: _____				Número de vehículos pesados: _____									

Anexo 3: Rosa de vientos del horario diurno y nocturno.



Anexo 4: Corrección de ruido de fondo en bandas de octava para el punto ZC02

Ruido Vehicular en el punto ZC02 - Diurno					
Ruido Total	Ruido industrial	Ruido Vehicular	Ruido de fondo	Diferencia	Corrección
23.5	23.6	---	13.3	--	--
36.7	36.9	---	19.5	--	--
48.7	53.8	---	30.9	--	--
56.2	58.6	---	37.8	--	--
63.3	61.6	58.4	39.5	18.9	58.4
64.4	64.2	50.9	49.3	1.6	50.9
63.2	62.2	56.3	49.6	6.7	55.3
59.7	57.4	55.8	49.1	6.7	54.8
53.8	50.8	50.8	46.7	4.1	48.6
45.0	41.5	42.4	41.7	0.7	42.4
30.9	24.6	29.7	22.5	7.2	28.8

Ruido Industrial en el punto ZC02 - Nocturno				
Valores	Ruido Total	Ruido de fondo	Diferencia	Corrección
16 Hz	23.6	1.6	22.0	23.6
31.5 Hz	36.9	16.5	20.4	36.9
63 Hz	53.8	27.7	26.1	53.8
125 Hz	58.6	32.0	26.6	58.6
250 Hz	61.6	35.7	25.9	61.6
500 Hz	64.2	48.3	15.9	64.2
1 KHz	62.2	51.2	11.0	62.2
2 KHz	57.4	47.2	10.2	57.4
4 KHz	50.8	37.5	13.3	50.8
8 KHz	41.5	32.9	8.6	40.9
16 KHz	24.6	16.2	8.4	23.9

Anexo 5: Corrección de ruido de fondo en bandas de octava para SR09, LR08 y LR09

HORARIO DIURNO				Corrección
Valores	SR09 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - SR09 (dB)
16 Hz	17.2	13.3	3.9	14.9
31.5 Hz	36.9	19.5	17.4	36.9
63 Hz	50.5	30.9	19.6	50.5
125 Hz	57.7	37.8	19.9	57.7
250 Hz	61.1	39.5	21.6	61.1
500 Hz	64.8	49.3	15.5	64.8
1 KHz	67.1	49.6	17.5	67.1
2 KHz	66.1	49.1	17.0	66.1
4 KHz	61.8	46.7	15.1	61.8
8 KHz	53.1	41.7	11.4	53.1
16 KHz	41.3	22.5	18.8	41.3

HORARIO NOCTURNO				Corrección
Valores	SR09 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - SR09 (dB)
16 Hz	11.1	1.6	9.5	10.6
31.5 Hz	27.2	16.5	10.7	27.2
63 Hz	40.8	27.7	13.1	40.8
125 Hz	46.1	32.0	14.1	46.1
250 Hz	51.5	35.7	15.8	51.5
500 Hz	56.1	48.3	7.8	55.3
1 KHz	57.4	51.2	6.2	56.2
2 KHz	57.4	47.2	10.2	57.4
4 KHz	52.5	37.5	15.0	52.5
8 KHz	39.2	32.9	6.3	38.0
16 KHz	21.4	16.2	5.2	19.8

HORARIO DIURNO				Corrección
Valores	LR08 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - LR08 (dB)
16 Hz	17.0	13.3	3.7	14.6
31.5 Hz	32.7	19.5	13.2	32.7
63 Hz	43.6	30.9	12.7	43.6
125 Hz	50.7	37.8	12.9	50.7
250 Hz	54.5	39.5	15.0	54.5
500 Hz	56.5	49.3	7.2	55.6
1 KHz	58.4	49.6	8.8	57.8
2 KHz	56.6	49.1	7.5	55.7
4 KHz	53.1	46.7	6.4	52.0
8 KHz	46.0	41.7	4.3	44.0
16 KHz	35.8	22.5	13.3	35.8

HORARIO NOCTURNO				Corrección
Valores	LR08 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - LR08 (dB)
16 Hz	12.7	1.6	11.1	12.7
31.5 Hz	31.7	16.5	15.2	31.7
63 Hz	41.2	27.7	13.5	41.2
125 Hz	47.6	32.0	15.6	47.6
250 Hz	52.2	35.7	16.5	52.2
500 Hz	53.4	48.3	5.1	51.8
1 KHz	53.8	51.2	2.6	53.8
2 KHz	50.6	47.2	3.4	47.9
4 KHz	48.7	37.5	11.2	48.7
8 KHz	40.0	32.9	7.1	39.1
16 KHz	24.4	16.2	8.2	23.7

HORARIO DIURNO				Corrección
Valores	LR09 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - LR09 (dB)
16 Hz	16.3	13.3	3.0	13.3
31.5 Hz	39.1	19.5	19.6	39.1
63 Hz	51.2	30.9	20.3	51.2
125 Hz	56.8	37.8	19.0	56.8
250 Hz	59.1	39.5	19.6	59.1
500 Hz	61.6	49.3	12.3	61.6
1 KHz	63.6	49.6	14.0	63.6
2 KHz	63.0	49.1	13.9	63.0
4 KHz	59.6	46.7	12.9	59.6
8 KHz	51.8	41.7	10.1	51.8
16 KHz	44.2	22.5	21.7	44.2

HORARIO NOCTURNO				Corrección
Valores	LR09 (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Diferencia (dB)	Ruido industrial - LR09 (dB)
16 Hz	15.2	1.6	13.6	15.2
31.5 Hz	26.8	16.5	10.3	26.8
63 Hz	40.1	27.7	12.4	40.1
125 Hz	48.1	32.0	16.1	48.1
250 Hz	50.1	35.7	14.4	50.1
500 Hz	52.2	48.3	3.9	49.9
1 KHz	52.7	51.2	1.5	52.7
2 KHz	60.1	47.2	12.9	60.1
4 KHz	50.5	37.5	13.0	50.5
8 KHz	31.9	32.9	-1.0	31.9
16 KHz	16.6	16.2	0.4	16.6