



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA  
GENERADOS POR EL TRÁNSITO VEHICULAR EN HORARIO  
DIURNO EN LAS ZONAS COMERCIALES DEL DISTRITO DE  
SANTIAGO DE SURCO (LIMA)”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

Elvis Manuel Castro Sánchez (0000-0001-6849-3575)

Asesor:

Alfredo Néstor Salinas Castro (0000-0001-5212-6113)

Lima – Perú

2022



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 01 de marzo de 2023.

Los integrantes del Jurado de Tesis:

Presidente: Mg. Blgo. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Miembro: Mg. Ing. Enrique Herencia Núñez
Miembro: Mg. Ing. Guillermo Gonzalo Lazo Alatriza

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA GENERADOS POR EL TRÁNSITO VEHICULAR EN HORARIO DIURNO EN LAS ZONAS COMERCIALES DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO (LIMA)”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Elvis Manuel Castro Sánchez**

Para optar el título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Ing. Alfredo Néstor Salinas Castro

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Elvis Manuel Castro Sánchez	Nota (en letras): Diecisiete 17
Aprobado <input type="checkbox"/>	Aprobado Muy Buena <input checked="" type="checkbox"/>
Aprobado Sobresaliente <input type="checkbox"/>	Desaprobado <input type="checkbox"/>

Los miembros del Jurado firman en señal de conformidad.

**Mg. Blgo. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto**  
Presidente

**Mg. Ing. Enrique Herencia Núñez**  
Miembro 1

**Mg. Ing. Guillermo Gonzalo Lazo Alatriza**  
Miembro 2

**Mg. Ing. Alfredo Néstor Salinas Castro**  
Asesor

T// (51) 60 6738  
informes@cientifica.edu.pe  
cientifica.edu.pe

**ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**

**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Lima, 11 de Marzo del 2023

Señor,  
Carlos Zavalaga Reyes  
**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación**  
**Universidad Científica del Sur**  
**Presente.** –

De nuestra consideración,

Yo Elvis Manuel Castro Sánchez, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Alfredo Néstor Salinas Castro, declaramos que este informe final de tesis titulado: Evaluación de niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en horario diurno en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco (Lima), sustentado para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos <sup>2</sup>, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

**Firma tesista**  
**DNI: 72858708**

**Firma del asesor de tesis**  
**DNI:09258685**

<sup>1</sup> En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

<sup>2</sup> Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Evaluación de niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en horario diurno en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco (Lima)

**Autores.** Elvis Manuel Castro Sánchez.

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2091634158).

**Resultado de la evaluación.** 9%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

**Comentarios sobre la revisión.** Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

### Evaluación de niveles de presión sonora

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
3	CO. & AMBIENTAL INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "MEIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Constancia-IGA0000645", R.D. N° 002-2009-MEM/AAM, 2020 Publicación	<1 %
4	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://sial.segat.gob.pe">sial.segat.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
6	ENVIROPROYECT S.R.LTDA.. "DAA de la Planta Zárate de Fabricación de Telas de la Empresa Sur Color Star-IGA0012480", R.D. N° 347-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	<1 %

## ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN .....	9
2. ABSTRACT .....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	12
4.1. SONIDO.....	12
4.1.1. Transmisión del sonido .....	12
4.2. RUIDO .....	12
4.2.1. Fuentes Generadoras de Ruido.....	12
4.3. CONTAMINACIÓN SONORA .....	14
4.3.1. Control de la contaminación sonora .....	14
4.4. MEDICIÓN DE RUIDO.....	15
4.4.1. Sonómetro.....	15
4.4.2. Nivel de presión sonora (NPS).....	16
4.4.3. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (L <sub>Aeq</sub> ) .....	16
4.5. MARCO LEGAL .....	17
4.5.1. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N°085-2003-PCM. ....	17
4.5.2. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental Resolución Ministerial N°227-2013-MINAM.....	17
4.5.3. Ordenanza Municipal N° 611-2019-MSS.....	18
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
6. HIPÓTESIS GENERAL.....	19
7. METODOLOGÍA.....	19
7.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	19
7.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio .....	19
7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo .....	20
7.1.3. Periodo y Tiempo de Monitoreo .....	22
7.1.4. Método de medición del Ruido Ambiental .....	23
7.2. MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	24
7.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR .....	25
7.4. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	26
7.5. ELABORACIÓN DE MAPA DE RUIDO AMBIENTAL.....	27
8. RESULTADOS .....	28

8.1.	MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	28
8.1.1.	Variación diaria horaria.....	29
8.1.2.	Niveles de presión sonora promedio .....	31
8.2.	MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	32
8.3.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR .....	32
8.4.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	35
8.5.	MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL.....	36
9.	DISCUSIÓN.....	41
10.	CONCLUSIONES .....	45
11.	RECOMENDACIONES .....	48
12.	REFERENCIAS.....	50
13.	ABREVIATURAS.....	60
14.	ANEXOS.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de la transmisión del sonido.....	12
Figura 2: Ubicación de la zona de estudio.....	19
Figura 3: Ubicación de los puntos de monitoreo .....	21
Figura 4: Ubicación de la estación meteorológica .....	24
Figura 5: Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 07:01 – 09:00 .....	29
Figura 6: Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 12:00 – 14:00 .....	31
Figura 7: Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 18:00 – 20:00 .....	30
Figura 8: Nivel de presión sonora promedio de las tres zonas comerciales comparadas con el ECA Ruido .....	31
Figura 9: Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Vecinal.....	33
Figura 10: Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Metropolitano.....	33
Figura 11: Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Zonal .....	34
Figura 12: Volumen de circulación de vehículos promedio en las tres zonas comerciales .....	34
Figura 13: Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 07:01 am a 09:00 am .....	38
Figura 14: Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 12:00 pm a 14:00 pm.....	39
Figura 15: Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 18:00 pm a 20:00 pm.....	40
Figura 16: Tránsito vehicular en Jr. el Polo (T = 15 min) .....	65
Figura 17: Tránsito vehicular en Av. Pedro Venturo (T = 15 min) .....	65
Figura 18: Tránsito vehicular en Av. Las Casuarinas (T = 15 min) .....	66
Figura 19: Tránsito vehicular en Av. Ismael Bielich (T = 15 min).....	67
Figura 20: Tránsito vehicular en Av. Los Próceres (T = 15 min) .....	67
Figura 21: Tránsito vehicular en Av. El Sol (T = 15 min) .....	67
Figura 22: Tránsito vehicular en Calle Loma Umbrosa (T = 15 min).....	68
Figura 23: Tránsito vehicular en Av. Atunéz de Mayolo (T = 15 min) .....	68
Figura 24: Tránsito vehicular en Av. Ayacucho (T = 15 min) .....	68
Figura 25: Tránsito vehicular en Av. Mariscal Ramón Castilla (T = 15 min) .....	69
Figura 26: Tránsito vehicular en Av. La Merced (T = 15 min).....	69
Figura 27: Tránsito vehicular en Av. Pedro Venturo (T = 15 min) .....	69
Figura 28: Tránsito vehicular en Jr. República de Libano (T = 15 min).....	71
Figura 29: Tránsito vehicular en Av. Javier Prado (T = 15 min) .....	71
Figura 30: Tránsito vehicular en Av. El Derby (T = 15 min) .....	72
Figura 31: Tránsito vehicular en Jr. Morro Solar (T = 15 min).....	72

Figura 32: Tránsito vehicular en Av. Manuel Olgúin (T = 15 min).....	74
Figura 33: Tránsito vehicular en Av. La Encalada (T = 15 min).....	74
Figura 34: Tránsito vehicular en Av. Primavera (T = 15 min) .....	74
Figura 35: Tránsito vehicular en Jr. El Polo (T = 15 min) .....	75
Figura 36: Tránsito vehicular en Av. Alfredo Benavides (t = 15 min).....	75
Figura 37: Tránsito vehicular en Av. Guardia Civil (T = 15 min).....	75
Figura 38: Tránsito vehicular en Av. Santiago de Surco (T = 15 min).....	76
Figura 39: Tránsito vehicular en Av. Alfredo Benavides (T = 15 min).....	76
Figura 40: Tránsito vehicular en Av. Caminos del Inca (T = 15 min) .....	76
Figura 41: Tránsito vehicular en Av. Ayacucho (T = 15 min) .....	77
Figura 42: Tránsito vehicular en Av. Higuereta (T = 15 min).....	77
Figura 43: Tránsito vehicular en Av. Aviación (T = 15 min) .....	77
Figura 44: Tránsito vehicular en Av. Alejandro Velasco Astete (T = 15 min) .....	78
Figura 45: Tránsito vehicular en Jorge Broggi (T = 15 min).....	78
Figura 46: Grafico Q-Q normal del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en el Periodo 07:01 - 09:00 am.....	81
Figura 47: Grafico Q-Q normal del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en el Periodo 12:00 - 14:00 pm.....	81
Figura 48: Grafico Q-Q normal del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en el Periodo 18:00 - 20:00 pm.....	82
Figura 49: Grafico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 07:01 - 09:00 am. ....	83
Figura 50: Grafico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 12:00 - 14:00 pm. ....	83
Figura 51: Grafico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 18:00 - 20:00 pm. ....	84
Figura 52: Interpretación de Coeficiente .....	88
Figura 53: Monitoreo en la Av. Aviación con Calle Teodoro Valcárcel .....	97
Figura 54: Monitoreo en la Av. Ayacucho con Av. Tomas Marsano .....	98
Figura 55: Monitoreo en la Av. Javier Prado Este con Calle los Tiamos .....	99
Figura 56: Tránsito vehicular en la Av. Benavides con Jirón Jorge.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándares de Calidad Ambiental para ruido .....	17
Tabla 2: Ubicación de los puntos de monitoreo en el distrito de Santiago de Surco .....	21
Tabla 3: Periodos y horarios de medición .....	23
Tabla 4: Resultados del monitoreo del ruido ambiental.....	28
Tabla 5: Condiciones meteorológicas en el área de estudio.....	32
Tabla 6: Resultados de la prueba de correlación de spearman en el periodo diurno 07:01 - 09:00 am.....	35
Tabla 7: Resultados de la prueba de correlación de pearson en el periodo diurno 12:00 - 14:00 pm .....	36
Tabla 8: Resultados de la prueba de correlación de pearson en el periodo diurno 18:00 - 20:00 pm. ....	36
Tabla 9: Escala de colores en relación al nivel de ruido.....	37
Tabla 10: Volumen de circulación registrado en las estaciones de monitoreo .....	64
Tabla 11: Resultados de la prueba de normalidad de la variable Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT). ....	80
Tabla 12: Resultados de la prueba de normalidad de la variable tránsito vehicular .....	82
Tabla 13: Resultados de la Prueba de correlación de spearman en el periodo diurno 07:01 - 09:00 am.....	86
Tabla 14: Resultados de la prueba de correlación de pearson en el periodo diurno 12:00 - 14:00 pm .....	86
Tabla 15: Resultados de la prueba de correlación de pearson en el periodo diurno 18:00 - 20:00 pm. ....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano de Zonificación del Distrito de Santiago de Surco.....	62
Anexo 2: Resultados del conteo de tránsito vehicular .....	64
Anexo 3: Análisis de la composición del tráfico vehicular en la zona comercial vecinal .....	66
Anexo 4: Análisis de la composición del tráfico vehicular en la zona comercial metropolitano .....	71
Anexo 5: Análisis de la composición del tráfico vehicular en la zona comercial zonal.....	74
Anexo 6: Análisis estadístico de los resultados del monitoreo.....	80
Anexo 7: Certificados de Calibración .....	90
Anexo 8: Registros Fotográficos .....	97

## 1. RESUMEN

En la presente investigación se evaluó los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en las distintas zonas comerciales como: Comercial Vecinal (CV), Comercial Metropolitano (CM) y Comercial Zonal (CZ) del distrito de Santiago de Surco, para ello se llevó a cabo un monitoreo de ruido ambiental conformado por treinta puntos de monitoreo distribuidos en las distintas zonas comerciales, además, se realizó un conteo vehicular y se elaboró un mapa de ruido en la zona en mención. Los datos finales del monitoreo de ruido ambiental indican que, entre los 30 puntos de monitoreo distribuidos en toda la zona comercial, el nivel de presión sonora de 10 puntos de monitoreo supera el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de ruido. Asimismo, los mayores niveles de presión sonora registrados fueron en la Zona Comercial Zonal esto debido a que son avenidas con vías de acceso directas a los mercados lo cual genera mayor flujo y congestión vehicular. Debido a ello se plantearon medidas de mitigación con el objetivo de reducir los niveles de ruido ambiental en todas las áreas afectadas.

Palabra clave: Ruido, Santiago de Surco, Mapa de ruido, Zonas Comerciales, Tránsito Vehicular.

## 2. ABSTRACT

In the present investigation, the sound pressure levels generated by vehicular traffic in the different commercial zones such as: Comercial Vecinal (CV), Comercial Metropolitano (CM) and Comercial Zonal (CZ) of the Santiago de Surco district were evaluated. carried out monitoring of environmental noise made up of thirty monitoring points distributed in the different commercial areas, in addition, a vehicle count was carried out and a noise map was prepared in the aforementioned area. The final data from environmental noise monitoring indicates that, among the 30 monitoring points distributed throughout the commercial area, the sound pressure level of 10 monitoring points exceeds the National Environmental Quality Standard for noise. Likewise, the highest levels of sound pressure recorded were in the Zonal Commercial Zone, due to the fact that they are avenues with direct access roads to the markets, which generates greater flow and vehicular congestion. As a result, mitigation measures were proposed with the aim of reducing environmental noise levels in all affected areas.

Key word: Noise, Santiago de Surco, Noise map, Shopping areas, Vehicular traffic.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con el estudio de mediciones de ruido ambiental efectuado en el 2016 en la ciudad de Lima y Callao específicamente en los 49 distritos que los conforman, los resultados del nivel de ruido obtenidos superaron los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en la mayoría de los casos. (OEFA, 2016). Asimismo, uno de los fundamentales problemas ambientales del distrito de Santiago de Surco es la contaminación sonora causada por el tráfico de automóviles. Según un estudio de la OEFA titulado “ La Contaminación Sonora en Lima y Callao” realizado en el 2016 indicó que la zona comercial del distrito de Santiago de Surco es uno de los que mayor nivel de ruido ambiental presenta, esto se debe al aumento en la cantidad de automóviles y las actividades diarias de las personas que se hospedan en estas áreas. Esta situación ha provocado una serie de consecuencias negativas con relación a la salud de la población y al crecimiento de sus actividades. Debido a ello, las entidades locales medioambientales realizaron campañas contra la contaminación sonora en el distrito de Santiago de Surco realizando mediciones de ruido en las avenidas más concurridas y haciendo recorridos en algunas calles con la finalidad de concientizar a las personas sobre este problema (OEFA, 2016). Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio de ruido ambiental específicamente en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco, Esto limita el manejo del ruido ambiental y pone en peligro el bienestar de los comerciantes que trabajan en esta zona comercial.

Por todas estas razones, se consideró importante desarrollar este estudio para ayudar a estimar el ruido ambiental producido por el tránsito vehicular en las distintas zonas comerciales e implementar estrategias para evitar la contaminación sonora provocada por las distintas fuentes que originan este contaminante en el distrito de Santiago de Surco (Lima-Perú).

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. SONIDO

Jaramillo (2007) define el sonido como el cambio en la presión atmosférica producido por oscilaciones de partículas a través de las cuales las ondas sonoras se propagan longitudinalmente. Para que se genere el sonido es indispensable que existan tres elementos: el primero debe ser quien genere una onda mecánica, un medio apto de esparcir la onda mecánica generada y sobre todo un oyente que sienta la perturbación auditiva.

#### 4.1.1. Transmisión del sonido

Harris (1995) indica que para que se transmitan el sonido es necesario 3 componentes indispensable los cuales siempre presentan una relación entre ellos.

**Figura 1**

*Diagrama de la transmisión del sonido*



**FUENTE:** Harris, 1995

### 4.2. RUIDO

En 1972 se celebró la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente de Estocolmo organizada por Naciones Unidas, uno de los principales puntos a considerar fue la declaración del ruido como contaminante. De hecho, debido a que el ruido puede dañar la salud de las personas, causar malestar y enfermedades, tiene sentido llamar al ruido un contaminante y, en consecuencia, hablar sobre la contaminación sonora (González, 2011).

#### 4.2.1. Fuentes Generadoras de Ruido

Chávez, M. (2006) opina que las principales fuentes generadoras de ruido son originadas por el crecimiento poblacional y esto involucra las distintas actividades del ser humano como las actividades de construcción, actividades industriales, aumento del tráfico, entre otras. En consecuencia, de ello pueden ocurrir daños irreparables a la vida y la salud humana, con consecuencias crónicas llegando a perder la audición (Esteban, 2003). Debido a ello es importante identificar las principales fuentes generadoras de ruido ya que controlarlos y supervisarlos se ha convertido en un trabajo arduo tanto para los gobiernos locales, provinciales y hasta para las mismas entidades encargadas del estado (OEFA, 2016).

**a) Clasificación de las fuentes generadoras de ruido**

Actualmente existen distintos tipos de fuentes generadoras de ruido como por ejemplo ferrocarriles, obras civiles y hasta los mismos fenómenos meteorológicos. Sin embargo, todo este análisis muestra que las flotas de vehículos son una de las principales fuentes de ruido. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022) el tránsito vehicular a nivel nacional aumentó un 8,7% en el año 2022, y debido al incremento de vehículos este es considerado una de las principales fuentes generadoras de ruido afectando así la salud de la población.

Sánchez, C. (2020) señala que la principal fuente de emisión de ruido proviene de las flotas de vehículos los cuales producen aproximadamente 80% del ruido, el 10% de las distintas obras realizadas por las actividades humanas y el 10% por el ocio nocturno los cuales varían dependiendo el día, hora y lugar en donde se genere el ruido.

### 4.3. CONTAMINACIÓN SONORA

Asociado al nivel de ruido presente en el ambiente, provocando molestias, riesgos, lesiones y efectos en la salud o que implique un impacto significativo en el medio ambiente. (DS N° 085-2003-PCM).

Por otro lado, puede definirse como ruido o vibración en el ambiente, sin importar que tipo de emisor acústico se produzca, implicando alguna causa de incomodidad, riesgo, daño a las personas o que tenga efectos significativos e impactos en el medio ambiente (Jens et al., 2013).

#### 4.3.1. Control de la contaminación sonora

El control de ruido es un trabajo en conjunto de las diferentes instituciones del país por ende es recomendable intervenir en tres puntos claves: reducción o mitigación del ruido en la fuente emisora, interrupción en la vía de transmisión y sobre todo en la protección del receptor (Armando, 2006)

En la ciudad de Lima las instituciones encargadas de aplicar medidas de control ante la contaminación sonora aplican la misma estrategia recomendada por el OEFA las cuales son las siguientes:

- ✓ **Control de las fuentes emisoras de ruido.**

Con respecto a los ruidos generados en un ambiente exterior los métodos más efectivos que se aplican son sobre las fuentes generadoras por tal motivo se aplica distintas técnicas como la optimización del funcionamiento de las máquinas y motores, la modificación de diseños y tecnologías, Por otro lado, también es posible reducir las molestias limitando la velocidad de circulación de los vehículos de transporte y/o ampliando las zonas peatonales (OEFA, 2016).

✓ **Campañas de monitoreos y concientización de Ruido**

En el caso de las campañas de monitoreos estas se encuentran a cargo principalmente del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) la cual mediante la Dirección de Evaluación implementa y evalúa puntos de monitoreos de manera aleatoria en la ciudad de Lima con el objetivo de obtener datos que puedan ser comparados con campañas anteriores pero sobre todo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido, con ello ayuda a complementar información con las autoridades municipales para que, de acuerdo a sus objetivos, apliquen las medidas preventivas y de control a las fuentes generadoras de ruido (OEFA, 2016). Por otro lado, se encuentran las campañas de concientización de ruido realizadas por las diferentes municipalidades de la ciudad de Lima, en donde se busca reducir las fuentes generadoras de este contaminante aplicando estrategias como: firmas de actas con las empresas de transporte, marchas en zonas transitadas y con alta concentración de ruido, repartiendo folletos con descripciones importante sobre la contaminación sora, entre otros (Grandez, 2019).

#### **4.4. MEDICIÓN DE RUIDO**

##### **4.4.1. Sonómetro**

De acuerdo a la Resolución Ministerial N°227-2013-MINAM define al sonómetro como un dispositivo estandarizado para estimar los niveles de presión sonora. Este instrumento es uno de los más utilizados porque, además de recolectar la señal, también tiene la función de ponderar la señal según la sensibilidad del oído humano. Estos pueden ser de distintos tipos los cuales son los siguientes:

- ✓ **Tipo 0:** Son comúnmente usados en laboratorios con el objetivo de obtener niveles de referencia
- ✓ **Tipo 1:** Estos tipos de sonómetros son de gran precisión
- ✓ **Tipo 2:** Son utilizados para mediciones más generales en campo
- ✓ **Tipo 3:** Estos tipos de sonómetros son los menos recomendables de usar ya que son los menos precisos lo que solo permite realizar mediciones aproximadas.

#### 4.4.2. Nivel de presión sonora (NPS)

Para poder definir el nivel de presión sonora, MINAM (2011) indica que “el nivel de presión sonora es más o menos veinte veces el logaritmo de la correlación entre la presión de referencia y la presión sonora” (p.4); lo cual confirma una relación directa entre ambas variables.

#### 4.4.3. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq}$ )

La definición de nivel de presión sonora tiene distintas definiciones. MINAM (2011), la entidad relacionada a este tema indica que:

Es el nivel de presión sonora constante percibido durante el mismo intervalo de tiempo, tomando la expresión (A) conteniendo la misma energía total que le sonido medido, asimismo, esto se puede definir por la siguiente fórmula:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right] \text{ [dB]}$$

Dónde:

**$P_A(t)$ :** Presión sonora instantánea con ponderación A

**$P_0$ :**  $2 \cdot 10^{-5}$  (N/m<sup>2</sup>)

**T:** Periodo de la medición

#### 4.5. MARCO LEGAL

##### 4.5.1. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

###### Decreto Supremo N°085-2003-PCM.

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del Ruido es una herramienta de gestión ambiental prioritaria para ordenar y planificar el control de la contaminación acústica con los objetivos principales de mantener la salud, promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la población. Asimismo, señala las principales medidas de control de la gestión ambiental del ruido, como la aplicación de planes de acción y sanciones correspondientes a provincias y distritos. (DS N° 085-2003-PCM).

El Anexo N°1 del presente decreto, muestra los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido.

**Tabla 1**

*Estándares de Calidad Ambiental para ruido*

Zonas de Aplicación	Horario Diurno	Horario Nocturno (10:01
	(07:01 am a 10:00 pm)	pm a 07:00 am)
Zonas de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Decreto Supremo N°085-2003-PCM

##### 4.5.2. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental Resolución Ministerial

###### N°227-2013-MINAM

El Ministerio de Medio Ambiente, a través de su Dirección General de Calidad Ambiental, ha elaborado una propuesta de Protocolo de Monitoreo de Ruido Ambiental que define los indicadores básicos para describir el ruido ambiental y también proporciona métodos, técnicas y procedimientos para realizar

mediciones de ruido y monitorear resultados. La verificación se realiza de acuerdo con las normas de calidad ambiental de ruido vigentes. En la sección Métodos de este protocolo, se indican los pasos correspondientes que se deben seguir para un adecuado monitoreo del ruido a partir de la calibración del dispositivo, reconocer las fuentes de ruido, ubicación de los diferentes puntos de monitoreos y el procedimiento correcto para la instalación de los sonómetros.

#### **4.5.3. Ordenanza Municipal N° 611-2019-MSS**

La ordenanza municipal del distrito de Santiago de Surco N°611-2019-MSS aprueba el cuadro de incumplimiento y sanciones administrativas. La prevención y medidas provisionales de la presente ordenanza están bajo la supervisión de la Subgerencia de Fiscalización y Coactiva Administrativa.

### **5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo general de la investigación es evaluar los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en horarios diurnos medidos en las distintas zonas comerciales (vecinal, zonal y metropolitano) en el distrito de Santiago de Surco (Lima). A partir de este se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Medir los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en los horarios diurnos en 30 puntos de monitoreo en las distintas zonas comerciales (vecinal, zonal y metropolitano) en el distrito de Santiago de Surco.
- Elaborar el mapa de dispersión de ruido mediante la triangulación con interpolación lineal.
- Comparar los datos obtenidos en la medición de los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en los horarios diurnos en 30 puntos de

control con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para ruido (DS N° 085-2003-PCM).

- Proponer estrategias de control que permitan reducir los problemas de contaminación sonora en los puntos de monitoreo que sobrepasen los valores establecidos de acuerdo con el ECA para ruido

## **6. HIPÓTESIS GENERAL**

El tránsito vehicular esta relacionado significativamente con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en el horario diurno en las zonas comerciales del Distrito de Santiago de Surco (Lima).

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL**

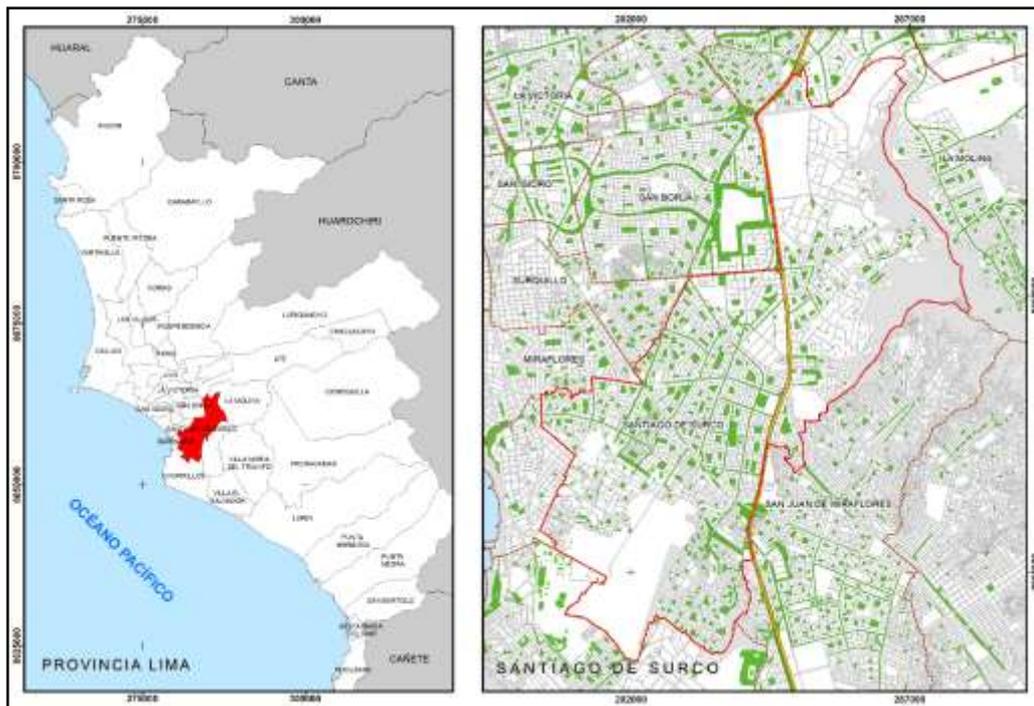
#### **7.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio**

El distrito de Santiago de Surco está ubicado en la provincia y departamento de Lima (Perú); limita por el Norte con el distrito de San Borja y Ate; al Este con el distrito de La Molina y San Juan Miraflores; al Sur con Chorrillos y Barranco; y al Oeste con Miraflores y Surquillo.

El área de estudio se ubica en toda la zona comercial del distrito de Santiago de Surco, abarcando una superficie de 1200 hectáreas. De acuerdo con la zonificación del área de estudio este ha sido clasificado como Zona Comercial Vecinal (CV), Comercial Metropolitano (CM) y Comercial Zonal (CZ).

#### **Figura 2**

### Ubicación de la zona de estudio



NOTA: El gráfico fue realizado en el programa ArcGis 10.1

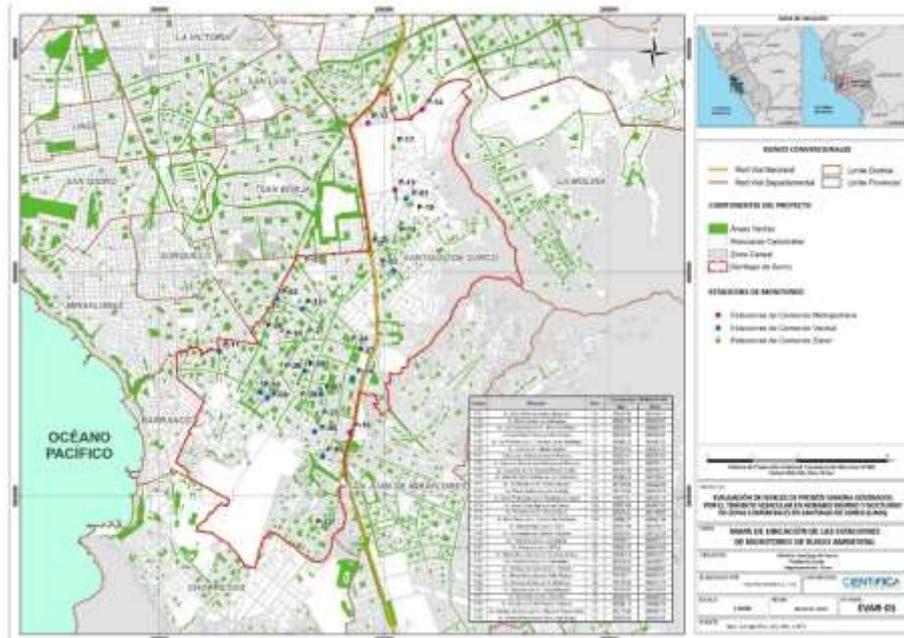
#### 7.1.2. Ubicación de los puntos de monitoreo

El estudio se llevó a cabo en las diferentes zonas comerciales (vecinal, zonal y metropolitana), identificadas en el mapa de zonación del distrito de Santiago de Surco. Asimismo, debido a que en este plano de zonificación las tres zonas comerciales tienen diferentes tamaños no se logró establecer puntos de monitoreo de manera equitativa para todas las zonas comerciales, sin embargo; con la finalidad de cubrir toda el área comercial se tomó como indicador principal las avenidas de mayor tránsito vehicular. Teniendo así 12 puntos de monitoreo para la zona comercial vecinal (CV), 14 puntos para la zona comercial zonal (CZ) y 4 puntos para la zona comercial metropolitana (CM), logrando así poder hacer una comparativa entre las distintas zonas comerciales en el distrito de Santiago de Surco.

Por otro lado, en cada punto de monitoreo se registraron las coordenadas UTM utilizando un equipo GPS Garmin Extrex 30, además se realizó tomas fotográficas en las ubicaciones exactas de los puntos monitoreados.

**Figura 3**

*Ubicación de los puntos de monitoreo*



NOTA: El gráfico fue realizado en el programa ArcGis 10.1

Asimismo, en la siguiente tabla se presentan los distintos puntos de monitoreos con sus respectivas coordenadas en UTM y sus distintas zonas de acuerdo con su clasificación.

**Tabla 2**

*Ubicación de los puntos de monitoreo en el distrito de Santiago de Surco*

Código	Ubicación	Coordenadas UTM <sup>1</sup>		Zona
		Este (m)	Norte (m)	
P-01	Av. Jirón el Polo con Calle El Boulevard	285,483	8,661653	CV
P-02	Av. Pedro Venturo con Intihuatana	282,616	8,659401	CV
P-03	Av. Las Casuarinas con Av. Alonso de	285,209	8,660041	CV
P-04	Jr. Ismael Bielich Flores con Monte Álamo	284,302	8,657629	CV

P-05	Av. Los Próceres con Jr. Francisco Javier	283,647	8,655883	CV
P-06	Av. El sol con Jr. Esteban Camere	283,453	8,656428	CV
P-07	Calle Loma Umbrosa con Loma Redonda	283,601	8,657265	CV
P-08	Av. Atunéz de Mayolo con Calle Lorenzo	283,224	8,657797	CV
P-09	Av. Ayacucho con Av. Mariscal Ramón	282,412	8,657202	CV
P-10	Av. Mariscal Ramón Castilla con Jirón los	282,246	8,657330	CV
P-11	Av. La Merced con Av. Simón Salguero	281,339	8,658218	CV
P-12	Av. Pedro Venturo con Jirón El Cádiz	283,165	8,659173	CV
P-13	Av. Javier Prado Este con Jr. República de	284,630	8,663333	CM
P-14	Av. Javier Prado Este con Los Tiamos	285,817	8,663646	CM
P-15	Av. El Derby con Av. Manuel Olgúin	285,239	8,661846	CM
P-16	Jr. Morro Solar con Jr. Loma de las	284,331	8,656406	CM
P-17	Av. Manuel Olgúin con Jr. Orión	285,200	8,662804	CZ
P-18	Av. La encalada con Calle Los Tulipanes	285,591	8,661522	CZ
P-19	Av. Primavera con Av. La Encalada	285,390	8,660723	CZ
P-20	Av. Primavera con Jr. El Polo	285,052	8,660518	CZ
P-21	Av. Alfredo Benavides con Av. Caminos	283,342	8,658319	CZ
P-22	Av. Guardia Civil con Jr. Vista Alegre	283,396	8,654255	CZ
P-23	Av. Santiago de Surco con Av. El Monte	283,536	8,656698	CZ
P-24	Av. Alfredo Benavides con Calle Aldabas	284,186	8,658347	CZ
P-25	Av. Caminos del Inca con Jr. Monterrey	283,161	8,660147	CZ
P-26	Av. Ayacucho con Av. Tomas Marsano	282,707	8,657756	CZ
P-27	Av. Benavides con Av. Higuiereta	283,231	8,658497	CZ
P-28	Av. Aviación con Calle Teodoro Valcárcel	282,345	8,658634	CZ
P-29	Av. Santiago de Surco con Av. Alejandro	283,186	8,657092	CZ
P-30	Av. Alfredo Benavides con Jirón Jorge	283,024	8,658443	CZ

1UTM: Universal Transverse Mercator

a: Comercial Vecinal (CV)

b: Comercial Zonal (CZ)

c: Comercial Metropolitano (CM)

### 7.1.3. Periodo y Tiempo de Monitoreo

Según el Protocolo Nacional Monitoreo de Ruido (Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM), los horarios se deberán de realizar en intervalos, según el volumen de

tránsito vehicular en el área de estudio. Debido a ello se consideraron tres intervalos de tiempo como hora punta dentro del horario diurno (Tabla 3) y los monitoreos se realizaron dentro de cada día de la semana (lunes a viernes).

Los monitoreos se realizarón desde el 27 de junio hasta el 01 de julio del 2022 dentro de un horario diurno, teniendo en cuenta tres tiempos de monitoreo según lo especificado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental.

El tiempo de medición para cada período de monitoreo fue de 15 min como se especifica en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. AMC N°031-2011-MINAM.

**Tabla 3**

*Periodos y horarios de medición*

Periodo	Día de semana (L-V)
I	07:01 am – 09:00 am
II	12:00 pm – 14:00 pm
III	18:00 pm – 20:00 pm

**7.1.4. Método de medición del Ruido Ambiental**

De acuerdo con lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (R.M. N° 227-2013-MINAM) y con referencia a la Norma Técnica Peruana ISO 1996-2:2008, se han desarrollado los siguientes procedimientos de monitoreo.

- Se utilizó un sonómetro de marca SOUND LEVER METER (SL-5868P) identificado con el N° de serie N941430. Este equipo fue adecuadamente calibrado previo a cada medición realizada, además, este equipo fue configurado en frecuencia “A” y ponderación “FAST”.
- Todas las mediciones se desarrollarán a 1.5 metros sobre el nivel del suelo.

- El sonómetro se coloca a 0.50 cm del cuerpo de profesional.
- El monitoreo no se realizó en presencia de fenómenos meteorológicos (lluvia y/o tormentas) que puedan alterar los datos obtenidos o dañar el equipo.
- El tiempo de cada medición fue de 15 min en cada periodo de medición.
- Se procedio a contar los vehículos concerniente a la vía principal donde se realizó el monitoreo.

## 7.2. MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Al monitorear el ruido ambiental, es importante tener en cuenta las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento), ya que pueden afectar el funcionamiento de los equipos de medición y la transmisión del sonido. Por tal motivo, Los datos meteorológicos se obtuvieron de la Estación de Calidad del Aire del Distrito de San Borja ubicada en las coordenadas UTM 281489 m Este, 8660628 m Sur, Datum: WGS 84 Zona 18L, su radio de representatividad se encuentra dentro de la zona de estudio.

### **Figura 4**

*Ubicación de la estación meteorológica*



NOTA: El gráfico fue realizado en el programa Google Earth 7.3

### 7.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR

El conteo vehicular se llevó a cabo al mismo tiempo en los puntos de monitoreo donde se realizó el monitoreo de ruido ambiental. Asimismo, se tomó como guía la Clasificación Vehicular del Reglamento Nacional de Vehículos (RD°4848-2006-MTC/15) perteneciente al Ministerio de Transporte y Comunicaciones:

- ✓ **Motos:** Considerado cualquier vehículo lineal de dos ruedas el cual es impulsado por un motor.
- ✓ **Mototaxis:** Se caracteriza principalmente por tener tres ruedas y es utilizado para transportes de cortas distancias.
- ✓ **Automóviles:** Se refiere a la categoría de vehículos que tienen cuatro ruedas utilizados para transportar un pequeño número de personas con menos de 8 asientos.
- ✓ **Camionetas:** Se emplea comúnmente para transportar personas o cargas livianas.

- ✓ **Microbús:** Tienen una capacidad de asientos que va de 10 a 16 asientos y utilizados comúnmente para el transporte de pasajeros
- ✓ **Ómnibus:** Diseñados específicamente para el transporte masivo de personas, mínimo 33 asientos.
- ✓ **Vehículos pesados:** Se refiere a aquellos que se utilizan para el transporte de cargas pesada.

#### 7.4. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Este fue realizado mediante la prueba de Spearman y Pearson en el programa SPSS. Asimismo, la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alterna ( $H_1$ ) planteada son las siguientes:

##### **Hipótesis:**

- ✓  $H_0$ : El Tránsito vehicular no tiene una relación significativa con el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco.
- ✓  $H_1$ : El Tránsito vehicular tiene una relación significativa con el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco.

Para interpretar la prueba hipótesis, Licla (2016) indica que “es importante determinar si los datos obtenidos siguen una distribución normal, ya que esto fundamental porque la elección de una prueba estadística paramétrica o no paramétrica se basa en el supuesto de normalidad” (p.44). Por tal motivo, mediante la prueba de Shapiro –Wilk se procedió a evaluar la normalidad de los datos.

En esta prueba se concluyó que los datos del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en las distintas zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco seguían una distribución normal en los tres periodos de evaluación y los datos de tránsito vehicular en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco, también se distribuyen de manera normal a excepción del periodo diurno 07:00 – 09:00 am (P1) los cuales no presentan una distribución normal.

Finalmente se realizó una prueba de correlación (Spearman - no paramétrica) en el periodo diurno de 07:00 a 09:00 am debido a que los resultados obtenidos no se distribuyen de manera normal y en el caso de los otros periodos los cuales si se ajustan a una distribución normal se realizó la prueba de correlación de Pearson (paramétrica). Por otro lado, la explicación completa de las pruebas de correlación se evidencian en el Anexo 6.

### **7.5. ELABORACIÓN DE MAPA DE RUIDO AMBIENTAL**

Con base en los resultados del monitoreo de ruido ambiental, se elaboraron mapas de ruido ambiental para las zonas comerciales de Santiago de Surco. Estos mapas se generaron a través del software ArcGis 10:1 y se empleó el proceso de interpolación Kriging. Los métodos utilizados para crear los mapas de ruido para las distintas áreas de estudio fueron:

- ✓ En una tabla dentro del software Excel se agregaron los resultados obtenidos del monitoreo, asimismo, se agregó las demás variables requeridas (Coordenadas de las estaciones en UTM y número de estaciones).
- ✓ Se importó la tabla de datos generado en el Excel al software Arcgis, además, agregándole así una capa en el sistema de proyección WGS 84 18 con el fin de evitar errores de proyección.

- ✓ En el programa Arcgis se utilizó la caja de herramientas de Spatial Analyst para usar la herramienta Interpolation y así emplear el método Kriging.
- ✓ En el mapa de ruido ambiental se estableció la tabla de colores especificado en la ISO 1996:1987, asimismo, se agregó elementos indispensables como: Mapa de ubicación, membrete, norte, Fecha de elaboración, entre otros.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

Se realizó desde el 27 de junio hasta el 01 de julio del 2022. En estas fechas se llegaron a registrar 30 lecturas por cada periodo de medición teniendo así un total de 90 lecturas de 15 minutos en todo el monitoreo, siguiendo siempre el Protocolo de monitoreo de ruido ambiental. Asimismo, una vez obtenido los registros de nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) se procedió a determinar el promedio de estos en cada punto de monitoreo. En la tabla 4 se puede apreciar Los resultados del monitoreo de ruido ambiental.

**Tabla 4**

*Resultados del monitoreo del ruido ambiental*

Código	Zona Comercial	Coordenadas UTM <sup>1</sup>		NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE (LAeq)			Promedio dB(A)
		Este (m)	Norte (m)	07:01 – 09:00	12:00 – 14:00	18:00 – 20:00	
P-01	CV	285,483	8,661653	62.7	62.4	63.2	62.8
P-02	CV	282,616	8,659401	70.8	70.9	70.5	70.7
P-03	CV	285,209	8,660041	63.1	60.4	62.2	61.9
P-04	CV	284,302	8,657629	61.2	56.7	57.3	58.4
P-05	CV	283,647	8,655883	62.8	63.5	61.7	62.7
P-06	CV	283,453	8,656428	63.8	66.1	59.6	63.2
P-07	CV	283,601	8,657265	56.5	59.4	56.2	57.4
P-08	CV	283,224	8,657797	63.0	63.4	58.2	61.5

P-09	CV	282,412	8,657202	69.6	69.5	67.7	68.9
P-10	CV	282,246	8,657330	68.0	67.7	64.5	66.7
P-11	CV	281,339	8,658218	67.6	69.2	67.6	68.1
P-12	CV	283,165	8,659173	62.8	62.3	61.2	62.1
P-13	CM	284,630	8,663333	71.6	70.6	74.7	72.3
P-14	CM	285,817	8,663646	71.2	70.4	69.7	70.4
P-15	CM	285,239	8,661846	69.7	67.8	70.5	69.3
P-16	CM	284,331	8,656406	69.6	68.8	69.8	69.4
P-17	CZ	285,200	8,662804	63.6	62.2	63.9	63.2
P-18	CZ	285,591	8,661522	63.8	63.8	65.0	64.2
P-19	CZ	285,390	8,660723	63.5	65.8	67.0	65.4
P-20	CZ	285,052	8,660518	74.8	73.4	72.9	73.7
P-21	CZ	283,342	8,658319	73.4	72.2	72.1	72.6
P-22	CZ	283,396	8,654255	69.8	67.5	67.1	68.1
P-23	CZ	283,536	8,656698	73.5	73.0	70.7	72.4
P-24	CZ	284,186	8,658347	72.8	68.6	69.3	70.2
P-25	CZ	283,161	8,660147	69.5	64.5	64.1	66.0
P-26	CZ	282,707	8,657756	75.7	76.3	74.3	75.4
P-27	CZ	283,231	8,658497	69.7	67.8	69.3	68.9
P-28	CZ	282,345	8,658634	72.6	69.6	68.6	70.3
P-29	CZ	283,186	8,657092	71.1	72.0	70.8	71.3
P-30	CZ	283,024	8,658443	70.8	69.6	67.4	69.3

NOTA: En el gráfico los Niveles de Presion Sonora Continuo Equivalente resaltados en color rojo son lo que superan el ECA ruido. Todas las mediciones realizadas en los distintos puntos de monitoreos fueron tomadas con un intervalo de tiempo de 15 minutos cada uno.

### 8.1.1. Variación diaria horaria

El siguiente gráfico muestra el cambio en el nivel de presión sonora a lo largo del tiempo para cada período de monitoreo.

Figura 5

Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 07:01 – 09:00 am

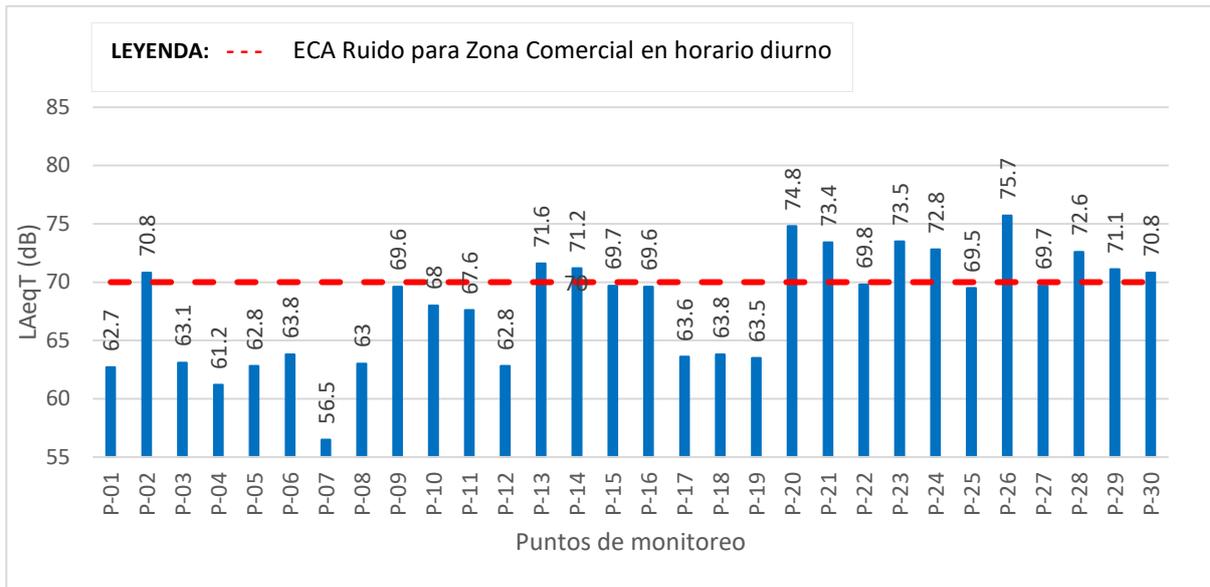


Figura 6

Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 12:00 – 02:00 pm

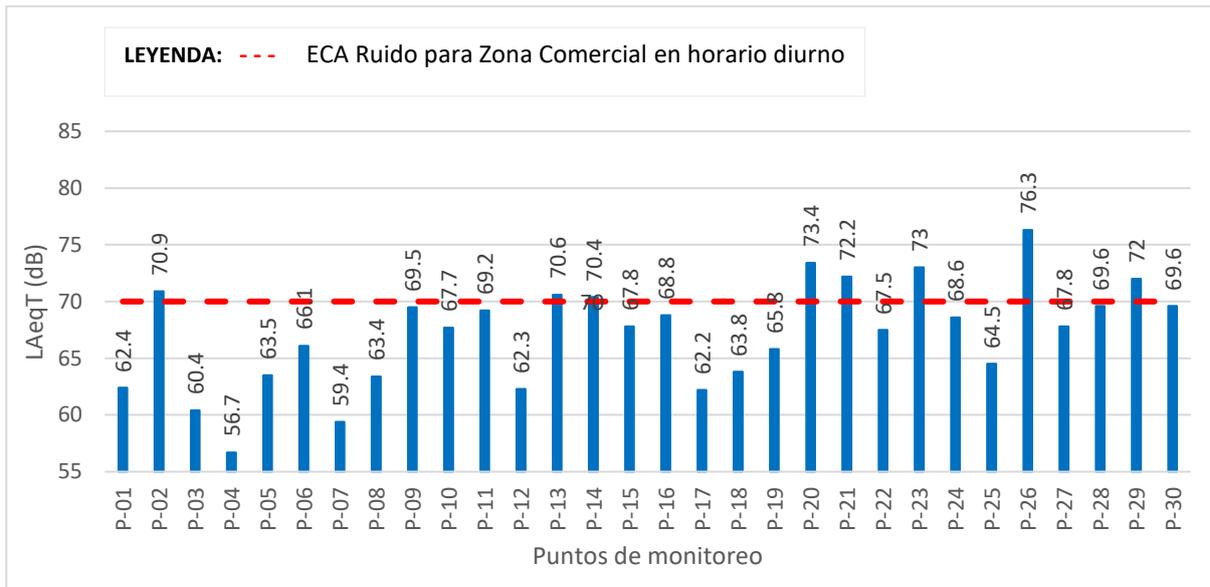
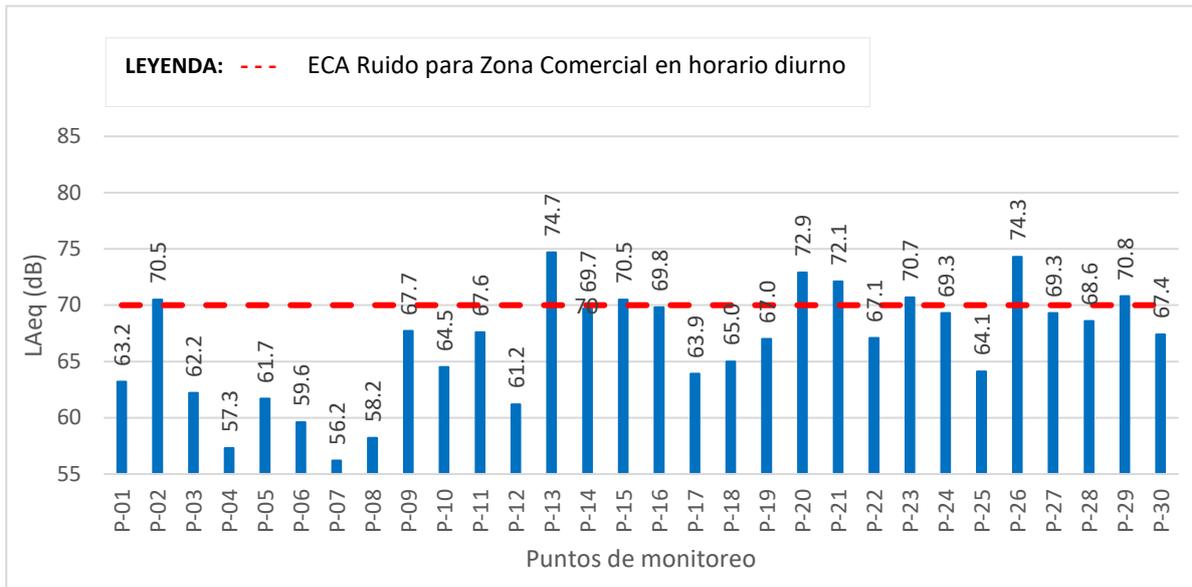


Figura 7

Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 18:00 – 20:00 pm

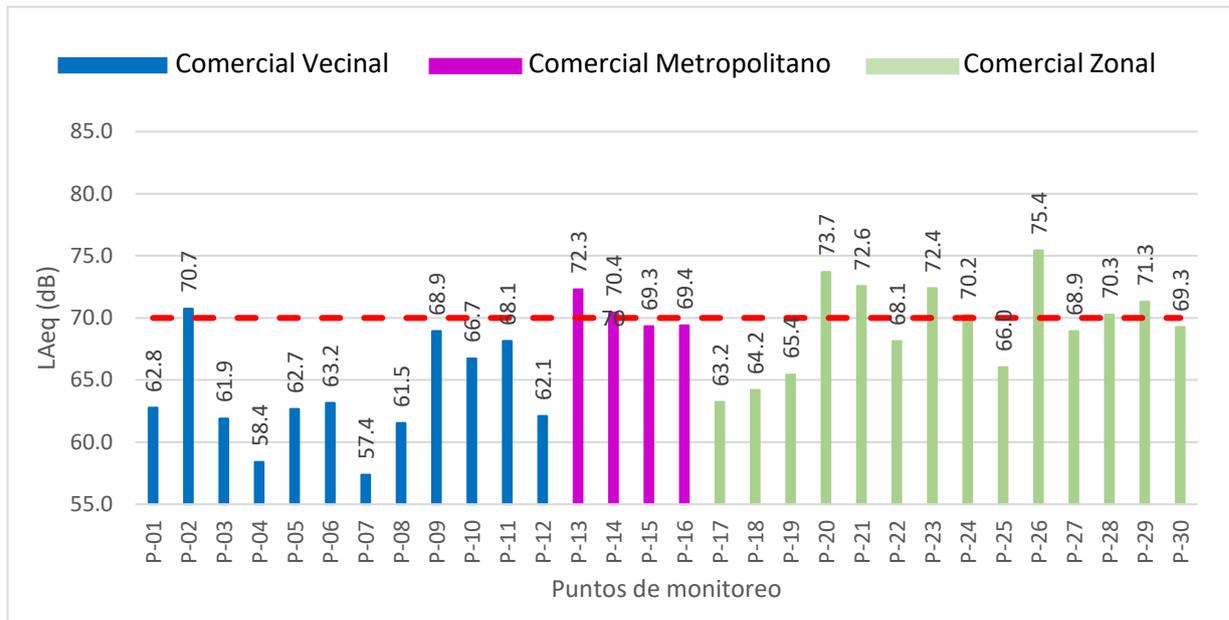


**8.1.2. Niveles de presión sonora promedio**

Los niveles más altos de presión sonora continua equivalente con ponderación A (LAeqT) promedio registrados en las distintas zonas comerciales fueron los siguientes: Comercial Vecinal (70.7 dB (A)) ubicado en el P-02, Comercial Metropolitano (72.3 dB (A)) ubicado en el P-13 y en la zona Comercial Zonal (75.4 dB (A)) ubicado en el P-26. Todos estos pertenecientes a las Avenidas Pedro Venturo, Javier Prado y Ayacucho respectivamente. Por otro lado, los niveles más bajos de presión sonora continua equivalente con ponderación A (LAeqT) se registraron en los puntos de monitoreo P-07 (57.4 dB(A)), P-04 (58.4 dB(A)) y P-08 (61.5 dB(A)) los cuales pertenecen a la Zona Comercial Vecinal (CV). En la siguiente gráfica se detalla la comparación de los niveles de presión sonora promedio medidos en las tres zonas comerciales comparadas con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

**Figura 8**

*Nivel de presión sonora promedio de las tres zonas comerciales comparadas con el ECA Ruido*



**8.2. MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

El monitoreo de las condiciones meteorológicas y el monitoreo del ruido ambiental en el área de estudio se realizan simultáneamente. (27, 28, 29,30 de Junio y 01 de Julio). La Tabla Nº 5 a continuación muestra un resumen de los resultados promedio diarios de temperatura ambiente, humedad relativa y velocidad del viento.

**Tabla 5**

*Condiciones meteorológicas en el área de estudio*

Parámetro	27 de Junio	28 de Junio	29 de Junio	30 de Junio	01 de Julio	Rango
Temperatura ambiental (°C)	16.3	15.6	16.7	16.0	16.5	15.6 – 16.5
Humedad relativa (%)	89.3	91.25	84.8	87.9	87.5	84.8 – 91.25
Velocidad del viento (m/s)	0	0.4	0.3	0.1	0	0 – 0.4

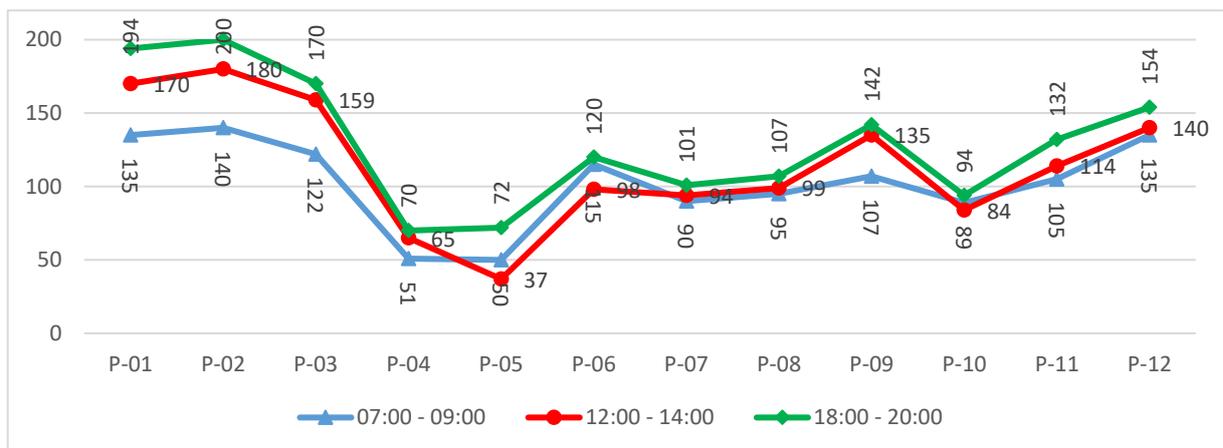
En la siguiente tabla se puede observar el rango mínimo y máximo de cada parámetro evaluado teniendo estos una amplitud no mayor a 7. Por consiguiente, al no existir una variación significativa estos parámetros no afectan los monitoreos de ruido realizados en el distrito de Santiago de Surco.

**8.3. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR**

Para determinar el volumen y composición del tráfico en las vías principales que conectan las diferentes zonas comerciales (CV, CM y CZ) en todos los puntos de monitoreo, se realizaron conteos de vehículos cada 15 minutos.. Estos fueron clasificados como motocicletas, mototaxis, microbuses, automóviles, camionetas y vehículos pesados. En la siguiente figura N° 9 se puede observar que los puntos de monitoreo (04 y 05) existe una variación significativa con respecto al volumen de circulación de vehículos, esto debido a que esos puntos de monitoreo se encuentran en Jirones angostos teniendo carriles de una sola vía por lo que la cantidad de vehículos es significativamente menor.

**Figura 9**

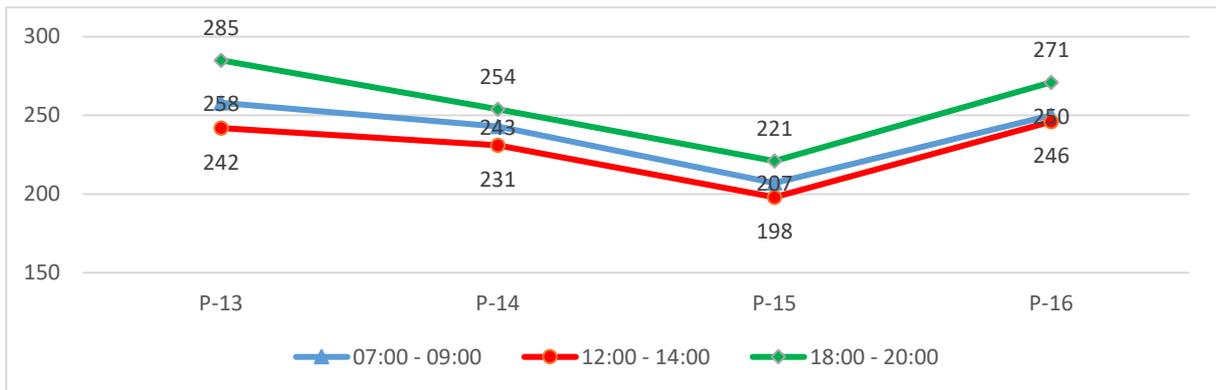
*Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Vecinal*



Por otro lado, el volumen de circulación en los puntos de monitoreo de la Zona Metropolitana es mayor en los P-13 y P-16 esto debido a que estos puntos de monitoreo se encuentran paralelos a las avenidas Javier Prado y Panamericana Sur respectivamente las cuales son unas de las avenidas más congestionadas de la zona de estudio.

**Figura 10**

Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Metropolitana



De la misma forma, en las áreas de estudio pertenecientes a la Zona Comercial Vecinal el volumen de circulación vehicular es significativo en el P-21 ya que se encuentra ubicado en la Av. Alfredo Benavides con Caminos del Inca, siendo esta una de las más congestionadas del distrito de Santiago de Surco.

Figura 11

Volumen de circulación de vehículos en la Zona Comercial Zonal

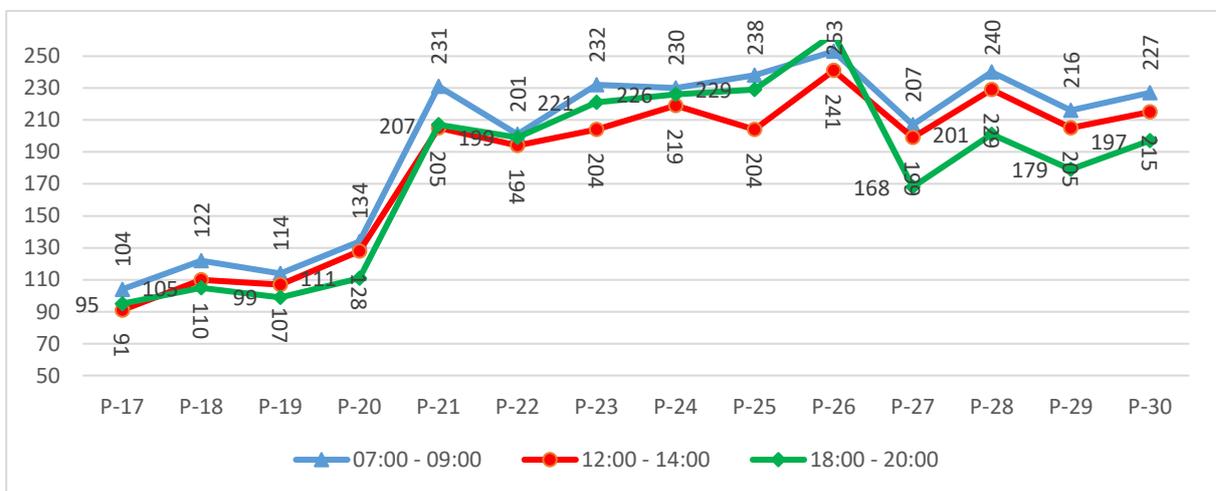
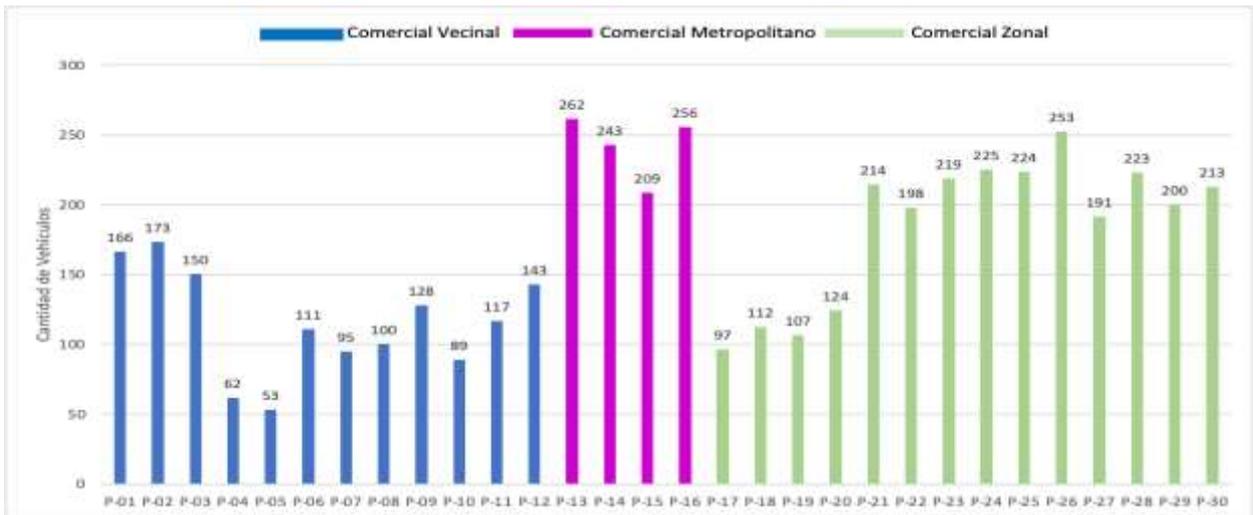


Figura 12

Volumen de circulación de vehículos promedio en las tres zonas comerciales (CV,CM,CZ)



Finalmente, de acuerdo a las figuras presentadas se puede concluir que la composición del tráfico vehicular varía en las tres zonas comerciales (CV, CM Y CZ), ya que presentan picos altos y bajos en los distintos puntos de monitoreo.

#### 8.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

En el primer caso se realizó la prueba de correlación de Spearman para el periodo 1 entre la variable de Ruido y Tránsito Vehicular los cuales los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 6**

*Resultados de la prueba de correlación de Spearman en el periodo diurno 07:01 - 09:00 am.*

Correlaciones		Ruido_P1	Tránsito_P1
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P1	Coeficiente de correlación	1.000	0.748**
	Sig. (bilateral) (P-valor)	.	0.000
	N	30	30
Tránsito vehicular – P1	Coeficiente de correlación	0.748**	1.000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	0.000	.
	N	30	30

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Por otro lado, en el segundo caso se realizó la prueba de correlación de Pearson en los periodos 2 y 3 con el único objetivo de precisar si existe una relación directa entre las variables de ruido y el tráfico de vehículos.

**Tabla 7**

*Resultados de la prueba de correlación de Pearson en el periodo diurno 12:00 - 14:00 pm*

Correlaciones		Ruido_P2	Tránsito_P2
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P2	Correlación de Pearson	1.000	0.626**
	Sig. (bilateral) (P-valor)		0.000
	N	30	30
Tránsito vehicular – P2	Correlación de Pearson	0.626**	1.000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	0.000	
	N	30	30

\*\* . La correlación significativa a 0.01 (bilateral).

**Tabla 8**

*Resultados de la prueba de correlación de Pearson en el periodo diurno 18:00 - 20:00 pm.*

Correlaciones		Ruido_P3	Tránsito_P3
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P3	Correlación de Pearson	1.000	0.674**
	Sig. (bilateral) (P-valor)		0.000
	N	30	30
Tránsito vehicular – P3	Correlación de Pearson	0.674**	1.000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	0.000	
	N	30	30

\*\* . La correlación significativa a 0.01 (bilateral).

Los resultados obtenidos muestran que el p-valor obtenido (0.00) es menor al nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), por tal motivo, se determinó que el tránsito vehicular está relacionado significativamente en el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco en los tres periodos de evaluación.

### 8.5. MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL

El mapa de ruido ambiental fue creado en Arcgis utilizando la técnica de interpolación Kriging. Se eligió un intervalo de 2 dB, se construyó una curva de nivel de presión sonora equivalente ponderada A continua de igual tono y se utilizó una escala de acuerdo con la norma ISO 1996:1987 para trazar el mapa de ruido. En la tabla N° 9 se muestra la escala de colores usado en los mapas de ruido ambiental.

**Tabla 9**
*Escala de colores en relación al nivel de ruido (ISO 1996-2:1987)*

Nivel de ruido (dB)	Color
56 – 58 dB	56 168 0
58 – 60 dB	86 184 0
60 – 62 dB	121 201 0
62 – 64 dB	161 219 0
64 – 66 dB	206 237 0
66 – 68 dB	255 255 0
68 – 70 dB	255 204 0
70 – 72 dB	255 153 0
72 - 74 dB	255 102 0
74 – 76 dB	255 51 0
76 – 78 dB	255 0 0

Figura 13

Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 07:01 am a 09:00 am

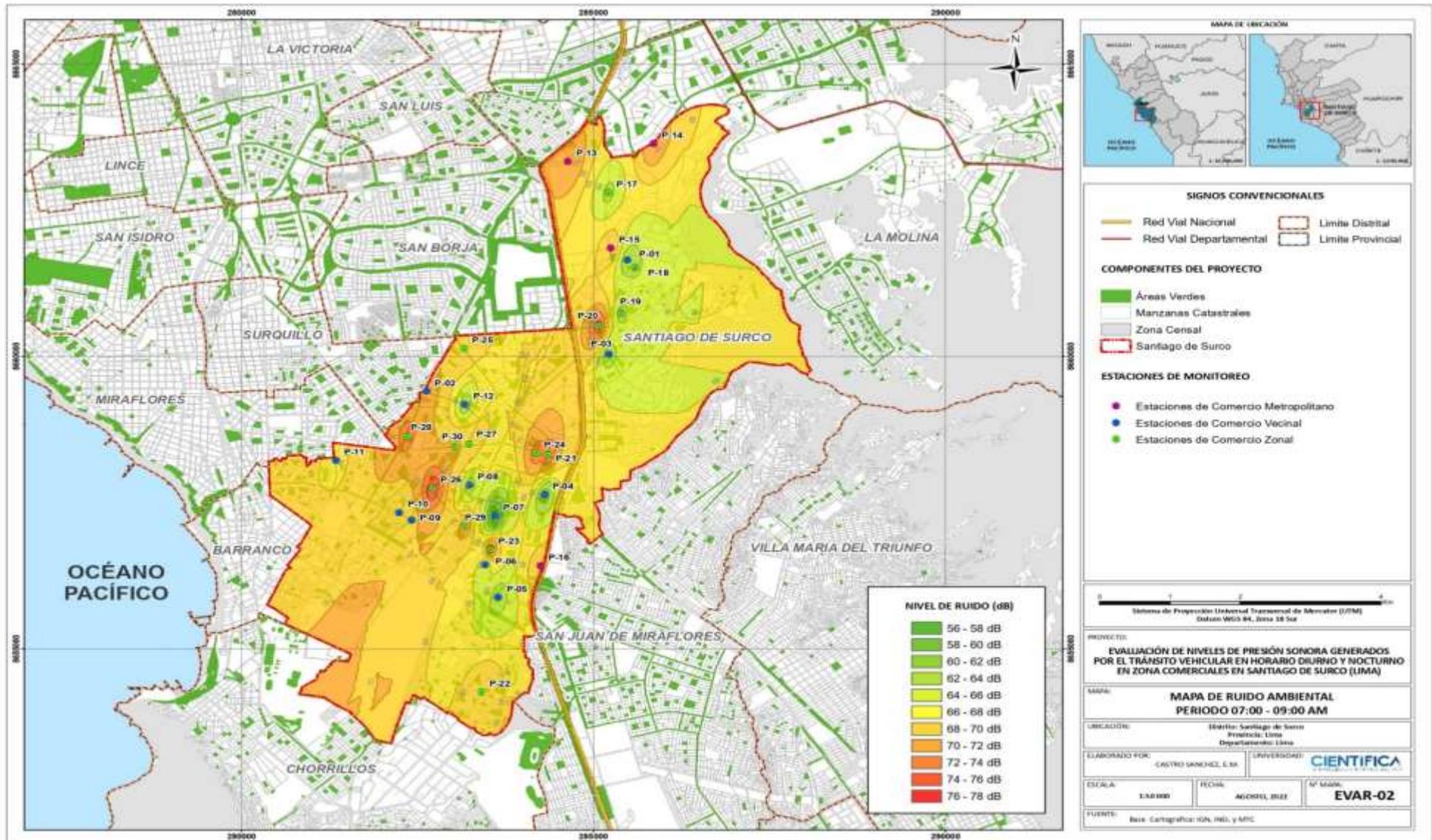


Figura 14

Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 12:00 pm a 14:00 pm

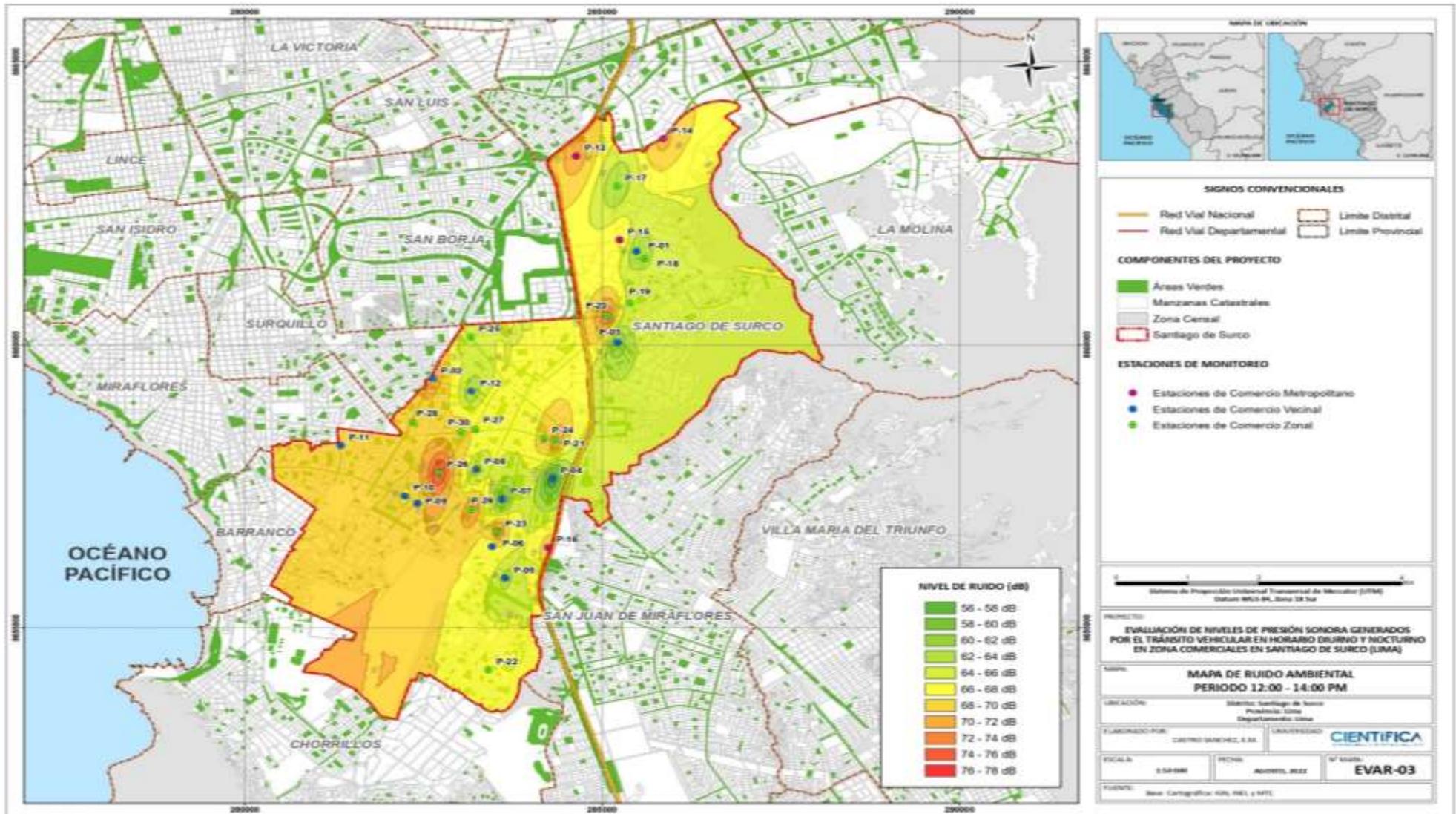
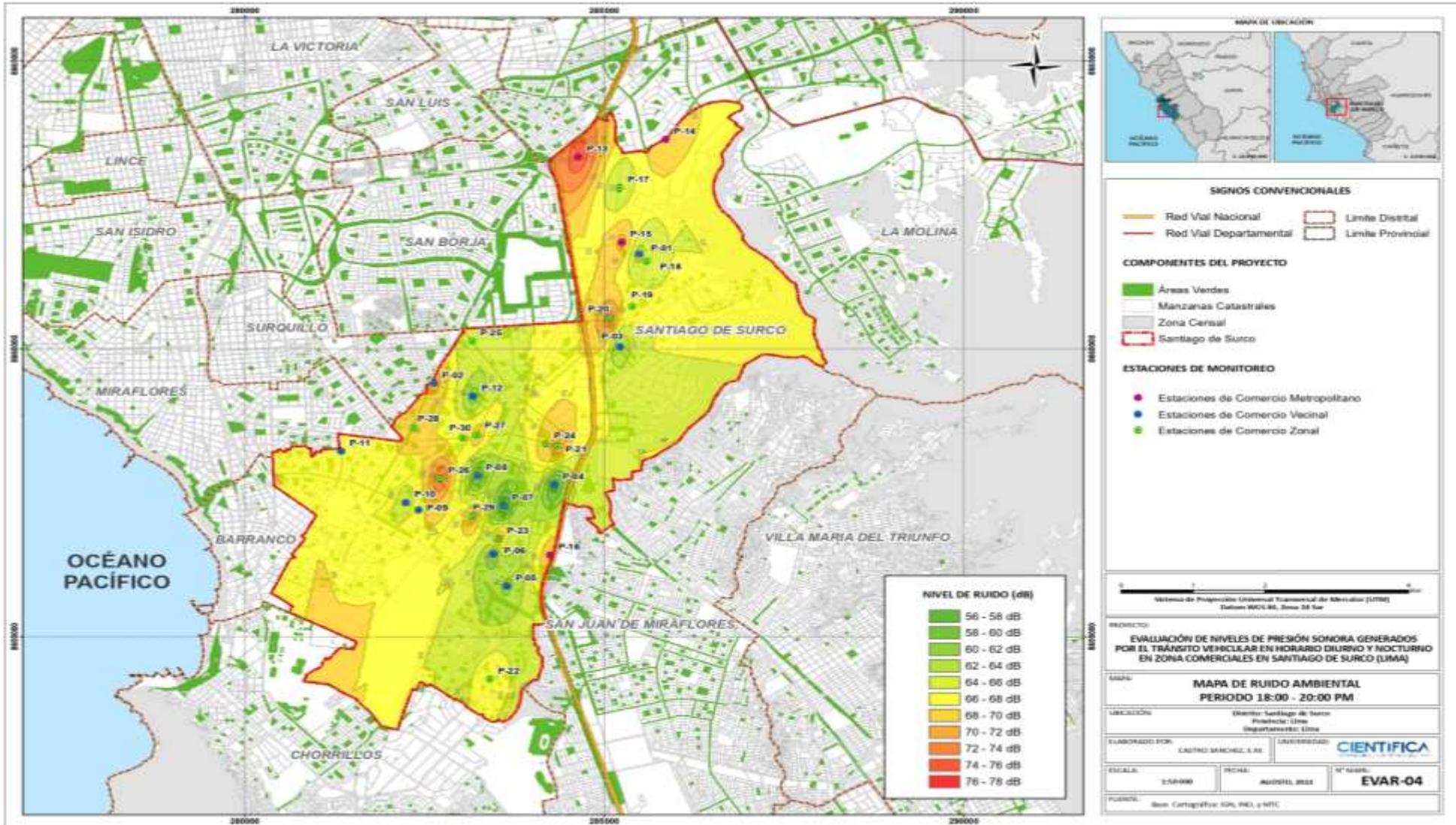


Figura 15

Mapa de ruido en las tres zonas comerciales en el periodo de 18:00 pm a 20:00 pm



## 9. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de los monitoreo mostrado en la tabla 04, se muestra que de un total de 90 puntos de monitoreo se obtuvieron valores del nivel de presión sonora que van desde los 56.2 dB hasta los 76.3 dB, estos resultados pueden ser interpretado por las actividades humanas, de acuerdo con lo vivido en campo y los estudios realizados por Sánchez (2020) donde indica que las fuentes emisoras de ruido mas importantes son provenientes del parque automotor, actividades humanas y el ocio nocturno. Por otro lado, de acuerdo a las gráficas (05,06 Y 07), se puede observar que los niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT) en el primer periodo de monitoreo de 07:01 am – 09:00 am oscilaron de 56.5 dB(A) (P-07) a 75.7 dB(A) (P-26). Los puntos de monitoreo donde se obtuvieron los datos más elevados son en P-26 (75.7 dB(A)), P-20 (74.8 dB(A)) y P-23 (73.5 dB(A)) los cuales perteneces a la clasificación de Zona Comercial Zonal (CZ). Asimismo en el periodo de monitoreo de 12:00 pm – 02:00 pm los niveles de presión sonora oscilaron entre 56.7 dB(A) (P-04) a 76.3 dB(A) (P-26) y en el periodo de 18:00 – 20:00 pm oscilaron entre 56.2 dB(A) (P-07) a 74.7 dB(A) (P-13). Por lo tanto, se compara el nivel de ruido ambiental según el ECA ruido de este estudio con el de Laysa (2017), el cual concluyó que el nivel de presión sonora en 10 puntos monitoreados es de 72.4 a 76.3 superando así la ECA ruido en la zona comercial durante el día. Por otro lado, el nivel máximo de presión sonora en el estudio oscila entre 70,7 y 75,4 dB, es decir, en ambos estudios existen puntos de monitoreos que superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.

A su vez, este estudio compara los resultados del nivel de ruido en relación del volumen de tráfico con el estudio de Layzy (2017), el cual demuestra que hay una correlación directa entre el nivel de presión sonora medido y la cantidad de vehículos registrados durante el monitoreo. Puesto que, se obtuvo un nivel de presión sonora de 72.4 dB para 546 vehículos circulados y un nivel de presión sonora de 76.3 para 1353 vehículos transitados. Por otro lado, de la misma manera en la presente investigación se concluyó que el flujo vehicular esta correlacionados directamente a los niveles de presión sonora todo esto de acuerdo a la pruebas de correlación (Pearson y Spearman) realizados a los resultados de la tabla 9,10 y 11. Además, teniendo en cuenta la investigación de Miyara (2000) donde considera el tránsito vehicular como objeto de estudio a la problemática de ruido ambiental se puede respaldar la correlación existente entre estas dos variables.

Los mapas de ruido presentan una escala de intervalos de 2 decibelios, como se muestra en las gráficas 12,13 y 14, las zonas donde presenta niveles más altos de presión sonora continua equivalente ponderado en A (LAeqT) se registrarán en la Av. Javier Prado, Av. Alfredo Benavides y Av. Santiago de Surco todos estos pertenecientes a la Zona Comercial Metropolitano y Zona Comercial Zonal. Según el análisis realizado, las curvas de isófonas en torno a estos tramos presentan mayoritariamente valores entre 72 y 76 dB(A) (tonos rojos). Asimismo, los altos niveles de ruido ambiental registrados en las avenidas antes mencionadas son producto de la gran densidad y congestión vehicular, siendo estas vías los accesos principales a zonas comerciales como mercados y supermercados. Por ejemplo, a lo largo de la avenida Javier Prado se identifican zonas muy intensas de color roja lo cual representa niveles de presión sonora por arriba de los 75 dB(A) , esto debido en gran medida al congestionamiento vehicular que genera los automóviles y microbuses que

entran a esta avenida con dirección a los diferentes establecimientos comerciales como el Jockey Plaza , Mega plaza y Sodimac, otro factor que contribuye a esto es la gran cantidad de estaciones informales de colectivos y taxis en toda la Javier Prado. Asimismo, otra zona con niveles de ruido superiores a 75 dB(A) se ubica en la intersección de la Avenida Ayacucho y la Avenida Tomás Marsano, los mayores niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (LAeqT) en este lugar se debe a la congestión vehicular generado principalmente por el semáforo ubicado en dicho cruce y sobre todo por la proximidad que existe entre el punto de monitoreo y las vías férreas del metro de Lima (Línea 1) lo cual genera gran cantidad de ruido al pasar por la zona de estudio. Por otra parte, como se puede apreciar en los distintos mapas de ruido generados de acuerdo a los monitoreos realizados e independientemente de los periodos de monitoreo las zonas donde se superan los niveles de presión sonora de acuerdo a los establecido en el DS N°085-2003-PCM son siempre las mismas presentando valores entre 72 dB(A) y 76 dB(A) respectivamente.

Por otro lado, como ya se mencionó la municipalidad de Santiago de Surco tiene dos ordenanzas N° 611 y 632, las cuales prescriben normas de control y prevención de ruidos. Sin embargo, se considera que en su gran mayoría estas medidas no son aplicadas por la municipalidad y mucho menos obedecidas por el ciudadano ya que se ha observado que los conductores usan la bocina de forma inadecuada, lo cual incrementa el nivel de ruido en todas las zonas comerciales del distrito.

Finalmente, el propósito principal de este estudio es identificar los niveles de ruido actuales en diversas zonas comerciales de Santiago de Surco comparando los niveles de presión

sonora con el ruido de ECA y encontrando relación con el tráfico vehicular registrado en los puntos de monitoreos y los resultados de presión sonora en dichos puntos logrando así demostrar mediante los análisis estadísticos ya mencionados que si hay una relación directa entre ambas variables. Sin embargo, a pesar de estos hallazgos, hay otras preguntas sin resolver en el estudio como: ¿La plantación de árboles reduce significativamente los niveles de presión sonora? , ¿El hábito de los conductores de transporte está correlacionado con el nivel de ruido que estos pueden generar?. Debido a ello, se considera importante mencionar que estas preguntas pueden ser iniciativas para otros estudios de ruido ambiental en la zona de Santiago de Surco, tomando en cuenta sus otras zonas (residencial, recreativa, industrial, etc) según su mapa catastral.

## 10. CONCLUSIONES

1. Las mediciones realizadas en los puntos de monitoreo 20 (Av. Primavera con Jr. El Polo), 21 (Av. Alfredo Benavides con Av. Caminos del Inca) y 26 (Av. Ayacucho con Av. Tomas Marsano) pertenecientes a la zona Comercial Zonal (CZ) presentarán los más altos niveles de presión sonora registrados en los tres periodos de monitoreos, superando también el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido en la zona comercial en horario diurno.
2. Los niveles de presión sonora con lecturas más bajas fueron identificados en los puntos de monitoreo 04 (Jr. Ismael Bielich con Monte Álamo), 07 (Calle Loma Umbrosa con Loma Redonda) y 08 (Av. Atunez de Mayolo con Calle Lorenzo Rokovich) pertenecientes a la zona Comercial Vecinal (CV).
3. De los 30 puntos de medición distribuidos en todas las zonas comerciales, se puede concluir que 10 de ellos superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido.
4. De las tres zonas comerciales evaluadas (CV, CZ y CM) en el distrito de Santiago de Surco, la zona Comercial Zonal es en donde se registró mayores niveles de presión sonora, esto a causa de que en su mayoría de casos existen avenidas directas a los mercados lo cual genera mayor flujo y congestión vehicular.
5. El flujo vehicular se relaciona significativamente con el nivel de presión sonora obtenido del monitoreo en las diferentes áreas comerciales del distrito de Santiago de Surco, todo con base en la prueba de correlación de Pearson y Spearman realizada en el presente estudio.

6. Los mapas de ruido generados en diferentes áreas comerciales y durante diferentes períodos de monitoreo produjeron niveles de presión sonora que oscilaron entre 56,0 dB(A) y 78,0 dB(A), además, las avenidas más extensas y coincidentes con la línea 1 del metro de Lima presentan los niveles de ruido más alto y las avenidas o calles coincidentes con parques en su gran mayoría registran los menores niveles de presión sonora.
  
7. Se brindan recomendaciones para reducir el ruido ambiental presentes en todas las áreas comerciales del Distrito de Santiago de Surco con el objetivo de proteger la salud y el bienestar de las personas que se encuentran en el ámbito de estudio. Siendo el tráfico vehicular la principal fuente de ruido, se han propuesto diversas medidas de prevención y mitigación de esta fuente, tales como: La implementación de cortinas verdes para reducir la contaminación de ruido ambiental, campañas de sensibilización e implementación de semáforos inteligentes, entre otros.

## 11. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones presentadas en la sección 10 de la presente estudio, se considera importante proponer estrategias de control para el ruido ambiental teniendo en cuenta las distintas áreas comerciales (CV,CM y CZ) evaluadas, puesto que los niveles de ruido en algunos puntos de monitoreo sobrepasan el ECA para Ruido. Debido a ello, se proponen las siguientes estrategias para el ruido ambiental:

- Se recomienda sembrar árboles que sirvan como una cortina verde los cuales tengan la características necesarias para reducir el ruido producidos por los vehículos. Según un estudio realizado por la agencia de noticias Andina, el árbol llamado Casuarina tiene un enorme grosor de madera y hojas densas las cuales engloban el sonido de los vehículos (Pomacóndor, 2015).
- El distrito de Santiago de Surco mediante su municipalidad aprobó ordenanzas como el N° 611 y 632 las cuales exigen las sanciones monetarias (multas) a toda persona que genere algún tipo de ruidos nocivos o molestos. Asimismo, restringue estacionar y/o abandonar vehículos en zonas no autorizados, ya que esto genera mayor congestión vehicular y por ende mayor ruido en las principales vías de las zonas comerciales. Por tal motivo, se considera que ambas ordenanzas deben ser monitoreadas y aplicadas de acuerdo a Ley para así reducir y controlar la contaminación de ruido ambiental.
- Se propone mejorar el sistema de semaforización del distrito de Santiago de Surco implementando semáforos inteligentes. Este proyecto implementado ya en otros países como Alemania optan por la inteligencia artificial lo cual le permite a los

semáforos cerrarse y abrirse de forma inteligente y predictiva, esto es gracias a la cámara de alta resolución y al sensor de radar que capturan con mayor precisión la situación real del tráfico. Por ende, esto ayuda a establecer con mejor precisión y en tiempo real la cantidad de vehículos que esperan en una avenida, por lo cual, ayuda a mejorar el flujo del tráfico vehicular y a disminuir el ruido producido por estos vehículos.

- Se considera necesario realizar un programa de monitoreo constante de ruido ambiental en las distintas áreas comerciales del distrito de Santiago de Surco. Por ende, se propone evaluar dichas zonas y establecer puntos de monitoreos en zonas estratégicas con la finalidad de cubrir toda la zona indicada, teniendo en cuenta siempre el protocolo de monitoreo de ruido ambiental. Posteriormente, gracias a la información obtenida de estos monitoreos permitirá conocer la eficiencia de todas las estrategias de control para la mitigación de ruido ambiental.
- Se propone realizar boletines, afiches, avisos y demás medios de comunicación que consistan en informar los logros obtenidos a partir de las estrategias de control de ruido ambiental propuestas. Todo esto con el objetivo que todos tomemos consciencia de la gran problemática que es la contaminación de ruido ambiental.

Finalmente es importante entender que esta problemática no es algo que se solucione de un día a otro, esto es un proceso a mediano y largo plazo el cual necesita la colaboración de todos los autores desde las entidades públicas hasta la misma ciudadanía con el único objetivo de disminuir la generación de ruido ambiental y llevar así una mejor calidad de vida.

## 12. REFERENCIAS

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2009). Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental (ISO 1996-2). <https://www.iso.org/about-us.html>
- Aguilar, A.; Rodríguez, J., & Aguilar, M. (2001). Ruido ambiental y capacidad auditiva en estudiantes universitarios. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 21(4), 166–172. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(01\)76205-5](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(01)76205-5)
- Amanzo, I. (2013). Influencia de la contaminación sonora en la salud pública del poblador del cercado de Lima. *Revista de Investigación*, 3 (4), 47-59.
- Armando, G. (2006). La contaminación acústica: fuentes, evaluación, efectos y control. 1–4. [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/revista\\_VOL37-12\\_05\\_01.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/revista_VOL37-12_05_01.pdf)
- Avelino, M. (2015). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. <https://core.ac.uk/download/pdf/6674192.pdf>
- Babisch, W. (2002). The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise & Health*. 4, pp.1-11. <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2002/4/16/1/31833>  
[Último acceso: octubre 2015]
- Barrigón, M., Montes D., & Rey Gonzalo, G. (2016). A review of the measurement procedure of the ISO 1996 standard. Relationship with the European Noise Directive. *Science of The Total Environment*, 565, 595–606. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.207>

- Barry, C. y col. (1998). Economía y Medio Ambiente. McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A..  
 Santafé de Bogotá D.C., Colombia. 1.998. Tomo 3. Cap. 9. pág. 251.
- Berglund, B.; Lindvall, T. & Schwela, D. (s.f). Guía para el ruido urbano. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
- Bishop, D.E. (1973). Program for the measurement of environmental noise Department of Transportation. Washington, D.C.
- Cabrera, C. (2000). "Planteamiento y Gestión del Área Litoral de Chancay" Lima. Revista de Investigación. Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y Geografía. UNMSM. Editorial. UNMSM. Lima.
- Carmona, C; Félez, C. 2010. Tutorial de ruido y aspectos del sonido. Madrid, ES. McGraw-Hill. 178 p.
- Cattaneo, M.; Vecchio, R.; Sardi, M.; Navilli, L., & Scrocchi, F. (2010). Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires.  
[https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo\\_COINI\\_Cattaneo1.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COINI_Cattaneo1.pdf)
- Comisión Nacional de Medio Ambiente. (1997). Taller de Acústica, Talleres de Entrenamiento para Manejo de Contaminación Ambiental. Chile.
- Chávez, J. (2006). Ruido: Efectos sobre la salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos. Cienc Trab. abr-jun; 8(20):42-46).

Cohen, M. & Salinas, O. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. Ruido En La Ciudad, 32(1), 65-96.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-)

[72102017000100065](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065)

Cuenca (2011). El Sonido y sus definiciones. Facultad de Medio Ambiente, Peru, p.72.

De Esteban, A. (2003). Contaminación acústica y salud. Universidad Rey Juan Carlos. España.

Decreto Supremo N° 044. (1999). Programa Anual para Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

Decreto Supremo N° 085. (2013). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. El Peruano, 254090–254094. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H853324>

Delgadillo, C. (2017). Evaluación de Contaminación Sonora Vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2015. Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/505>

Dereck (1984). Introduccion a la estadistica. Analisis de Correlación, Bogotá,p.2.

Escobar, C., & División, J. (2016). Ruido y enfermedad cardiovascular. SEMERGEN - Medicina de Familia, 42(6), e65-e66. <https://doi.org/10.1016/j.semerng.2015.11.011>

Foraster, M. (2017). El ruido enferma y es un problema de salud pública. [https://elpais.com/elpais/2017/10/02/ciencia/1506943745\\_596305.html](https://elpais.com/elpais/2017/10/02/ciencia/1506943745_596305.html)

Gamero Motta, H. G. (2020). Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica. Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente, (5), 107-142. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202001.004>

Gandía, S. 2003. Curso de contaminación acústica. Facultad de Física, Dpto. de Termodinámica. Universidad de Valencia. <http://www.uv.es/~segarra/docencia/apuntes%20contam%20sonora/Cont%20Ac%20A3st%2003-04t.pdf>.

García, A. (2016). Evaluación de la contaminación acústica de la Zona Comercial e Industrial de la Ciudad de Tacna 2016. Universidad Nacional de San Agustín. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3107>

González (2009). Contaminación Sonora y Derechos Humanos. Investigación realizada por la defensoría del vecino de Montevideo-Uruguay

González, Z.; Peña, B.; Parra, F. & Velázquez, V. (2016). Contaminación por ruido en el centro histórico de Matamoros. 25(5), 20–27. <https://doi.org/10.15174/au.2015.819>

Gonzales., A. & Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, 35(137), 509-530. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009)

Gonzales, J. 2012. Evaluación preliminar del ruido generado por el tránsito de mototaxis en la provincia de coronel portillo para fines de desarrollo de un protocolo de Medición. Tesis Ing Ambiental. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 135 p.

Grandez, J. (2019). Niveles De ruido en alrededores de la estación Bayovar – Línea Uno Metro De Lima – San Juan De Lurigancho. Tesis para optar el grado de Título de Ingeniero Ambiental. Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.

Harris, Cyrril. 1995. Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 3 ed. Madrid, ES. Mc Graw Hill. 2500 p.

Hernández, O., Montero, G., & Rodríguez, E. (2019). Ruido y salud. Revista de medicina y medio ambiente, 48(4), 16-37.  
[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824).

Herrera, O., Serrano, S., & Vida, J. 2007. Empleo de una encuesta estandarizada para la valoración de la molestia por ruido ambiental. Proyecto piloto en la ciudad de Granada. Tecniacústica 38:1-6.

Hidalgo, N. (2017). Determinación del ruido ambiental nocturno y su efecto en la salud de los pobladores en la Av. Chimú – Zarate de San Juan de Lurigancho, 2017. Universidad César Vallejo. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22378>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2019). Población 2000 al 2015.

<https://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Provincia de Lima Compendio

Estadístico

2019

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf).

ISO 1996-2. Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2:

Acquisition of data pertinent to land use, 1987.

Jaramillo (2007). Definición del Sonido. Medio Ambiente, España, p.94.

Jens, P. Martinez, L., (2013). Contaminación Acústica y ruido. Ecologistas en acción, Madrid, p.13.

Jones, C., Amaya, C., Ardila, O., & Blanco, E. (2019). Análisis del comportamiento de las emisiones de Ruido en el sector Carrera 33, Municipio de Bucaramanga, Colombia, Aplicando el Programa Custic 3, 2 Advanced. The 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.430>.

Layza, M. (2017) Relación del tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora en vías de transporte público saturadas, Distrito de Trujillo: Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25057>

León, E.; Peltzer, P.; Lorenzon, R.; Lajmanovich, R., & Beltzer, A. (2019). Effect of traffic noise on *Scinax nasicus* advertisement call (Amphibia, Anura). *Iheringia. Série Zoología*, 109(0). <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2019007>.

Licla, L. (2016). Evaluación y percepción social del ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en la zona comercial del distrito de Lurín (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima-Perú.

Martin, B; Tarrero, A; Rodríguez, T; Sorribas, R. 2003. Elaboración de la encuesta y elección de la muestra para el estudio psicosocial de la molestia ocasionada por el ruido. *Tecnicústica* 34:1-6.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2011. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. AMC No 031-211-MINAM/OGA.

Ministerio del Ambiente. (2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima.

Miyara, F. (2000). Modelización del Ruido del Tránsito Automotor. Rosario: Biblioteca virtual de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Morales Pérez, J. (2009). Estudio de la Influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. [http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER\\_MORALES\\_PEREZ.pdf](http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER_MORALES_PEREZ.pdf).

Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2007 Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación. 11 de enero de 2007.

Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2008 Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. 11 de enero de 2008.

Ordenanza N° 611 (2019). Cuadro de infracciones y sanciones administrativas de la Municipalidad de Santiago de Surco. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H591202>

Ordenanza N° 632 (2020). Prohibición del estacionamiento y abandono de vehículos en lugares no autorizados o vías de uso público que afecten el libre tránsito en el distrito de Santiago de Surco y establece disposiciones para su remoción y sanción. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H594963>

Olague, C.; Wenglas, G.; José, L. & Duarte, G. (2016). Contaminación por ruido en carreteras de acceso a la ciudad de Chihuahua. (1), 101–115. <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v11n1/2007-7858-cuat-11-01-00101.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2016). Informe: La contaminación sonora en Lima y Callao.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Informe 2007-2012.

Pomácondor (2015). Conoce los árboles que pueden reducir la contaminación ambiental y sonora en Lima. Andina. *Agencia Peruano de Noticias*.

Resolución Ministerial N° 227 (2013). Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H1083617>.

Resolución Directorial N° 4848 (2006). Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H924138>.

Reyes, H. (2011). Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Sánchez, G. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3). <http://www.redalyc.org/html/2232/223240764012/>.

Sánchez, T. (2020). Contaminación sonora y percepción del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar grado de Magíster en Educación con mención en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Unidad de Posgrado, Facultad de Educación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021). Pronóstico de tiempo para Lima. <https://www.senamhi.gob.pe/?dp=lima&p=pronostico-meteorologico>.

- Solís, I. (2017). Influencia de la contaminación sonora en la salud pública del poblador del Cercado de Lima. *Paideia*, 3(4), 47–59. <https://doi.org/10.31381/paideia.v3i4.926>
- Tasilla, A. (2018). La contaminación acústica del sector transporte y sus consecuencias a la salud de la población del distrito de Cajamarca 2011 – 2015.
- Tito, E. (2017). Estimación De La Contaminación Acústica Por Ruido Ambiental En La Zona 8 C Del Distrito De Miraflores - Lima. Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2005>.
- Unidad Epidemiológica Red Lima. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Av. Javier Prado.
- Wissar, S. (2017). Influencia del ruido ambiental-ocupacional en la perturbación de los trabajadores del colegio Trilce de la ciudad de Huancayo durante el año 2015. Tesis para optar grado de Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Unidad de Pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Continental, Lima, Perú.
- Zenker, F., Althoma, M., & Barajas, J. (2001). La exposición a ruido por actividades de ocio en adolescentes. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 21(4), 173–180. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(01\)76206-7](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(01)76206-7).

### 13. ABREVIATURAS

CV: Comercial Vecinal

CM: Comercial Metropolitano

CZ: Comercial Zonal

NPS o  $L_p$ : Nivel de presión sonora

dB: Decibel

dB(A): decibeles en ponderación

OMS: Organización Mundial de la Salud

LPA: Nivel de presión Sonora ponderada

LAeq,T: Nivel de presión Sonora Continua Equivalente con ponderación A

UTM: Universal Transverse Mercator

ECA: Estándar de Calidad Ambiental

MINAM: Ministerio del Ambiente

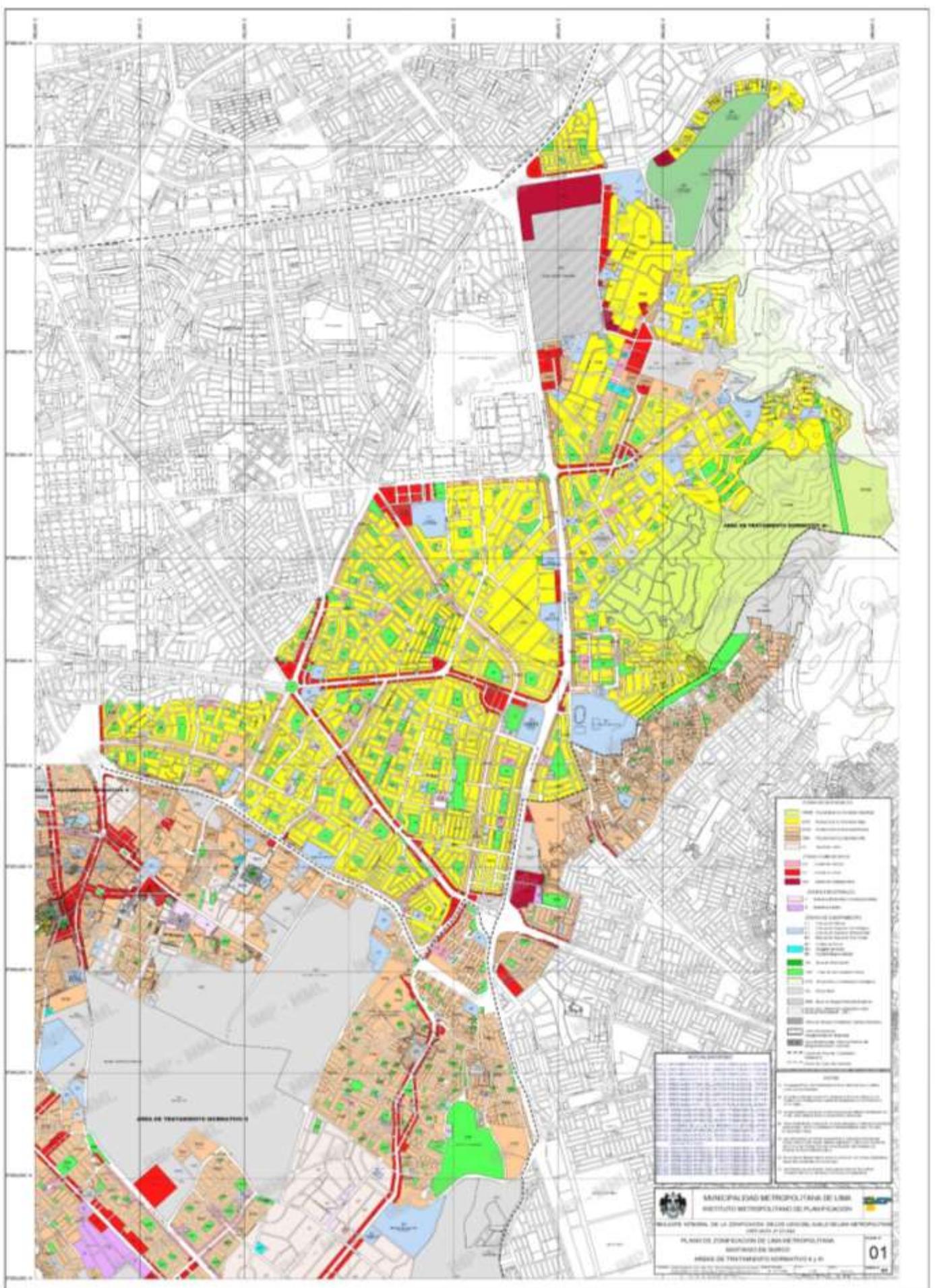
OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

## 14. ANEXOS

### ANEXO 1

## PLANO DE ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

---



**ANEXO 2**  
**RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁNSITO VEHICULAR**

---

**Tabla 10**

*Volumen de circulación registrado en las estaciones de monitoreo*

Código	Ubicación	VOLUMEN DE CIRCULACIÓN (T=15 min)			Zona
		07:00 - 09:00 am	12:00 - 14:00 pm	18:00 - 20:00 pm	
P-01	Av. Jirón el Polo	135	170	194	CV
P-02	Av. Pedro Venturo	140	180	200	CV
P-03	Av. Las Casuarinas con Av. Alonso de Molina.	122	159	170	CV
P-04	Jr. Ismael Bielich Flores con Monte Álamo	51	65	70	CV
P-05	Av. Los Próceres con Jr. Francisco Javier Mariátegui	50	37	72	CV
P-06	Av. El sol con Jr. Esteban Camere	115	98	120	CV
P-07	Calle Loma Umbrosa con Loma Redonda	90	94	101	CV
P-08	Av. Atunéz de Mayolo con Calle Lorenzo Rokovich	95	99	107	CV
P-09	Av. Ayacucho con Av. Mariscal Ramón Castilla.	107	135	142	CV
P-10	Av. Mariscal Ramón Castilla con Los Tamarindos	89	84	94	CV
P-11	Av. La Merced con Av. Simón Salguero	105	114	132	CV
P-12	Av. Pedro Venturo con Jirón el Cádiz	135	140	154	CV
P-13	Av. Javier Prado Este con Jr. República de Líbano	258	242	285	CM
P-14	Av. Javier Prado Este con Los Tiamos	243	231	254	CM
P-15	Av. El Derby con Av. Manuel Olgúin	207	198	221	CM
P-16	Jr. Morro Solar con Jr. Loma de las Gardenias	250	246	271	CM
P-17	Av. Manuel Olgúin con Jr. Orión	104	91	95	CZ
P-18	Av. La encalada con Calle los Tulipanes	122	110	105	CZ
P-19	Av. Primavera con Av. La encalada	114	107	99	CZ
P-20	Av. Primavera con Jr. El Polo	134	128	111	CZ
P-21	Av. Alfredo Benavides con Av. Caminos del Inca	231	205	207	CZ
P-22	Av. Guardia Civil con Jr. Vista Alegre	201	194	199	CZ
P-23	Av. Santiago de Surco con Av. El Monte	232	204	221	CZ
P-24	Av. Alfredo Benavides con Calle Aldabas	230	219	226	CZ
P-25	Av. Caminos del Inca con Jr. Monterrey	238	204	229	CZ
P-26	Av. Ayacucho con Av. Tomas Marsano	253	241	264	CZ
P-27	Av. Benavidez con Av. Higuiereta	207	199	168	CZ
P-28	Av. Aviación con Calle Teodoro Valcárcel	240	229	201	CZ
P-29	Av. Santiago de Surco con Av. Alejandro Velasco Astete	216	205	179	CZ
P-30	Av. Alfredo Benavides con Jirón Jorge Broggi	227	215	197	CZ

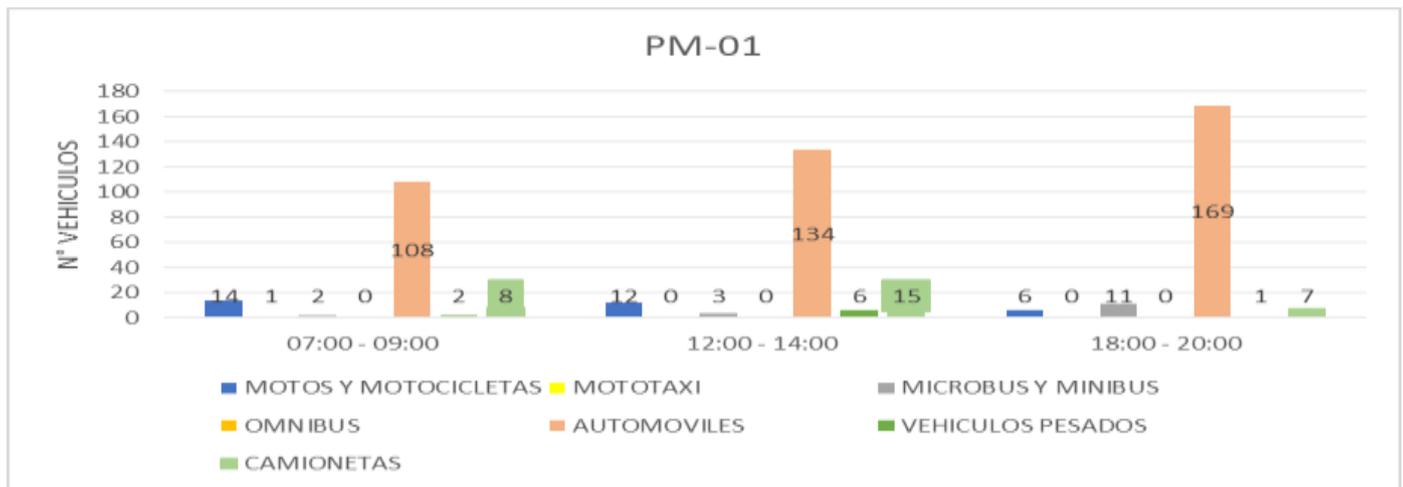
## **ANEXO 3**

### **ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA ZONA COMERCIAL VECINAL**

---

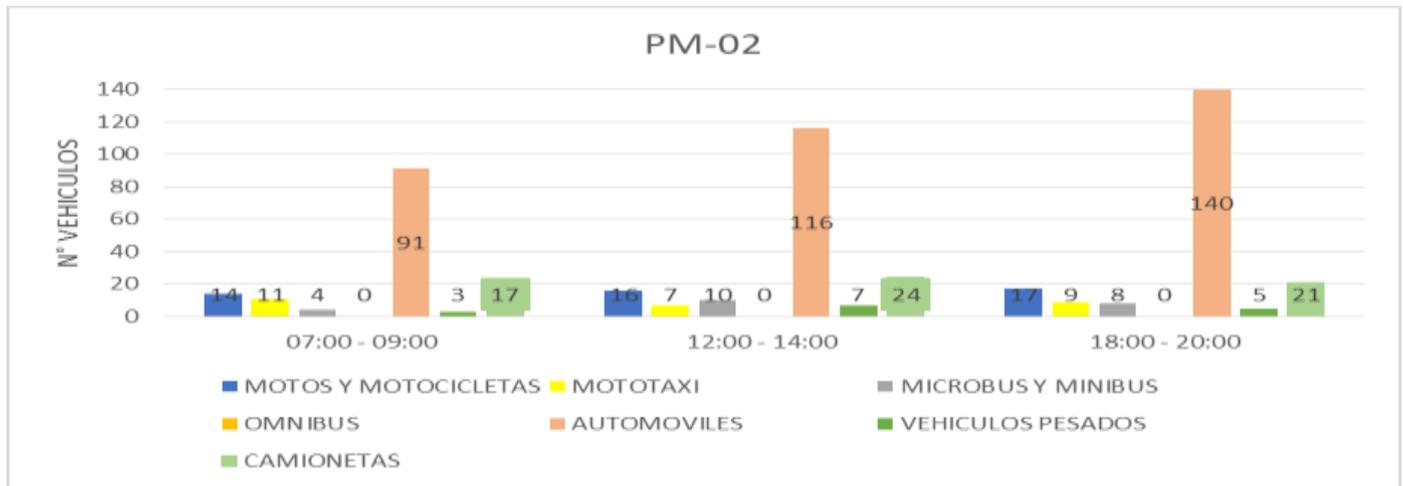
**Figura 16**

Tránsito vehicular en Jr. el Polo (T = 15 min)



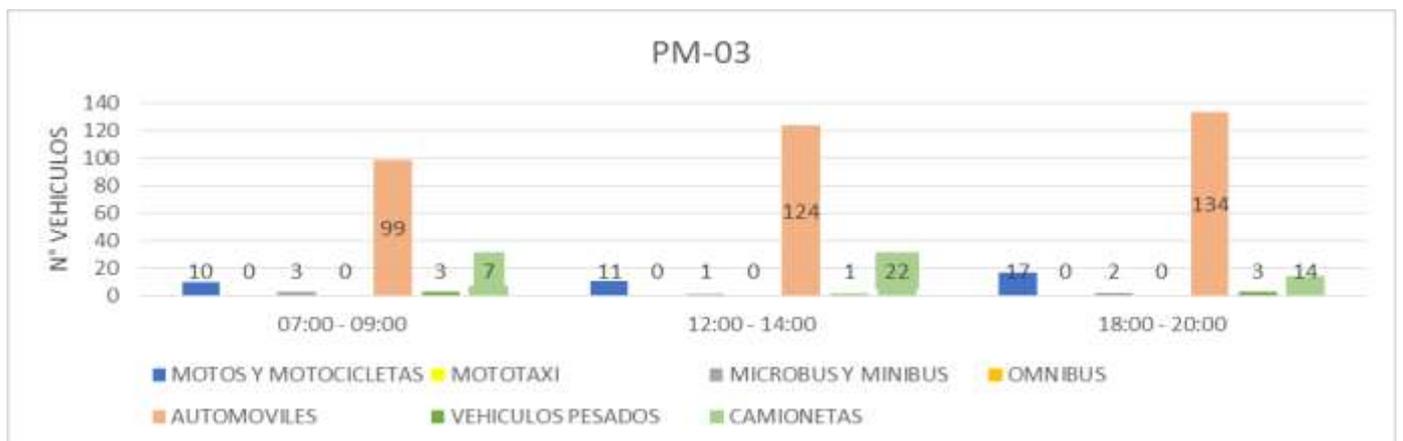
**Figura 17**

Tránsito vehicular en Av. Pedro Venturo (T = 15 min)



**Figura 18**

Tránsito vehicular en Av. Las Casuarinas (T = 15 min)



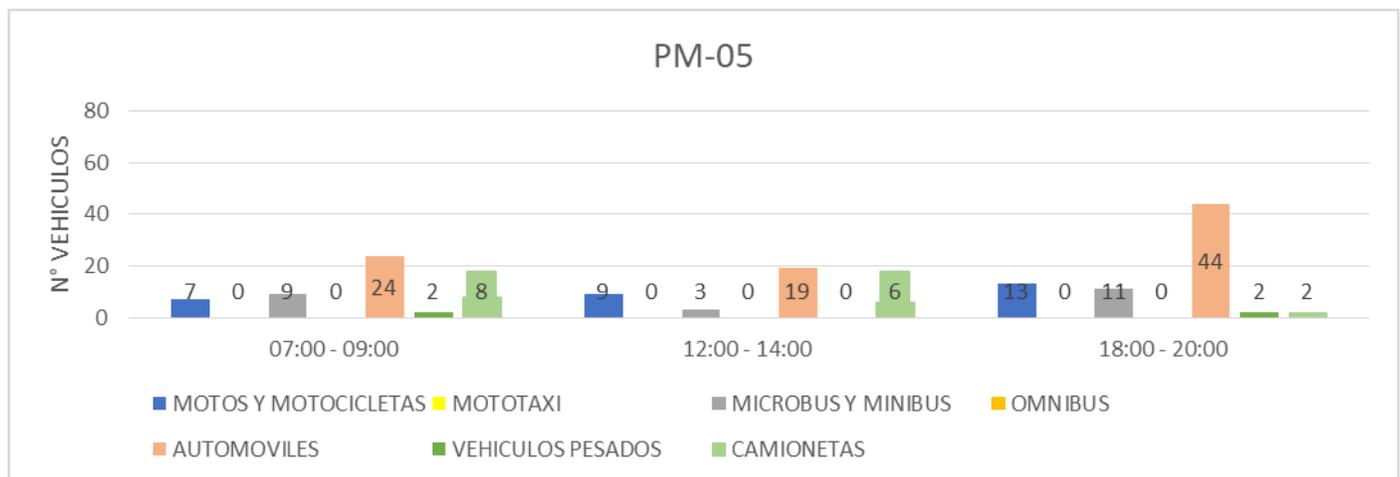
**Figura 19**

Tránsito vehicular en Av. Ismael Bielich (T = 15 min)



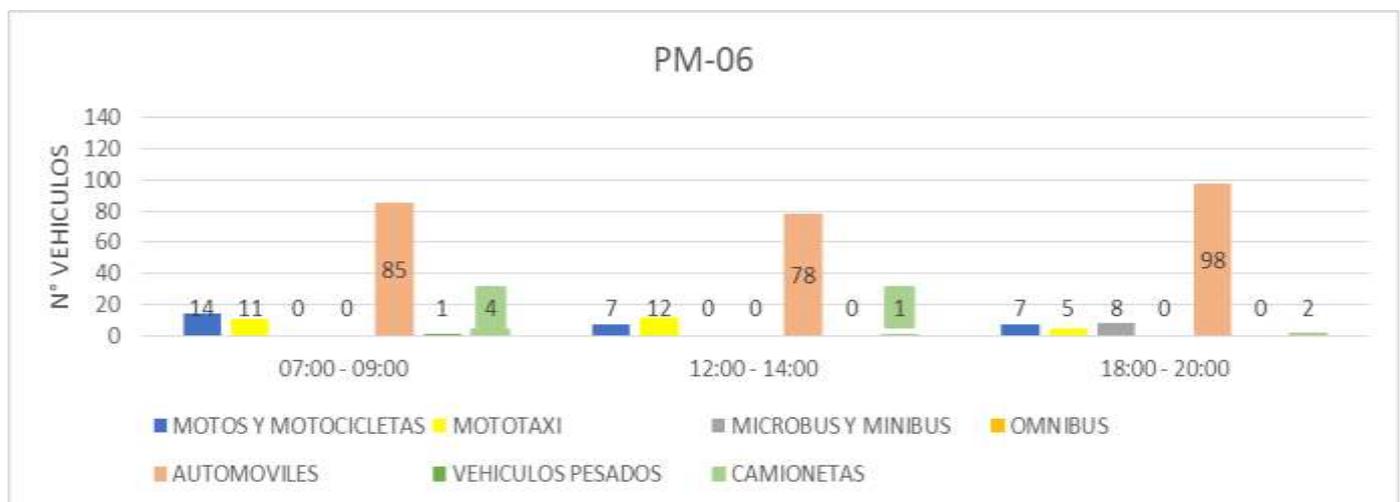
**Figura 20**

Tránsito vehicular en Av. Los Próceres (T = 15 min)



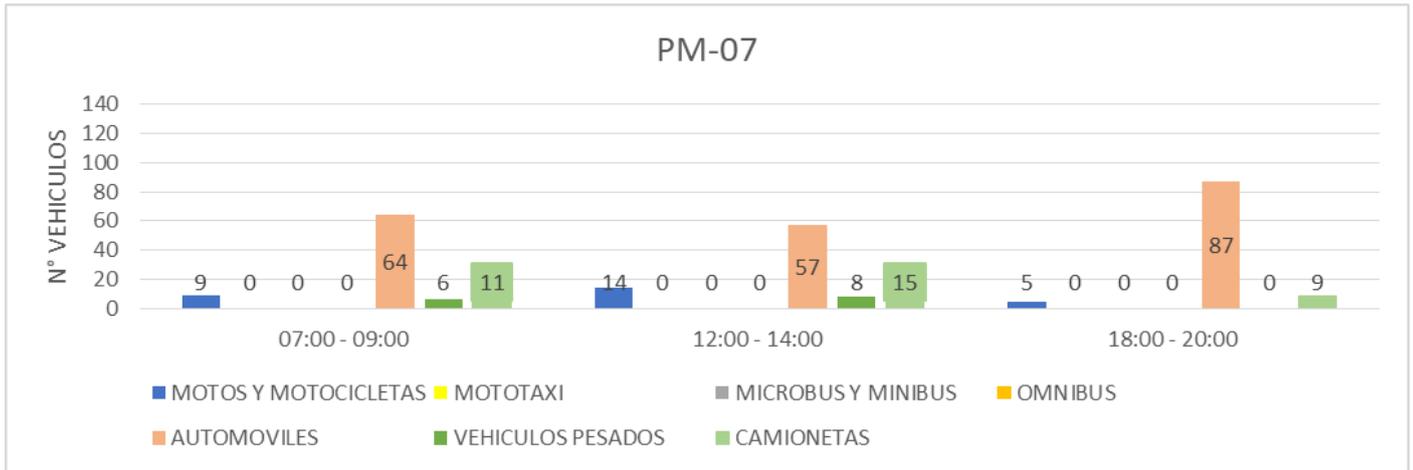
**Figura 21**

Tránsito vehicular en Av. El sol (T = 15 min)



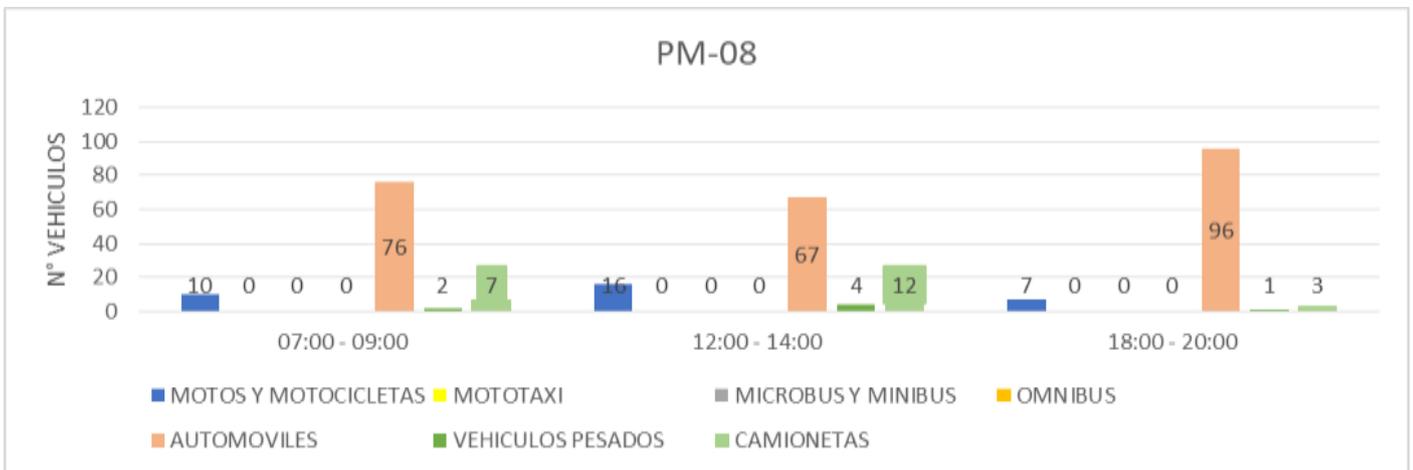
**Figura 22**

Tránsito vehicular en Calle Loma Umbrosa (T = 15 min)



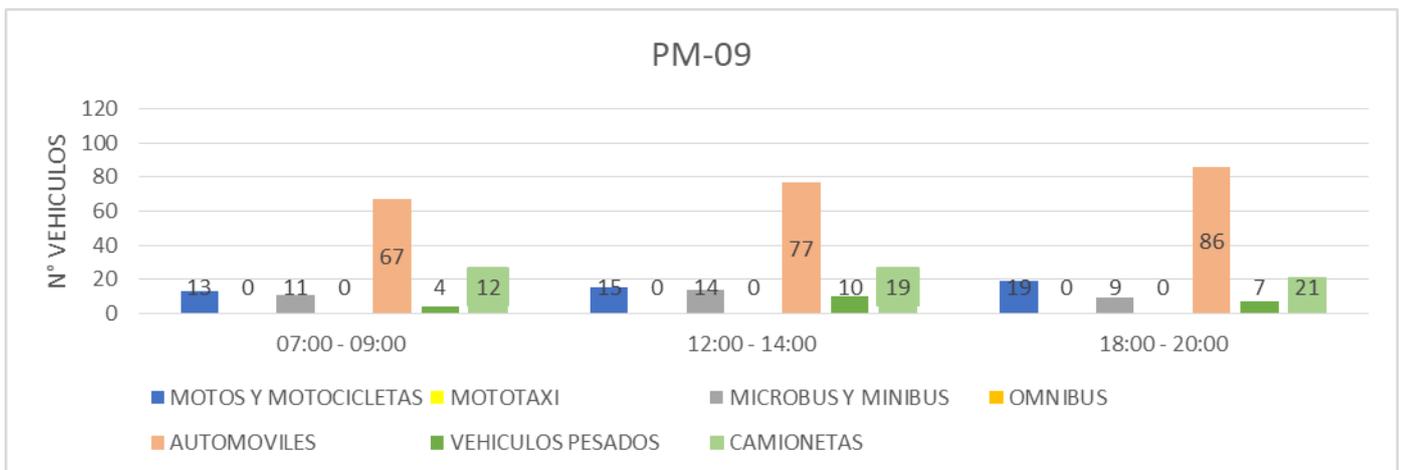
**Figura 23**

Tránsito vehicular en Av. Atunéz de Mayolo (T = 15 min)



**Figura 24**

Tránsito vehicular en Av. Ayacucho (T = 15 min)



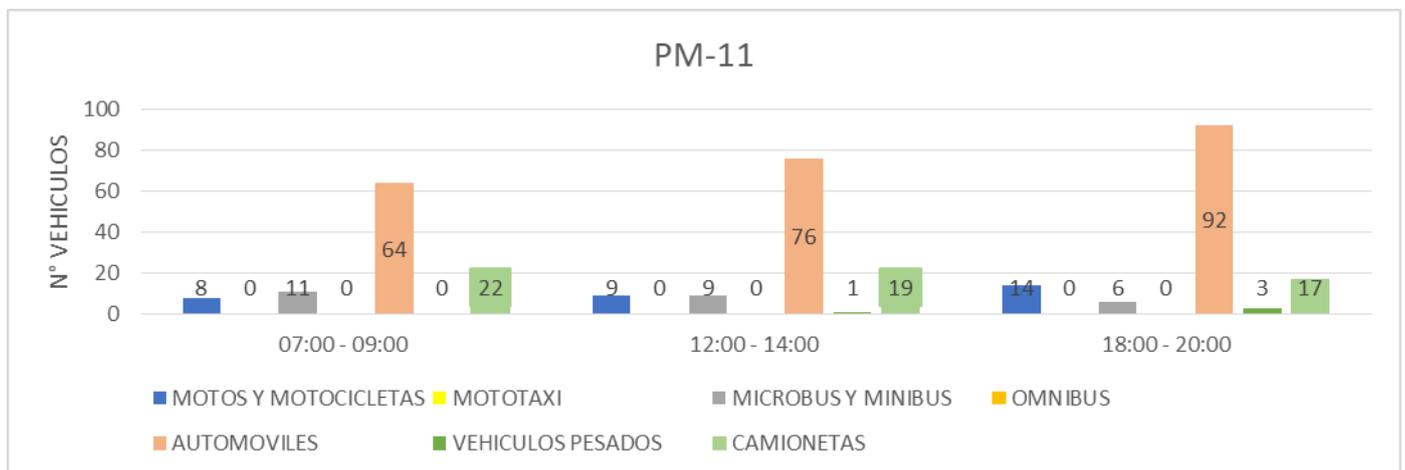
**Figura 25**

*Tránsito vehicular en Av. Mariscal Ramón Castilla (T = 15 min)*



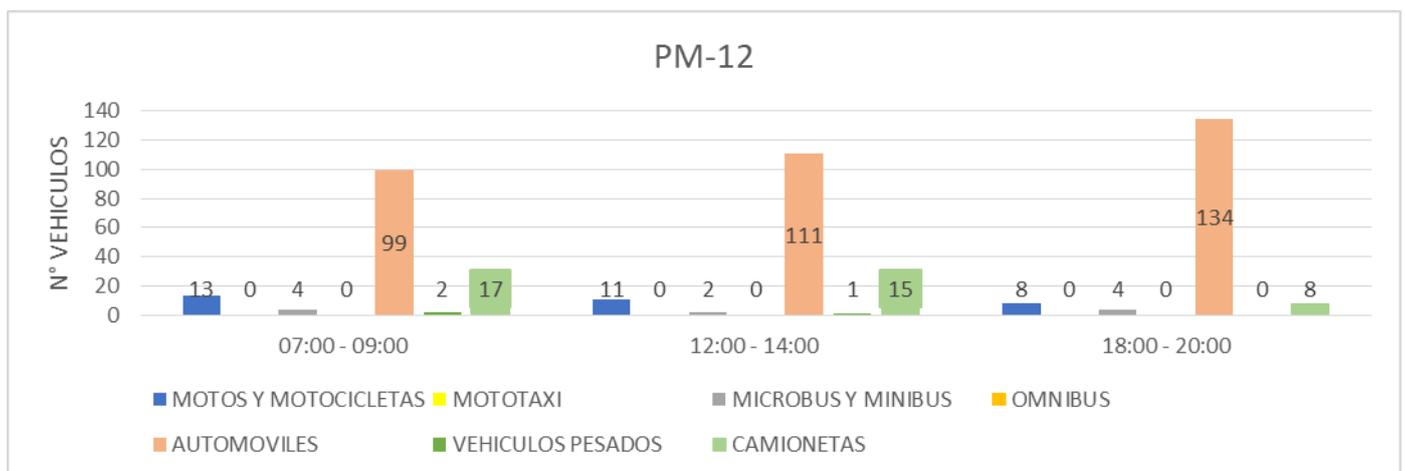
**Figura 26**

*Tránsito vehicular en Av. La Merced (T = 15 min)*



**Figura 27**

*Tránsito vehicular en Av. Pedro Venturo (T = 15 min)*



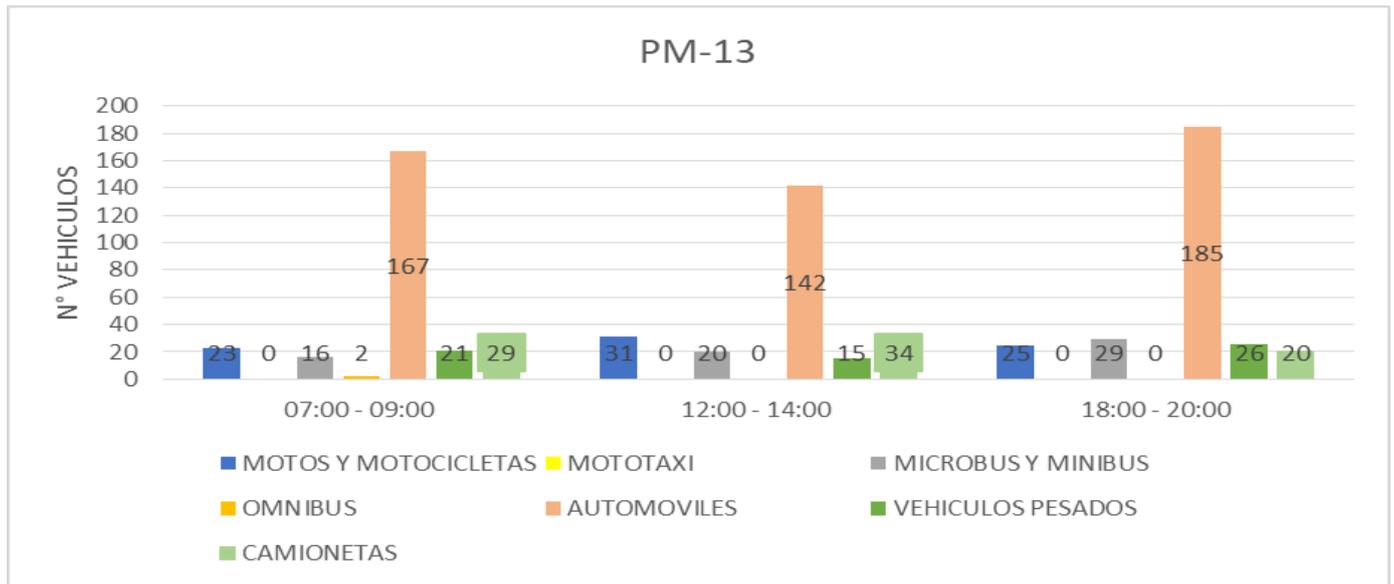
## **ANEXO 4**

# **ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA ZONA COMERCIAL METROPOLITANO**

---

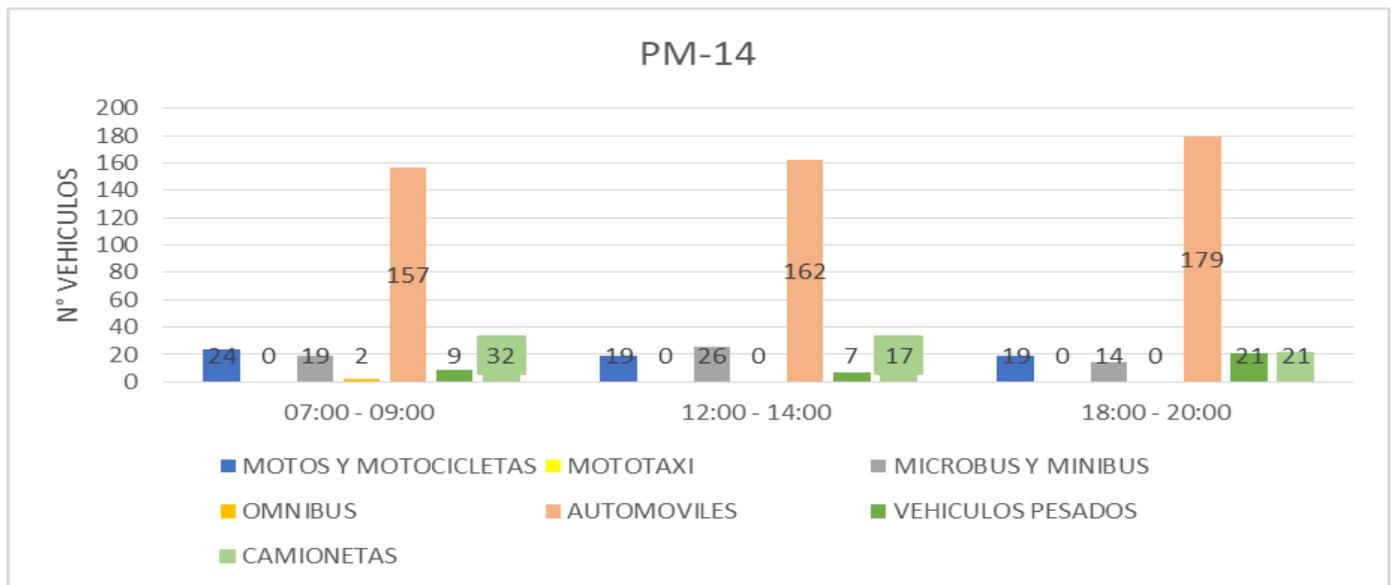
**Figura 28**

Tránsito vehicular en Jr. República de Líbano (T = 15 min)



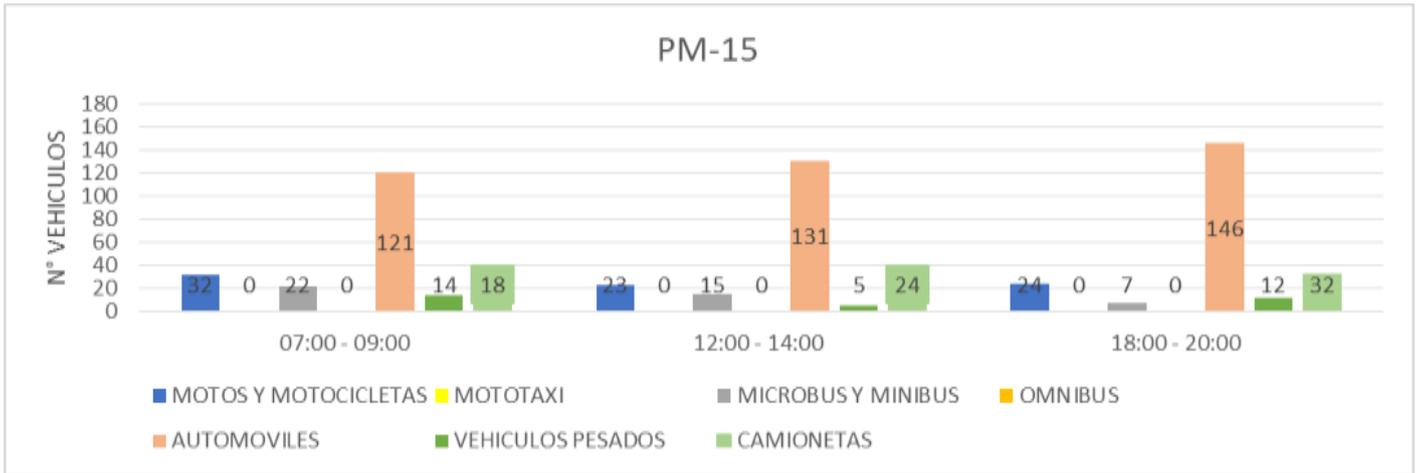
**Figura 29**

Tránsito vehicular en Av. Javier Prado (T = 15 min)



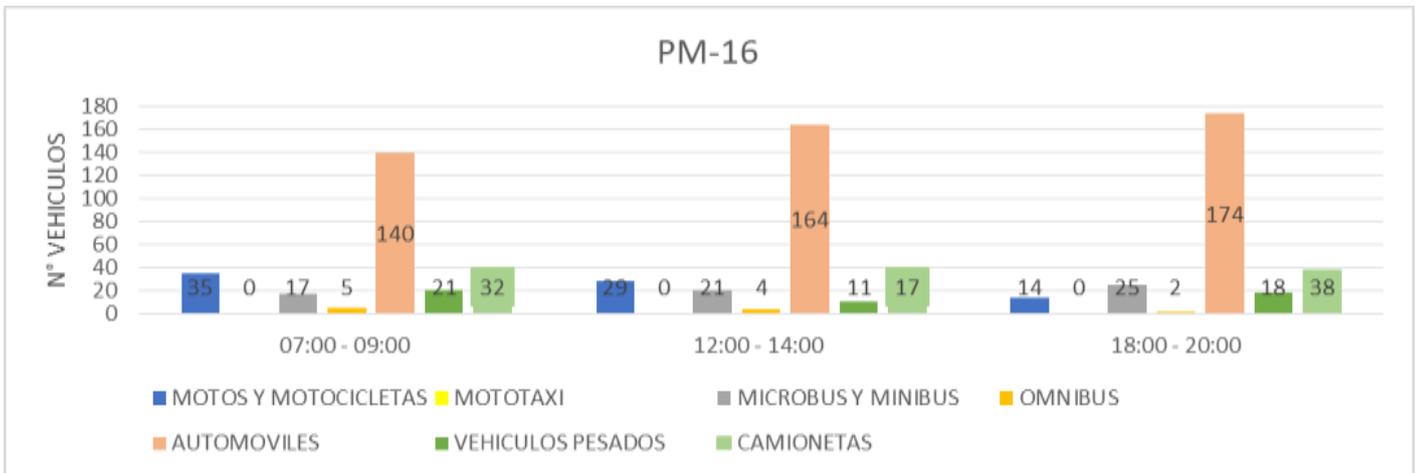
**Figura 30**

Tránsito vehicular en Av. El Derby (T = 15 min)



**Figura 31**

Tránsito vehicular en Jr. Morro Solar (T = 15 min)

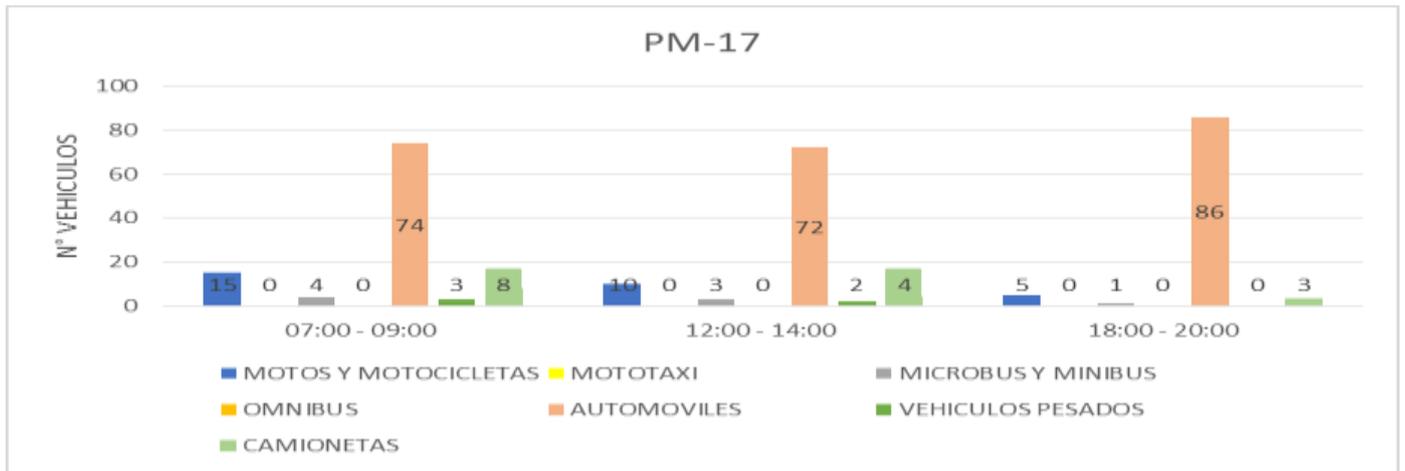


**ANEXO 5**  
**ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR**  
**EN LA ZONA COMERCIAL ZONAL**

---

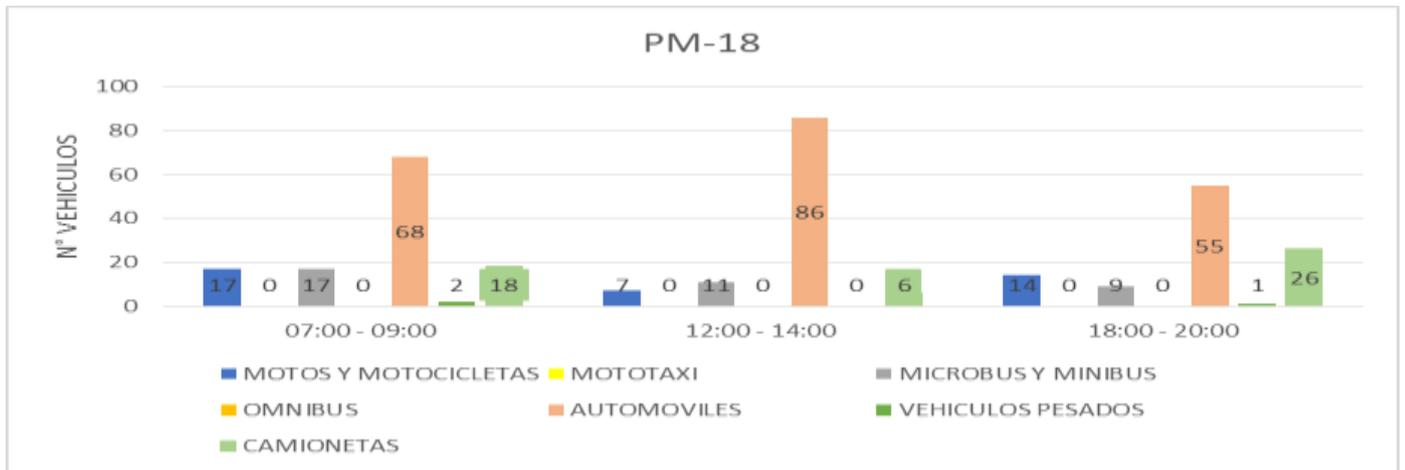
**Figura 32**

Tránsito vehicular en Av. Manuel Olgúin (T = 15 min)



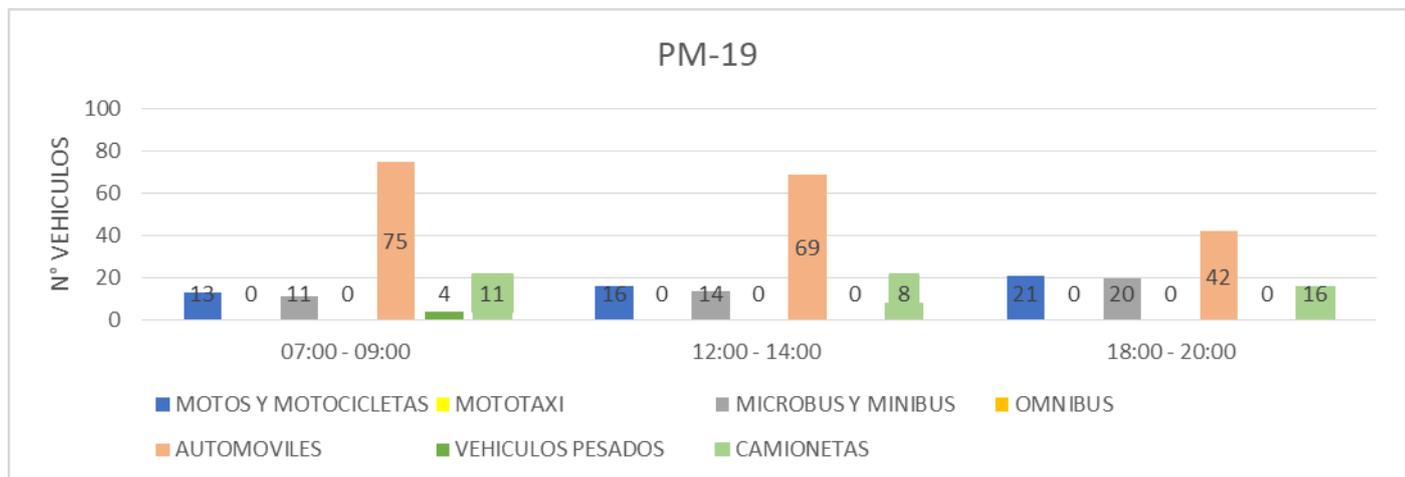
**Figura 33**

Tránsito vehicular en Av. La Encalada (T = 15 min)



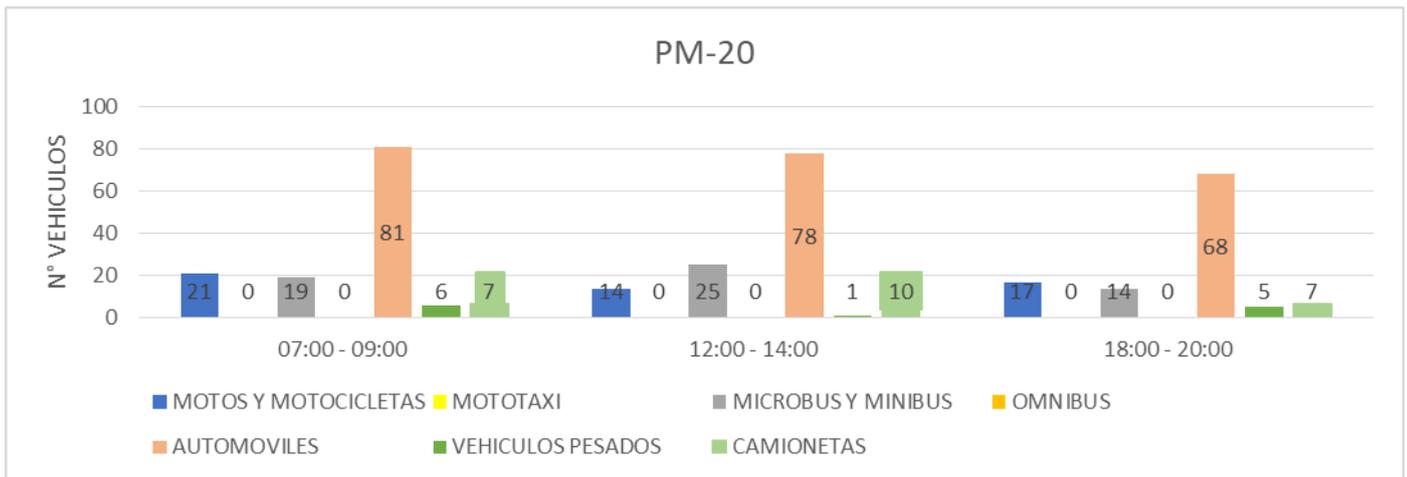
**Figura 34**

Tránsito vehicular en Av. Primavera (T = 15 min)



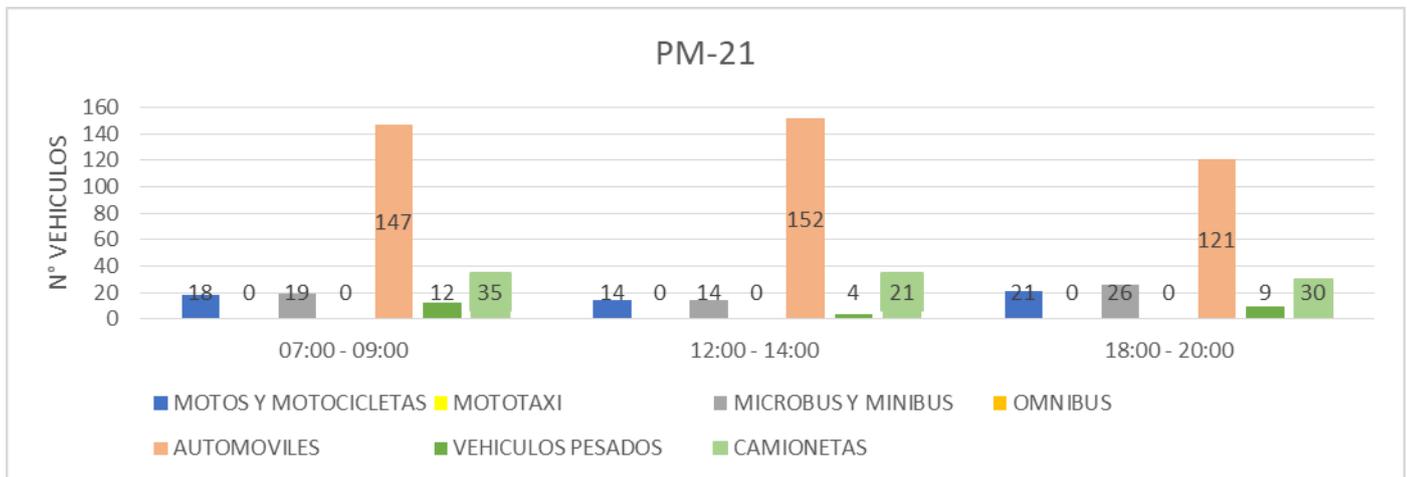
**Figura 35**

Tránsito vehicular en Jr. El Polo (T = 15 min)



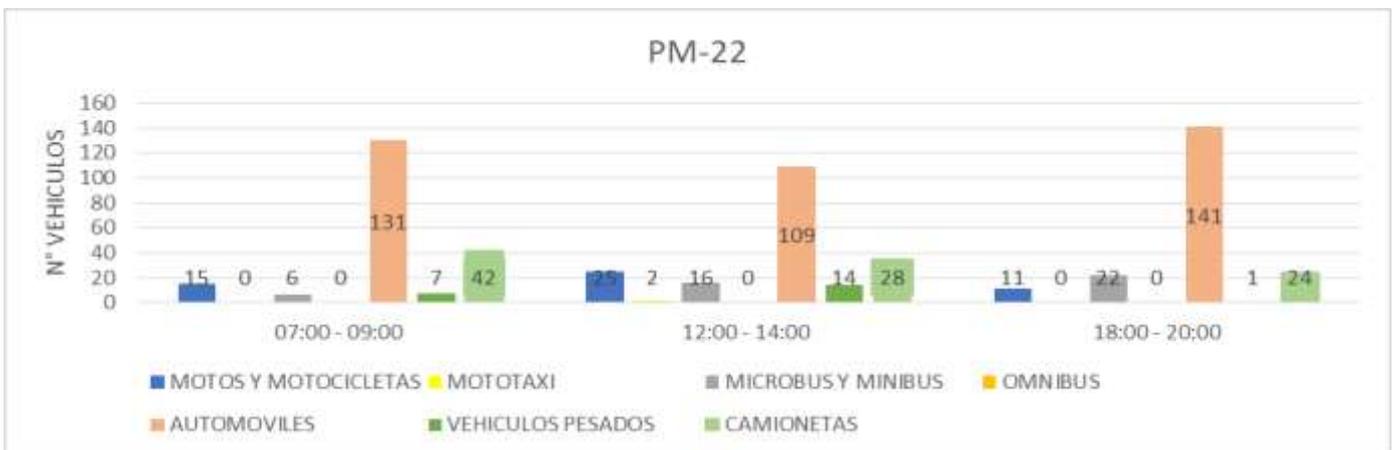
**Figura 36**

Tránsito vehicular en Av. Alfredo Benavides (T = 15 min)



**Figura 37**

Tránsito vehicular en Av. Guardia Civil (T = 15 min)



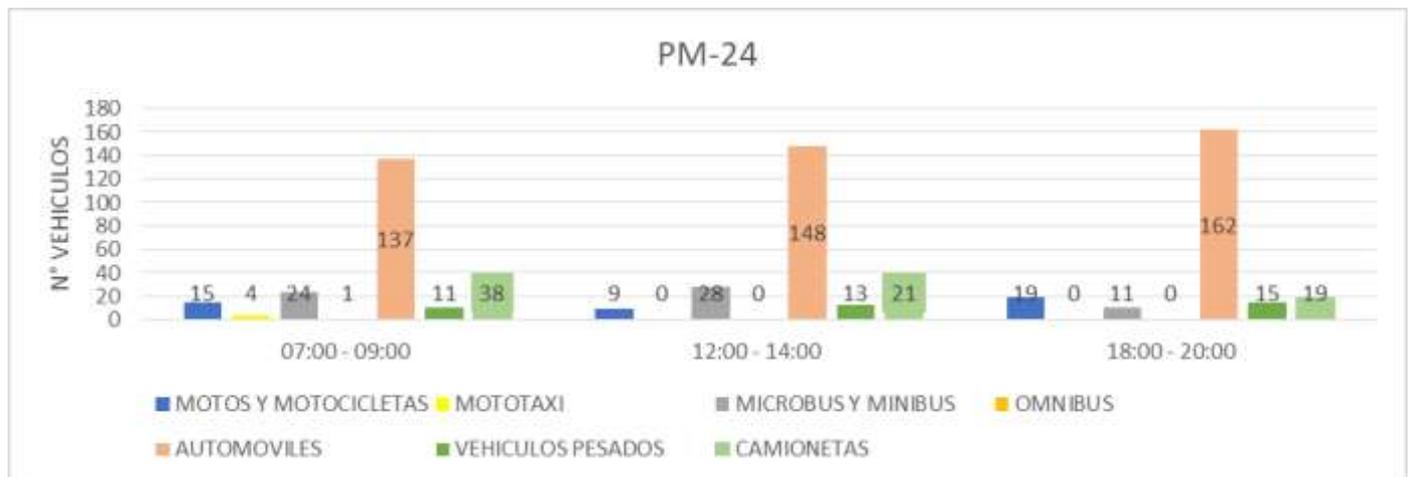
**Figura 38**

Tránsito vehicular en Av. Santiago de Surco (T = 15 min)



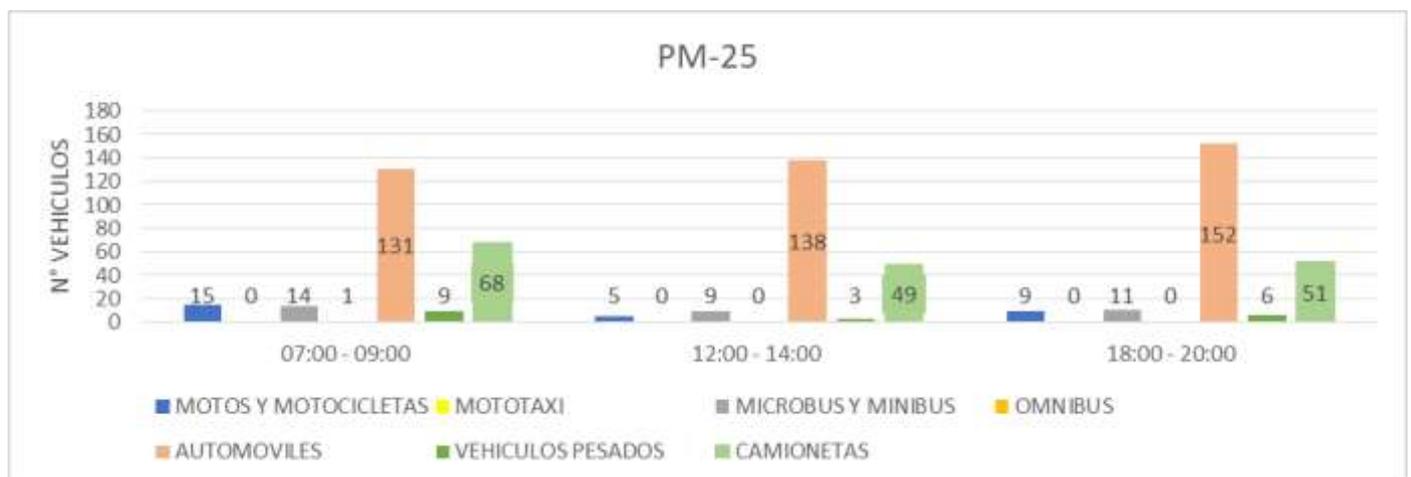
**Figura 39**

Tránsito vehicular en Av. Alfredo Benavides (T = 15 min)



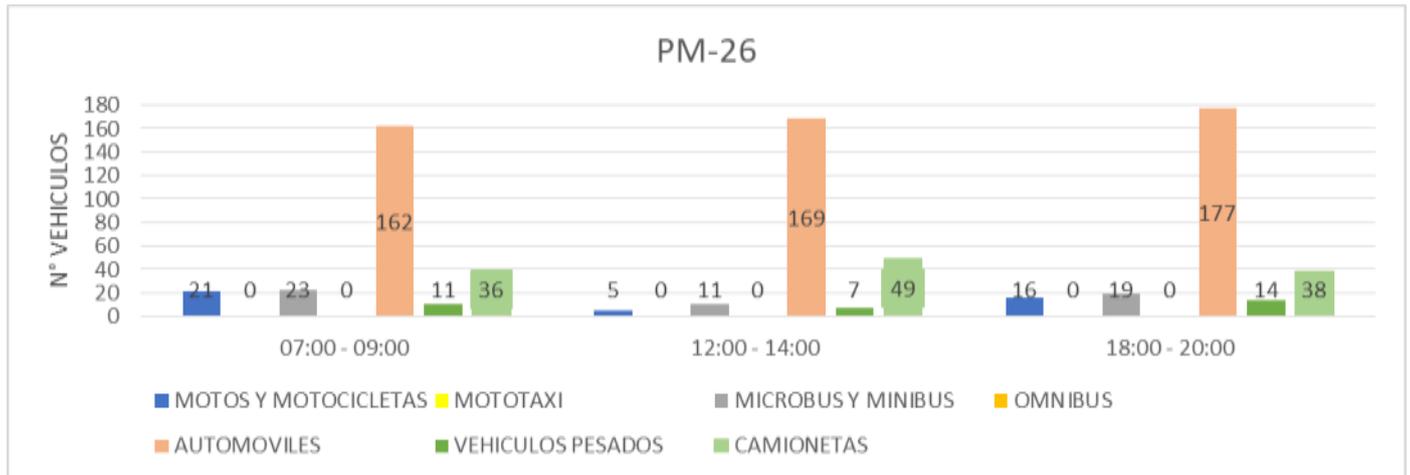
**Figura 40**

Tránsito vehicular en Av. Caminosa del Inca (T = 15 min)



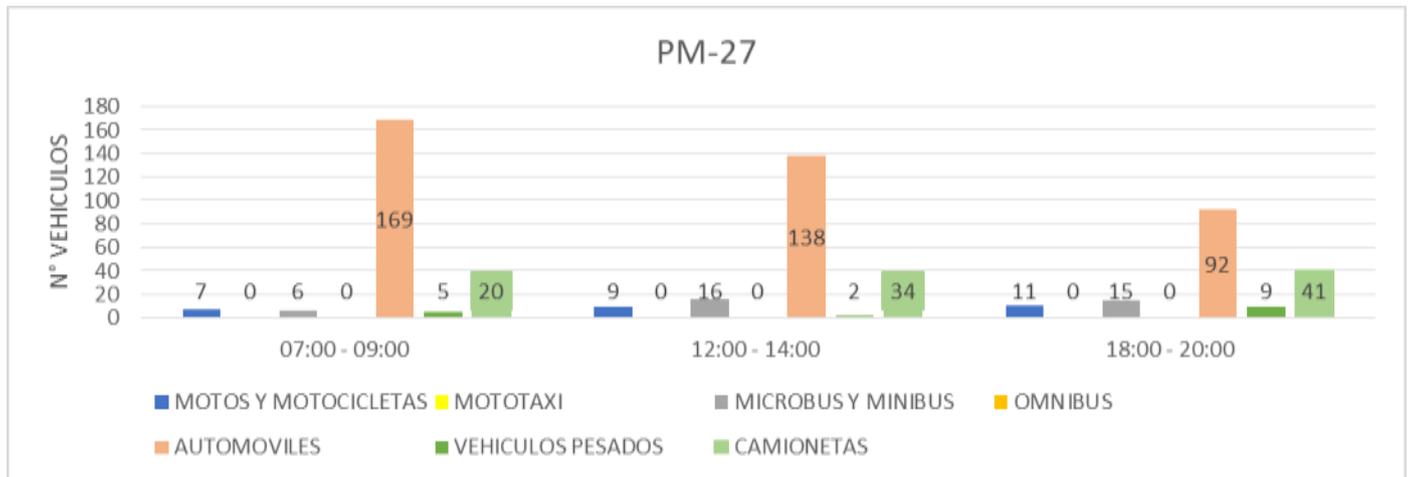
**Figura 41**

Tránsito vehicular en Av. Ayacucho (T = 15 min)



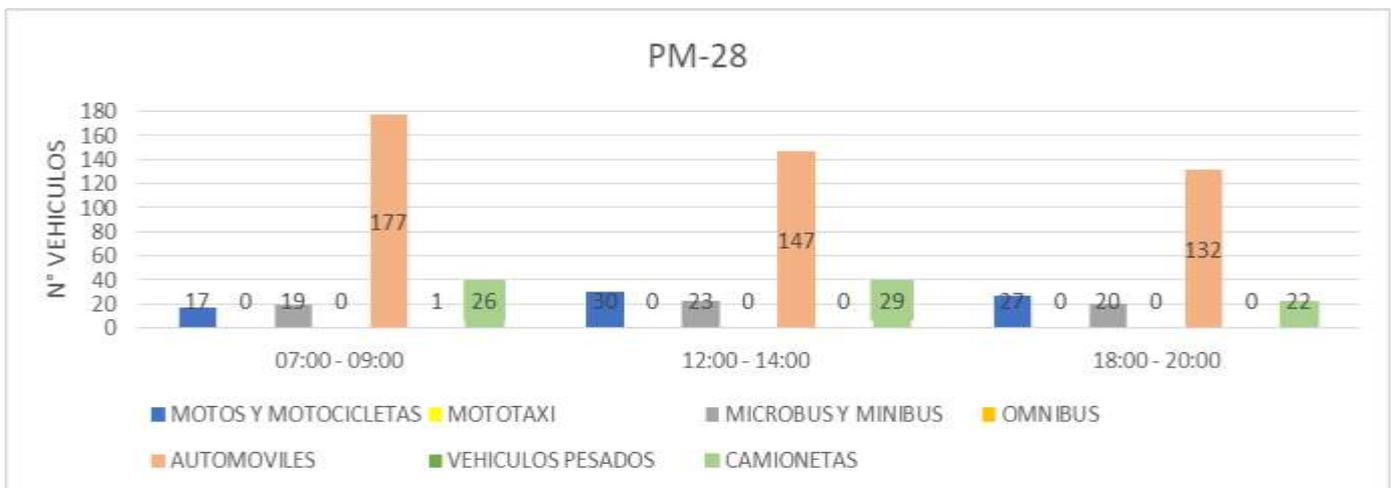
**Figura 42**

Tránsito vehicular en Av. Higuera (T = 15 min)



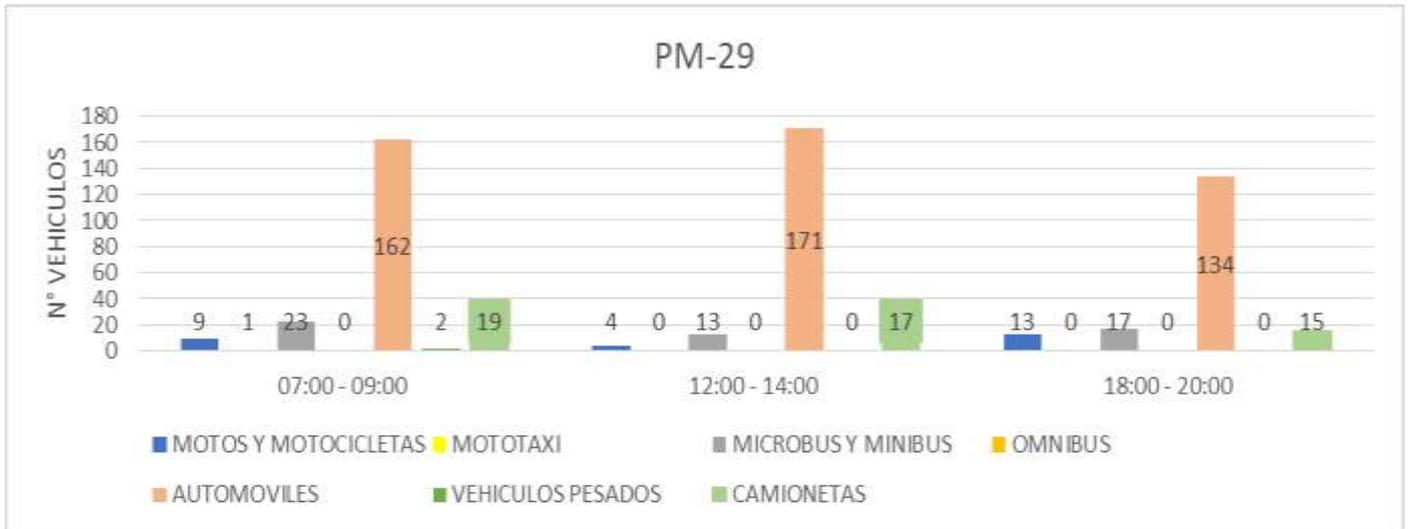
**Figura 43**

Tránsito vehicular en Av. Aviación (T = 15 min)



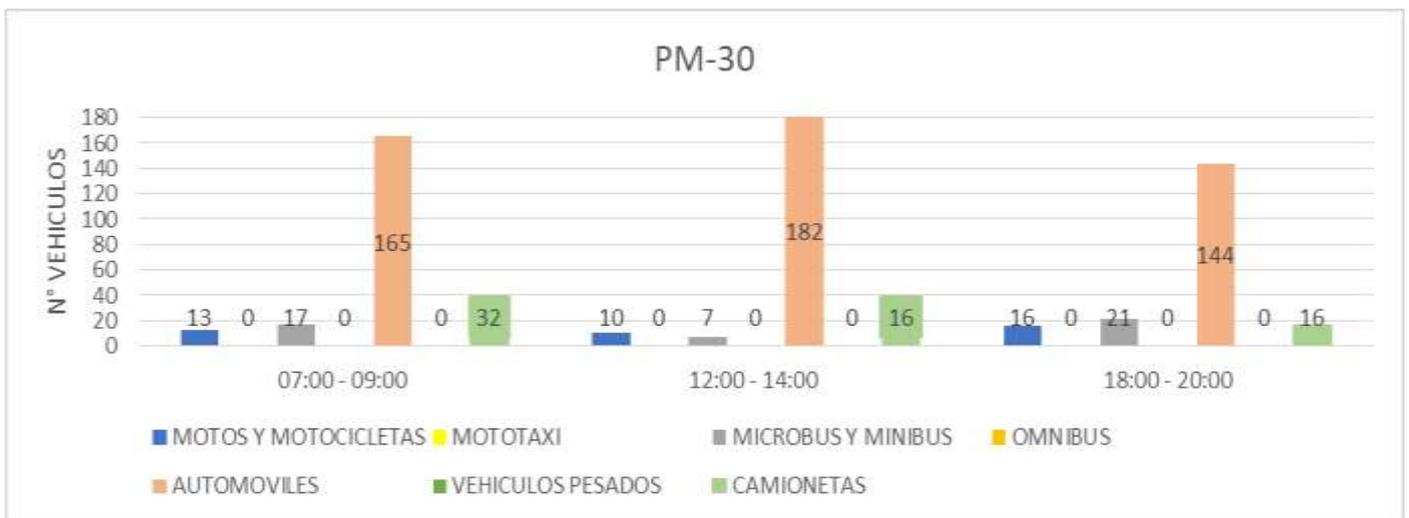
**Figura 44**

Tránsito vehicular en Av. Alejandro Velasco Astete (T = 15 min)



**Figura 45**

Tránsito vehicular en Jr. Jorge Broggi (T = 15 min)



**ANEXO 6**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS DEL**  
**MONITOREO**

---

## 1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk ( $< 50$ ) porque esta suposición requiere la prueba de correlación de Pearson (una prueba paramétrica) para verificar si los datos siguen una distribución normal. Asimismo, se procede a plantear la hipótesis nula y alterna, nivel de significancia y la regla de decisión las cuales son las siguientes:

### a) Hipótesis

$H_0$ : Los datos se ajustan a una distribución normal

$H_1$ : Los datos no se ajustan a una distribución normal

### b) Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$  (0.05)

### c) Regla de decisión

P-valor  $> \alpha$ , se decide aceptar  $H_0$ .

P-valor  $\leq \alpha$ , se decide rechazar  $H_0$  y aceptar  $H_1$ .

Finalmente una vez planteado la información líneas arriba se procede a realizar la prueba de normalidad a las dos variables (**nivel de presión sonora y tránsito vehicular**) obteniendo los siguientes resultados:

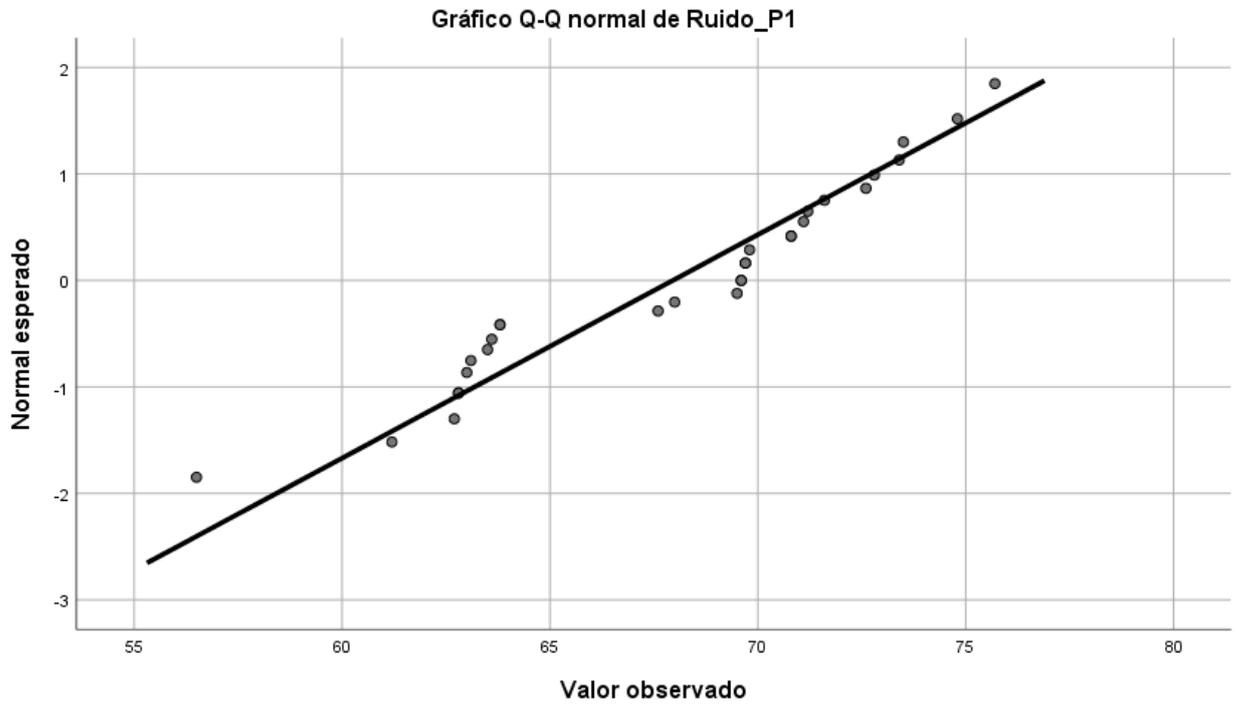
**Tabla 11**

*Prueba de normalidad de la variable Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT).*

Variable	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig. (P-valor)
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P1	0.933	30	0.058
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P2	0.981	30	0.845
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P3	0.962	30	0.357

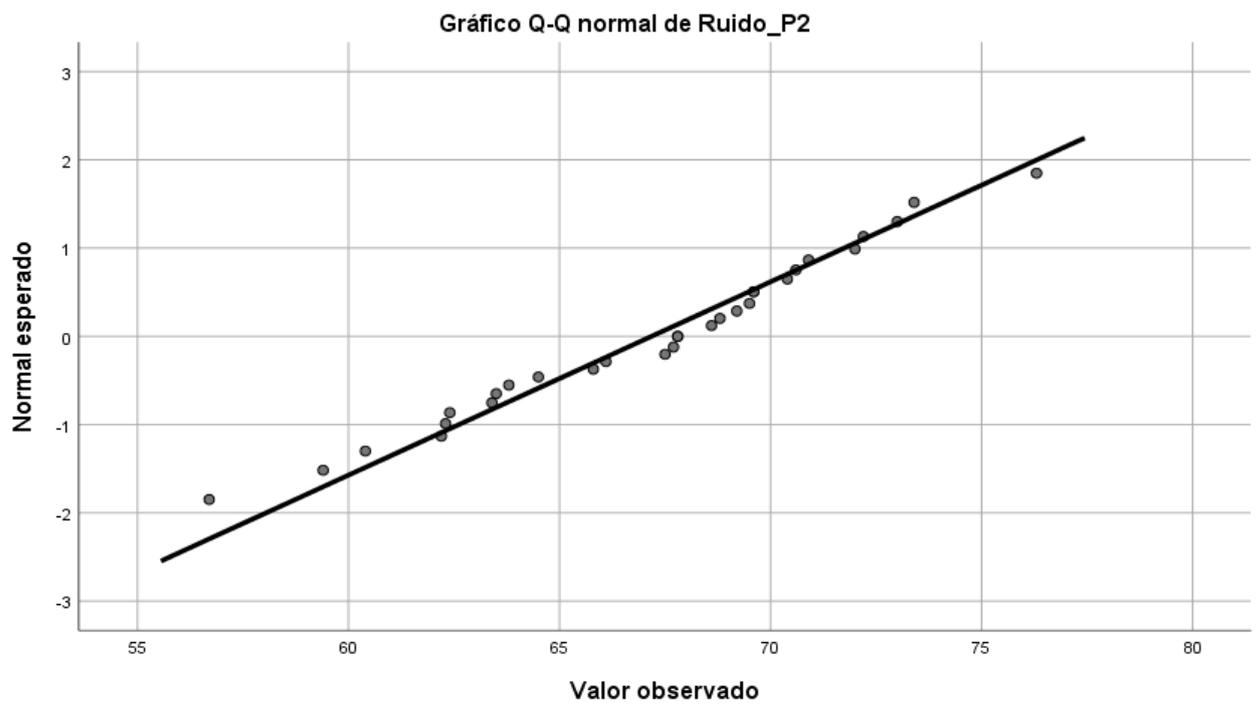
**Figura 46**

Gráfico Q-Q normal del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en el periodo 07:01 - 09:00 am.



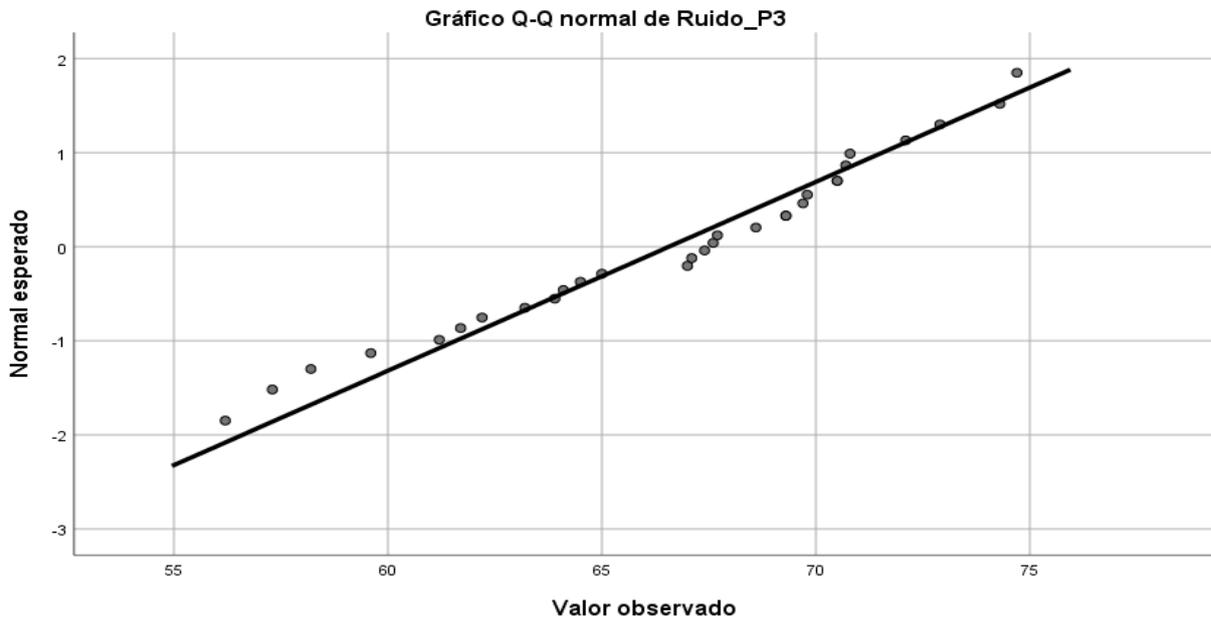
**Figura 47**

Gráfico Q-Q normal del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en el periodo 12:00 - 14:00 pm.



**Figura 48**

Gráfico Q-Q normal del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en el periodo 18:00 - 20:00 pm.



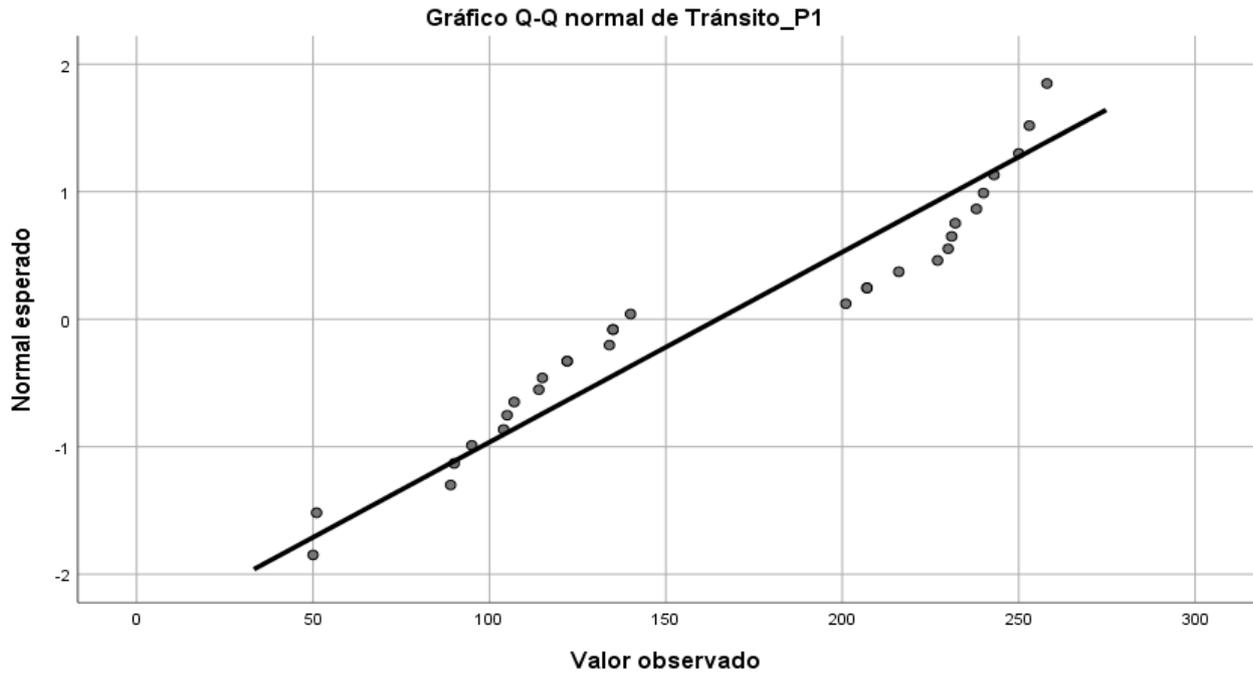
**Tabla 12**

Resultados de la prueba de normalidad de la variable tránsito vehicular

Variable	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig. (P-valor)
Tránsito vehicular – P1	0.892	30	0.005
Tránsito vehicular – P2	0.931	30	0.053
Tránsito vehicular – P3	0.951	30	0.176

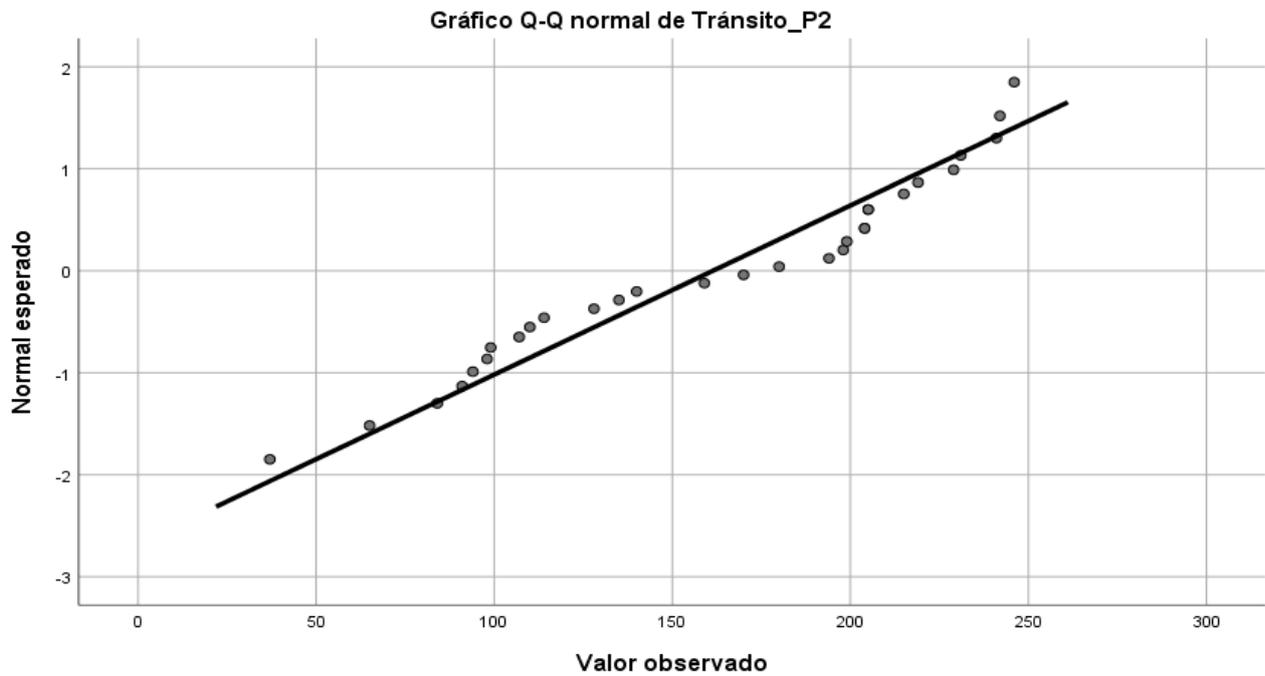
**Figura 49**

Gráfico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 07:01 am - 09:00 am.



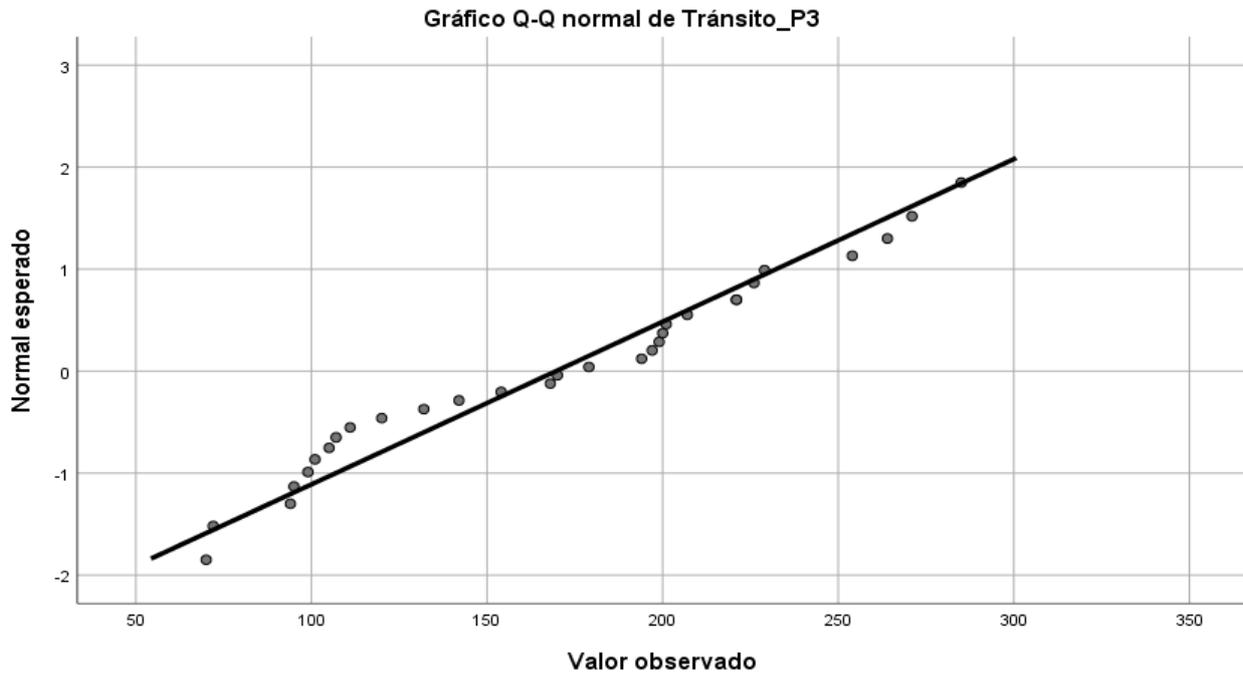
**Figura 50**

Gráfico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 12:00 - 14:00 pm.



**Figura 51**

Gráfico Q-Q normal del tránsito vehicular en el periodo 18:00 - 20:00 pm.



**d) Decisión**

- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT)**

Para el nivel de presión sonora continua equivalente diurno (LAeqT) de 7:01 am a 9:00 am, el valor P determinado (0.058) es mayor al  $\alpha$  (0.05), por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se descarta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Para el nivel de presión sonora continua equivalente diurno (LAeqT) de 12:00 a 14:00 pm, el valor P determinado (0.845) es mayor al  $\alpha$  (0.05), por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se descarta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Para el nivel de presión sonora continua equivalente diurno (LAeqT) de 18:00 a 20:00 pm, el valor P determinado (0.845) es mayor al  $\alpha$  (0.05), por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se descarta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

- **Tránsito Vehicular**

Para el Tránsito vehicular en el periodo diurno 07:01 - 09:00 am, el valor P determinado (0.005) es menor al  $\alpha$  (0.05). Por tal motivo, se decide rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptar la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Para el Tránsito vehicular en el periodo diurno 12:00 - 14:00 pm, el valor P determinado (0.053) es mayor al  $\alpha$  (0.05). Por tal motivo, se decide aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazar la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Para el Tránsito vehicular en el periodo diurno 18:00 - 20:00 pm, el valor P determinado (0.176) es mayor al  $\alpha$  (0.05). Por tal motivo, se decide aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazar la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

#### e) Análisis

De acuerdo al análisis realizado se puede demostrar que la variable **nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT)** en las tres zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco corresponden a una distribución normal en los tres periodos de evaluación. Por otro lado, los datos de la variable **Tránsito vehicular** evaluados en las distintas áreas comerciales del distrito de Surco se ajustan a una distribución normal a excepción del Periodo diurno 07:01 - 09:00 am (P1) los cual presenta una distribución no normal. Finalmente de acuerdo con los resultados obtenidos, los supuestos de normalidad requeridos para la prueba de correlación de Pearson (prueba paramétrica) se cumplen en los periodos P2 y P3 en ambas variables, mientras que para el P1 se obtará por una prueba de correlación de Spearman (no paramétrica).

## 2. PRUEBA DE CORRELACIÓN

Se realizó la prueba de correlación utilizando la prueba de Spearman para el P1 en ambas variables y la prueba de correlación de Pearson para el P2 y P3. Asimismo, se procede a plantear la hipótesis nula y alterna, nivel de significancia y la regla de decisión las cuales son las siguientes:

**a) Hipótesis**

$H_0$ : El tránsito vehicular no tiene una relación significativa con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en las distintas áreas comerciales del distrito Santiago de Surco

$H_1$ : El tránsito vehicular tiene una relación significativa con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en las distintas áreas comerciales del distrito Santiago de Surco

**b) Nivel de significancia**

$\alpha = 5\% (0.05)$

**c) Regla de decisión**

P-valor  $> \alpha$ , se decide aceptar  $H_0$ .

P-valor  $\leq \alpha$ , se decide rechazar  $H_0$  y aceptar  $H_1$ .

Finalmente una vez planteado la información líneas arriba se procede a realizar la prueba de correlación en ambas variables (**nivel de presión sonora y tránsito vehicular**) obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13**

*Prueba de correlación de Spearman en el periodo diurno 07:01 - 09:00 am.*

Correlaciones		Ruido_P1	Tránsito_P1
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P1	Coeficiente de correlación	1,000	,748**
	Sig. (bilateral) (P-valor)	.	,000
	N	30	30
Tránsito vehicular – P1	Coeficiente de correlación	,748**	1,000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	,000	.
	N	30	30

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 14**

*Prueba de correlación de Pearson en el periodo diurno 12:00 - 14:00 pm*

Correlaciones		Ruido_P2	Tránsito_P2
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P2	Correlación de Pearson	1,000	,626**
	Sig. (bilateral) (P-valor)		,000
	N	30	30
Tránsito vehicular - P2	Correlación de Pearson	,626**	1,000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	,000	
	N	30	30

\*\* . La correlación significativa a 0.01 (bilateral).

**Tabla 15**

*Prueba de correlación de Pearson en el periodo diurno 18:00 - 20:00 pm.*

Correlaciones		Ruido_P3	Tránsito_P3
Nivel de presión sonora Continuo Equivalente (LAeqT) – P3	Correlación de Pearson	1,000	,674**
	Sig. (bilateral) (P-valor)		,000
	N	30	30
Tránsito vehicular – P3	Correlación de Pearson	,674**	1,000
	Sig. (bilateral) (P-valor)	,000	
	N	30	30

\*\* . La correlación significativa a 0.01 (bilateral).

#### d) Decisión

- **Horario diurno de 07:01 a 09:00 am (P1):** Se verifica que el P-valor (0.00) era menor que  $\alpha$  (0.05), rechazado así la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Por lo tanto, se establece que el tránsito vehicular tiene una relación significativa con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) durante este período de evaluación. De igual forma, el coeficiente de correlación es de 0.748, indicando una alta correlación positiva entre las dos variables.

- **Horario diurno de 12:00 a 14:00 pm (P2):** Se verifica que el P-valor (0.00) era menor que  $\alpha$  (0.05), rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Por lo tanto, se establece que el tránsito vehicular tiene una relación significativa con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) durante este período de evaluación. De igual forma, el coeficiente de correlación es igual a 0.626, indicando una alta correlación positiva entre ambas variables.
- **Horario diurno de 18:00 a 20:00 pm (P3):** Se verifica que el P-valor (0.00) era menor que  $\alpha$  (0.05), rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Por lo tanto, se establece que el tránsito vehicular tiene una relación significativa con el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) durante este período de evaluación. De igual forma, el coeficiente de correlación es igual a 0.674, indicando una alta correlación positiva entre ambas variables.

#### e) Análisis

En base a los resultados obtenidos se concluye que el **tránsito vehicular** tiene una **relación significativa** con el **nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT)** en las zonas comerciales del distrito de Santiago de Surco en los tres periodos de evaluación. Asimismo, esta correlación es positiva, lo cual indica que a mayor tránsito vehicular se incrementan los niveles de ruido ambiental en las zonas de comercio vecinal, comercio zonal y comercio metropolitano.

#### Figura 52

*Interpretación de Coeficiente*

<b>Coefficiente</b>	<b>Interpretación</b>
0	Nula
>0.0 – 0.2	Muy baja
>0.2 – 0.4	Baja
>0.4 – 0.6	Moderada
>0.6 – 0.8	Alta
>0.8 – <1.0	Muy alta
1.0	Perfecta

FUENTE: Derek Rowntree (1984)

**ANEXO 7**  
**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

---



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración

### LAC - 004 - 2022

Página 1 de 4

Expediente	1045977	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	TEST & CONTROL S.A.C.	
Dirección	URB. SAN MIGUELITO	
Instrumento de Medición	CALIBRADOR ACUSTICO	
Marca	CENTER	
Modelo	326	
Procedencia	TAIWAN	
Clase	2	
Número de Serie	190512030	
Fecha de Calibración	2022-01-26	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	 Firmado digitalmente por GUSEPE CUSUMANA BIV BARRERA FAU DN: cn=GUSEPE BIV BARRERA FAU, o=DIRECCION METROLOGIA INACAL, ou=INACAL, email=gusepe.cusumana@inacal.gob.pe, c=PE Fecha: 2022-01-27 08:41:12 Dirección de Metrología	 Firmado digitalmente por HAREYANA CHILQUELLANCAU GARCERAN ALQUIZ FAU DN: cn=HAREYANA CHILQUELLANCAU GARCERAN ALQUIZ FAU, o=DIRECCION METROLOGIA INACAL, ou=INACAL, email=hareyana.chilque@inacal.gob.pe, c=PE Fecha: 2022-01-26 18:34:52 Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: metrologia@inacal.gob.pe  
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/sim/verificar/>



**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología  
 Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 004 – 2022

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Según la Norma Española UNE-EN 60942 "Electroacústica. Calibradores acústicos" (Equivalente a la IEC 60942:2003).

### Lugar de Calibración

Laboratorio de Acústica  
 Calle de La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

### Condiciones Ambientales

Temperatura	22,6 °C ± 0,1 °C
Presión	992,9 hPa ± 0,1 hPa
Humedad Relativa	58,9 % ± 0,4 %

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de la Dirección de Metrología Oscilador de Frecuencia de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la red SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View <a href="http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe">http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe</a>	Contador de frecuencias Agilent 53220A	INACAL DM LTF-C-041-2020
Patrones de Referencia de CENAM	Microfono B&K 4192	CNM-CC-510-368/2021
Patrones de Referencia de CENAM	Preamplificador B&K 2669	CNM-CC-510-373/2021
Patrones de Referencia de CENAM	Amplificador B&K NEXUS 2690	CNM-CC-510-372/2021
Patrones de Referencia de CENAM	Pistofono B&K 4228	CNM-CC-510-348/2021
Patrones de Referencia de FLUKE	Analizador de audio Keithley 2016- P	INACAL DM LE-230-2021
Patrones de Referencia de FLUKE	Multímetro Fluke 8846A	INACAL DM LE-327-2020

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
 El calibrador acústico ensayado de acuerdo a la norma UNE-EN 60942 cumple con las tolerancias para la clase 2  
 establecidas en la norma IEC 60942:2003.

---

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 004 – 2022

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

#### ENSAYOS DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA

Nominal (dB)	Medida (dB)	Desviación (dB)	Tolerancia* (dB)	Incertidumbre (dB)
94	94,14	0,14	0,60	0,13
114	114,19	0,19	0,60	0,13

#### ENSAYOS DE MEDICIÓN DE FRECUENCIA

NPA (dB)	Nominal (Hz)	Medida (Hz)	Desviación (Hz)	Tolerancia* (%)	Tolerancia (Hz)	Incertidumbre (Hz)
94	1000	1001,636	1,636	2,0	20,0	0,021
114	1000	1001,642	1,642	2,0	20,0	0,006

NPA: Nivel de Presión Acústica

#### ENSAYOS DE MEDICIÓN DE DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL + RUIDO

NPA (dB)	Nominal (%)	Medida (%)	Desviación (%)	Tolerancia* (%)	Incertidumbre (%)
94	0,009	0,839	0,830	4,000	0,143
114	0,003	0,049	0,046	4,000	0,026

NPA: Nivel de Presión Acústica

#### Nota:

El calibrador acústico tiene grabado las designaciones: IEC60942:2003 CLASS 2; ANSI S1.40-1984. Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en inglés, CENTER 326.

\* Tolerancias tomadas de la norma IEC 60942:2003 para calibradores acústicos clase 2.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 004 – 2022

Página 4 de 4

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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

### Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 (ITINCI).

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metroológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Cometas N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: metrologia@inacal.gob.pe  
WEB: www.inacal.gob.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**TC-04050-2022**

PROFORMA : 9584A

Fecha de emisión: 2022-03-24

**SOLICITANTE : NATUCULTURA S.A**

Dirección : Av. Alfredo Benavides Nro. 414 Dpto. 501 Urb. Leuro Lima - Lima - Miraflores

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : SONÓMETRO**

Marca : SOUND LEVEL METER

Modelo : SL-5868P

N° de Serie : N941430

Intervalo de Indicación : 30 dB a 130 dB

División de Escala : 0,1 dB

Fecha de Calibración : 2022-03-24

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de TEST &amp; CONTROL S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando el PC-023 "Procedimiento para la calibración de Sonómetros"

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos asociados. Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,6 °C
Humedad Relativa	53,4% HR	51,2% HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
 Gerente Técnico  
 CFP: 0316

Página: 1 de 2


 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
 NTP ISO / IEC 17025:2017

 Certificado de Calibración  
 TC-04050-2022

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia DM - INACAL	Calibrador Acústico 94 dB ; 114 dB	LAC - 004 - 2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Valor Verdadero (dB)	Valor Medido (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)
94,1	94,2	0,1	0,2
114,2	114,4	0,2	0,2

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

---

**FIN DEL DOCUMENTO**

Página: 2 de 2



Jr. Condessa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima ☎ (01) 2629545 📠 990089889 📧 informes@testcontrol.com.pe  
 Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

**ANEXO 8**  
**REGISTROS FOTOGRÁFICOS**

---

Figura 53

Monitoreo en la Av. Aviación con Calle Teodoro Valcárcel



Figura 54

Monitoreo en la Av. Ayacucho con Av. Tomas Marsano

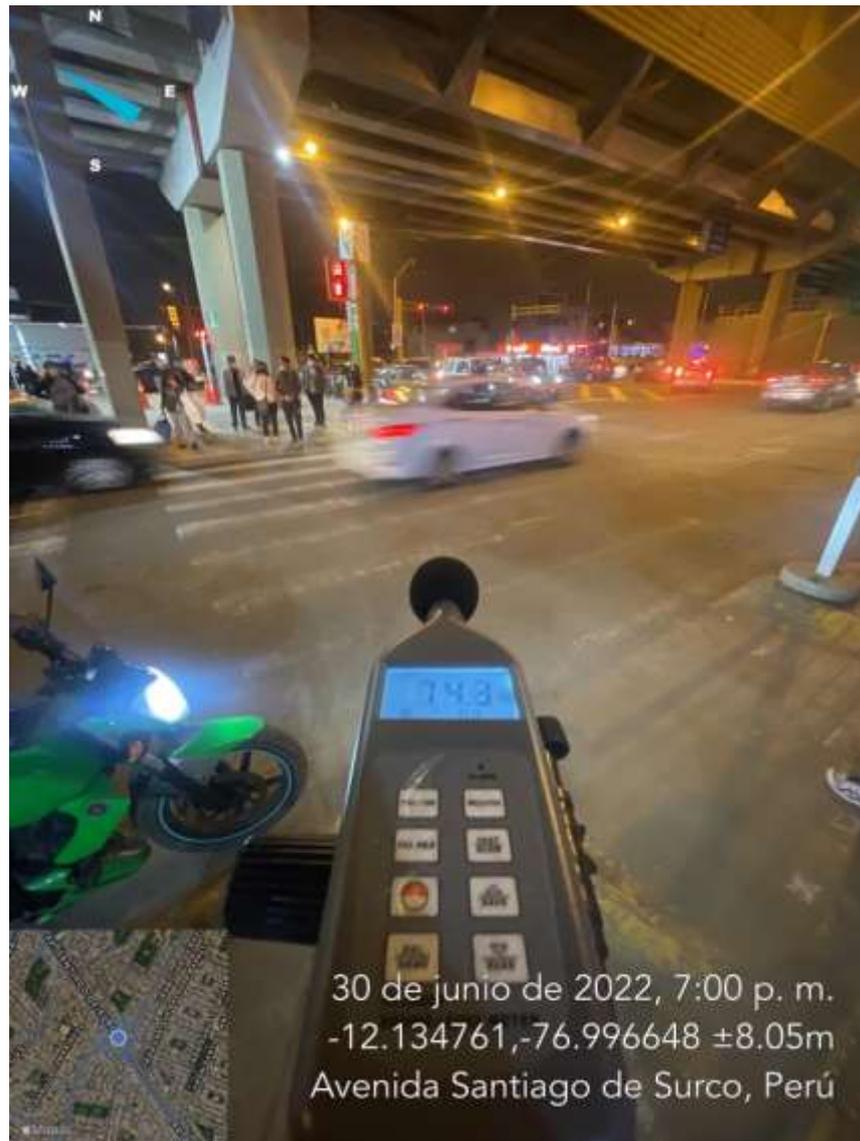


Figura 55

Monitoreo en la Av. Javier Prado Este con Calle los Tiamos



Figura 56

Tránsito vehicular en la Av. Benavides con Jirón Jorge

