

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACION**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y  
ECOTURISMO**

**“NIVELES DE RUIDO EN ALREDEDORES DE LA ESTACIÓN BAYOVAR –  
LÍNEA UNO METRO DE LIMA – SAN JUAN DE LURIGANCHO”**

**TESIS PARA OPTAR  
TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR  
YÓPLAC GRÁNDEZ JIMMY**

**ASESOR  
ZUÑIGA DÍAZ WALTER BENJAMIN**

**JURADO  
DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO JORGE  
DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME  
MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA  
ING. ROJAS LEÓN GLADYS**

**LIMA - PERU**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Con amor y agradecimiento a mis padres y hermanas: José Mariano, Norla Milagros,  
Meily Milagros y Lucy.

Por el irreparable tiempo prestado y el gran esfuerzo de ser partícipes, Gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme fortaleza

Primero, agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional Federico Villarreal, por haberme permitido ser parte de ella y darme la formación profesional y los conocimientos con el fin de ser un ciudadano que contribuya al desarrollo sostenible del país. Así también, a los diferentes docentes que me brindaron su apoyo día a día.

Agradezco también a la Municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho, y a la Línea 01 del Metro de Lima, por el apoyo en la información brindada para poder desarrollar la presente investigación.

También mis más sinceras palabras de agradecimiento, a todas aquellas personas quien de una u otra forma contribuyeron en el logro de este gran sueño, en especial a mi asesor el maestro Walter Zúñiga, a mi compañero de estudio Rodrigo Díaz por su apoyo, y a mis señores padres Mariano Yoplac y Milagros Grandez por su apoyo incondicional, además de brindarme la confianza y compartir conmigo su tiempo y conocimientos.

Así mismo, aprovecho en saludar y agradecer a los informantes de tesis; a los doctores Edwin Galarza, Noe Zamora, y a las maestras Gladys Rojas, y Rogelia Guillen; quienes contribuyeron en este proyecto al aportar sus conocimientos en la mejora del trabajo.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centra en determinar los niveles de ruido en hora punta en alrededores de la estación Bayóvar de la línea 1 del tren eléctrico, y a partir de estos resultados proponer, si es necesario, medidas correctivas que mitiguen estos niveles de ruido, que son principalmente originados por tráfico vehicular, y el comercio ambulatorio que se encuentran en la zona de estudio y son agentes intensificadores del problema.

Para poder llevar a cabo la investigación, esta se inició con la revisión de la bibliografía existente en el tema, además de entrevistas a personal expertos, comerciantes y a la ciudadanía en general; luego se procedió a determinar la hora punta en la zona de estudio mediante el conteo de vehículos que circulan por la avenida en diferentes horarios del día; posterior, en base a los resultados anteriores se llevó a cabo la medición del ruido en puntos previamente identificados; y con estos resultados se evaluó los planes de acción más eficientes para mitigar el ruido.

En el capítulo I se presenta los aspectos metodológicos de la investigación, vélgase decir, los antecedentes, el problema, los objetivos, la justificación e importancia, hipótesis y variables del estudio. En el capítulo II se muestra la base teórica que sirve o aplica para la tesis, tales como la definición de ruido, la gestión ambiental de este, las consecuencias para la salud de las personas, la medición de los volúmenes de tránsito de vehículos, y el marco legal aplicable al ruido. En el capítulo III se menciona los equipos utilizados, así como la metodología que se aplicó para llevarlo a cabo. En el capítulo IV se describe el área de estudio, sus características geográficas, diagnóstico de la configuración urbanística y el entorno ambiental (viento) que se tiene. En el capítulo V se presenta los resultados obtenidos de la hora punta en el área de estudio, así como los niveles de ruido detectados, y se compara estos con la normativa nacional vigente; así mismo se presenta el plan de mitigación formulada para reducir los niveles de ruido medidos.

Finalmente, en los capítulos VI y VII se discute los resultados obtenidos, y se dan las conclusiones y recomendaciones a considerar con el fin de cumplir con el objetivo de la investigación.

## RESUMEN

El estudio de “Niveles de ruido en alrededores de la estación bayóvar - línea uno metro de lima - San Juan de Lurigancho” es evaluar los niveles de ruido en los alrededores de la estación Bayóvar del tren eléctrico, en hora punta, y proponer un plan para reducir estos a valores que no afecten a la población.

Para determinar la hora punta se realizó un conteo del número de vehículos que circulaban en la avenida, lo cual se hizo por 03 días durante las horas de mayor circulación de vehículos, determinado que la hora punta es entre las 18:45 y 19:45 horas.

Luego se procedió a realizar el monitoreo de ruido en 10 puntos de la zona de estudio; el cual se hizo durante un periodo de 14 días; encontrándose que el punto R-09 (Paradero de buses) es el que tiene el mayor  $Leq(A)$  promedio, con 84,9 dB(A).

Las mediciones en campo arrojaron que el 100% de aquellos exceden a los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos aprobado por el D.S. N° 085-2003-PCM, en su anexo 1. Los mencionados valores medidos en cada punto de monitoreo van de 72.3 dB(A) a 84.9 dB (A), cuyos valores están por encima de los límites máximos establecidos para zona comercial (70 dBA) y residencial (60 dBA).

El plano de los niveles de ruido resultante fue elaborado empleando el software ArcGis 10.0. En este plano se identifica que la zona de mayor nivel de ruido es la que se ubica en el punto R-09; y mientras que nos alejamos de este punto, los niveles de ruido disminuyen.

**Palabras clave:** nivel de ruido, hora punta, monitoreo de ruido, plano de niveles de ruido.

## ABSTRACT

*The study of "Noise levels near the bayóvar station - line one meter of lime - San Juan de Lurigancho" is to evaluate the levels of environmental noise near the Bayóvar station of the electric train, at rush hour, and propose a plan to reduce these to values that do not affect the population.*

*To determine the rush hour, a count was made of the number of vehicles that circulated on the avenue, which was done for 03 days during the hours of greatest circulation of vehicles, determined that the rush hour is between 18:45 and 19:45 hours.*

*Then we proceeded to perform environmental noise monitoring at 10 points of the study area; which was done during a period of 14 days; finding that point R-09 (bus stop) is the one with the highest average  $Leq$  (A), with 84.9 dB (A).*

*The measurements in the field showed that 100% of those exceed the values established in the Regulation of National Standards of Environmental Quality for Noises approved by the D.S. No. 085-2003-PCM, in its annex 1. The values measured at each monitoring point range from 72.3 dB (A) to 84.9 dB (A), whose values are above the maximum limits established for the commercial area (70 dBA) and residential (60 dBA).*

*The resulting noise map was developed using the ArcGis 10.0 software. In this map, it is identified that the zone with the highest noise level is the one located at point R-09; and while we move away from this point, the noise levels decrease.*

*Keywords: noise level, rush hour, noise monitoring, noise map.*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
RESUMEN.....	5
LISTA DE TABLAS.....	10
CAPITULO I.....	12
ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	12
1.1. ANTECEDENTES .....	12
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	12
1.1.2. Antecedentes nacionales .....	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.2.1. Descripción del Problema.....	14
1.2.2. Formulación del Problema.....	14
1.2.2.1. Problema general.....	14
1.2.2.2. Problemas específicos .....	14
1.3. OBJETIVO .....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos .....	15
1.4. HIPÓTESIS.....	15
1.5. VARIABLES DE ESTUDIO.....	15
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	16
CAPITULO II .....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. EL RUIDO .....	17
2.2.1. Definición .....	17
2.2.2. Tipos de ruido .....	18
2.2.3. Propagación del ruido en el aire.....	19
2.2.4. Parámetros de valoración del ruido.....	21
2.2. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD HUMANA .....	23
2.3. GESTIÓN AMBIENTAL DEL RUIDO.....	27
2.3.2. Plano de niveles de ruido (mapa de ruido).....	33
2.4. VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR .....	42
2.4.1. Volumen de Tránsito.....	43
2.4.2. Aforo vehicular (Arias Moreno, 2014). .....	44
2.4.3. Volumen de tránsito en hora de máxima demanda (VHMD) .....	45
2.4.4. Hora de máxima demanda (hora punta).....	45
2.4.5. Factor horario de máxima demanda (FHMD).....	46

2.5. MARCO LEGAL.....	47
CAPITULO III.....	49
MATERIALES Y MÉTODO.....	49
3.1. MATERIALES .....	49
3.1.1. Información cartográfica.....	49
3.1.2. Equipos .....	49
3.1.3. Software .....	50
3.2. MÉTODO .....	51
3.2.1. Tipo y alcance de investigación.....	51
3.2.2. Diseño de la Investigación.....	51
3.2.3. Población y muestra.....	51
3.2.4. Metodología .....	52
CAPITULO IV .....	59
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	59
4.1. UBICACIÓN .....	59
4.1.1. Ubicación Política.....	59
4.1.2. Localización Geográfica .....	59
4.2. DESCRIPCIÓN .....	59
4.2.1. Estación Bayóvar .....	59
4.2.2. Avenida Próceres de la Independencia .....	61
4.3. ZONIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO .....	64
4.4. CONFIGURACIÓN URBANÍSTICA.....	64
4.5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	66
CAPITULO V .....	68
RESULTADOS.....	68
5.1. HORA DE MÁXIMA DEMANDA VEHICULAR (HORA PUNTA) .....	68
5.1.1. Aforo vehicular .....	68
5.1.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD).....	68
5.1.3. Hora de máxima demanda (hora punta) .....	72
5.2. NIVELES DE RUIDO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	72
5.2.1. Fuentes de Ruido.....	72
5.2.2. Ubicación de puntos de monitoreo.....	72
5.3. COMPARACIÓN DE NIVELES DE RUIDO SEGÚN ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO, D.S. 085-2001-PCM.....	75
5.4. EVALUACIÓN DEL RUIDO CON EL SOFTWARE ARCGIS.....	77
5.5. PLAN DE MITIGACIÓN DE RUIDO.....	77

5.5.1. Capacitación y sensibilización .....	77
5.5.2. Aplicación de la ordenanza metropolitana 1965.....	79
5.5.3. Implementación de paraderos de vehículos .....	80
5.5.4. Retiro de comercio informal .....	80
5.5.5. Presupuesto de Implementación del Plan Específico.....	80
CAPITULO VI.....	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	83
CAPITULO VII .....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	87
7.1. Conclusiones .....	87
7.2. Recomendaciones.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
ANEXOS.....	92
ANEXO 01: PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	93
ANEXO 02: PLANO DE ZONAS DE USOS DE SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	95
ANEXO 03: PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO .....	97
ANEXO 04: PLANO DE NIVELES DE RUIDO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	99
ANEXO 05: PLANO DE ALTURA DE EDIFICACIONES.....	101
ANEXO 06: PLANO DE PUNTOS DE AFORO.....	103
ANEXO 07: RESULTADOS DE AFORO DE VEHÍCULOS .....	105
ANEXO 08: RESULTADOS DE MONITOREO AMBIENTAL .....	112
ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO .....	123

## LISTA DE TABLAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PAG.
1:	Variables de estudio .....	15
2:	Grado de hipoacusia, el umbral de audición y el déficit auditivo .....	25
3:	Tolerancias permitidas para los sonómetros .....	32
4:	Formato utilizado para el conteo de vehículos.....	54
5:	Formato para anotar datos de monitoreo de ruido.....	57
6:	Coordenadas UTM del área de estudio .....	59
7:	Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana A .....	65
8:	Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana B .....	65
9:	Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana C .....	65
10:	Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana D.....	66
11:	Coordenadas UTM de los puntos de aforo.....	68
12:	Volumen horario del aforo del día 21.09.17 .....	69
13:	Volumen horario del aforo del día 23.09.17 .....	70
14:	Volumen horario del aforo del día 25.09.17 .....	71
15:	Coordenadas UTM de los puntos de monitoreo.....	73
16:	Promedio de resultados de monitoreo de ruido.....	74
17:	Comparación entre niveles de ruido y ECA en ruido zona comercial .....	76
18:	Comparación entre niveles de ruido y ECA en ruido zona residencial.....	76
19:	Presupuesto para capacitación y sensibilización.....	81
20:	Presupuesto para construcción de paradero de colectivos.....	81
21:	Presupuesto para construcción de paradero de mototaxis .....	82
22:	Coordenadas UTM del punto de monitoreo del proyecto de la Línea 01 .....	83
23:	Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental.....	83
24:	Resultados promedios de ruido ambiental en el área de estudio.....	84
25:	Niveles de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo .....	85
26:	Niveles de ruido en zona metropolitana de Guadalajara.....	86
28:	Resultados de aforo de vehículos 21.09.17, sentido Noreste .....	106
29:	Resultados de aforo de vehículos 21.09.17, sentido sureste .....	107
30:	Resultados de aforo de vehículos 23.09.17, sentido Noreste .....	108
31:	Resultados de aforo de vehículos 23.09.17, sentido suroeste .....	109
32:	Resultados de aforo de vehículos 25.09.17, sentido noreste.....	110
33:	Resultados de aforo de vehículos 25.09.17, sentido suroeste .....	111
34:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-01 .....	113
35:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-02 .....	114
36:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-03 .....	115
37:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-04.....	116
38:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-05 .....	117
39:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-06.....	118
40:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-07 .....	119
41:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-08.....	120
42:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-09 .....	121
43:	Resultados de monitoreo ambiental Punto R-10 .....	122

## LISTA DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PAG.
1:	Reflexión de una onda en una superficie lisa y rígida.....	20
2:	Evolución del nivel de presión sonora al borde de una carretera.....	23
3:	Esquema efectos del ruido vehicular en la salud pública, niveles de ruido y síntomas .....	27
4:	Sonómetro análogo .....	32
5:	Sonómetro digital.....	33
6:	Mapa de ruido de tráfico del Centro Histórico de Lima.....	35
7:	Representación típica de una condición geográfica en formato de celdas. ....	38
8:	Condición típica de un modelo de dispersión por el método IDW. ....	39
9:	Vista panorámica de la estación bayóvar .....	60
10:	Ambulantes en la Estación Bayóvar. ....	61
11:	Establecimientos comerciales en av. Próceres de la Independencia .....	61
12:	Estación de servicio en av. Próceres de la Independencia .....	62
13:	Paradero dirección nor-este (Jicamarca) .....	62
14:	Paradero dirección sur-oeste (Evitamiento) .....	62
15:	Avenida Héroes del Cenepa.....	63
16:	Jirón Viena .....	64
17:	Rosa de vientos del área de estudio.....	67
18:	Valores promedios de Leq (A) de los puntos de monitoreo.....	74
19:	Promedio nivel equivalente, Máximo y Mínimo .....	75
20:	Comparación de puntos de monitoreo con el ECA de ruido zona comercial.....	76
21:	Comparación de puntos de monitoreo con el ECA de ruido zona residencial .....	77
22 :	Equipos de monitoreo utilizados. Derecha: sonómetro Hangzhou aihua modelo AWA 6228. Izquierda: sonómetro Cesva modelo SC102 .....	124
23:	Monitoreo en el punto R-01 .....	124
24:	Monitoreo en el punto R-02 .....	124
25:	Monitoreo en el punto R-03 .....	125
26:	Monitoreo en el punto R-04 .....	125
27:	Monitoreo en el punto R-05 .....	125
28:	Monitoreo en el punto R-06 .....	126
29:	Monitoreo en el punto R-07 .....	126
30:	Monitoreo en el punto R-08 .....	126
31:	Monitoreo en el punto R-09 .....	127
32:	Monitoreo en el punto R-10 .....	127

## CAPITULO I

### ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 1.1. ANTECEDENTES

##### 1.1.1. Antecedentes internacionales

- a. **Reyes Jiménez, Héctor; Riobamba – Ecuador, 2012.** En su trabajo de investigación determinó los niveles de ruido en la ciudad de Puyo donde los puntos de monitoreo fueron establecidos en las zonas de mayor congestión. Los resultados mostraron que en la zona de estudio se tuvo un  $Leq$  (A) de 71.86 dB (A).
- b. **Morales Pérez, Javier, Madrid – España, 2009** en su tesis doctoral realiza un estudio sobre la influencia de variables en el ruido urbano producido por el tráfico vehicular. La investigación consiste en la medición de todas las variables presentes en una ciudad que pudiesen tener alguna influencia en la contaminación acústica, así como el nivel de ruido en Madrid. Al final propone un modelo matemático para clasificar una sección de vía como de alto o bajo nivel sonoro.
- c. **Lobos Vega, Víctor; Valdivia – Chile, 2008.** En su trabajo de titulación el autor mide, representa y evalúa el ruido ambiental generado en la ciudad de Puerto Montt. Se concluyó que la principal fuente de ruido es el parque automotriz de la zona evaluada.
- d. **Bañuelos Castañeda, Miguel; Guadalajara – México, 2005.** Para obtener el grado de magister realizó un trabajo de investigación en donde realiza un análisis de los niveles de ruido originados por tráfico vehicular en la ciudad de Guadalajara y la posterior elaboración del mapa de ruidos. Concluye que del total de puntos monitoreados el 26% se encuentran por encima de los estándares permitidos en México.
- e. **Bravo Moncayo, Luis; Valdivia – Chile, 2002.** En su tesis de licenciatura propone un modelo para la gestión del ruido en el distrito metropolitano de Quito, Ecuador.

### 1.1.2. Antecedentes nacionales

- a. **Gutiérrez Etchebarne, César; Lima – Perú, 2012.** en su trabajo de titulación “*Modelación de ruido en el centro histórico de Lima con el software Custic 3.2.*” elabora un mapa de ruidos de las principales calles del centro histórico de Lima, en donde se aprecia que los puntos más críticos se ubican en las avenidas Tacna y Abancay.
- b. **Baca Berrio, William y Seminario Castro, Raúl; Lima – Perú, 2012** en su trabajo de titulación “*Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*”, analizan los niveles de ruido en el campus universitario producto de los monitoreos de ruido realizados, y plasman la información generada en un mapa de ruido. Concluyeron que la principal fuente de ruido fue la originada por el parque automotor que circula por el perímetro de la ciudad universitaria.
- c. **GyM Ferrovías S.A.; Lima – Perú, 2010.** *Estudio de Impacto Ambiental semi detallado del sistema eléctrico de transporte masivo Lima y Callao, Línea 1, Tramo 2: Avenida Grau San Juan de Lurigancho.* Como parte de la línea de base socio ambiental, se realizó un monitoreo de ruido en la zona de estudio, cuyos resultados arrojan valores por debajo de los estándares de calidad ambiental.
- d. **Rodríguez Pérez, Cesar; Tumbes – Perú, 2010.** En su trabajo de titulación “*Niveles Sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes*” identificó los locales de fiesta que generan mayores niveles de ruido en el distrito de Tumbes y que ocasionan consecuencias negativas para la salud de los visitantes como para los vecinos. Como resultado se registraron locales nocturnos que emitían hasta 102.3 dB(A).
- e. **Melchor Llosa, Herencia Calampa y Gomez Barria, Lima – Perú, 2009.** Realizaron un estudio sobre el impacto del flujo automovilístico producido por las obras del intercambio vial de las Avenidas Universitaria y Venezuela. De los resultados se observó que en todos los puntos de monitoreo establecidos, la medición sobrepasa los límites permisibles, originado esto por el transporte vehicular.
- f. **Barreto Dávila, Celso (Lima - Perú 2007),** en su trabajo de maestría “*contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista Callao*” determina (OEFA, 2013) los niveles sonoros producidos por las aeronaves que despegan por la pista 15 del aeropuerto internacional Jorge Chávez, y pasan por el distrito

de Bellavista, realizando monitoreos de ruido ambiental en cada una de las estaciones establecidas en la zona de Estudio.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Descripción del Problema**

San Juan de Lurigancho, el distrito más poblado del Perú (1 162,000 habitantes), ha sufrido una transformación comercial y de transporte debido a importantes proyectos como la construcción de la Línea 1 del Metro de Lima. Pero estos cambios también han originado impactos ambientales negativos, como altos niveles de ruido que afectan a la población. Es así que en la avenida Próceres de la Independencia, en la estación Bayóvar de la Línea Uno del metro de Lima, se ha podido identificar niveles de ruido de 105.4 dB(A), causado principalmente, por la congestión vehicular que se genera en horas de la noche (horas punta) frente a la estación mencionada, agravado por el comercio informal que se ha apoderado de la estación, del paradero de buses y de la vía auxiliar de la avenida.

En los alrededores de la subestación Bayóvar se ha identificado población potencialmente afectada por estos altos niveles de ruido, además de los propios comerciantes que están expuestos a este peligro, pudiendo originarle efectos negativos a su salud.

### **1.2.2. Formulación del Problema**

#### **1.2.2.1. Problema general**

- ¿Cuál es la situación actual de los niveles de ruido en hora punta, en los alrededores de la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima?

#### **1.2.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la hora punta en la estación Bayóvar donde se genera los mayores niveles de ruido?
- ¿A cuánto llega los niveles de ruido en hora punta en alrededores de la estación Bayóvar?
- ¿Se están cumpliendo los valores límites establecidos para ruido en las regulaciones u ordenanzas?
- ¿Cuáles son las propuestas que se puede proponer para mitigar los niveles de ruido?

### 1.3. OBJETIVO

#### 1.3.1. Objetivo general

- Realizar un análisis de los niveles de ruido en hora punta en los alrededores de la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la hora punta en la estación Bayóvar donde se genera los mayores niveles de ruido.
- Valorar y representar mediante un plano los niveles de ruido en hora punta en alrededores de la estación Bayóvar.
- Comparar los niveles sonoros con los valores límites establecidos en las regulaciones u ordenanzas correspondientes.
- Proponer un plan de mitigación de niveles de ruido en la zona de estudio.

### 1.4. HIPÓTESIS

Los niveles de ruido en hora punta en los alrededores de la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima son una fuente de contaminación acústica creciente que deteriora la calidad ambiental de la zona.

### 1.5. VARIABLES DE ESTUDIO

En la tabla 01 se muestra las variables que se van a utilizar para la presente investigación.

*Tabla N° 1: Variables de estudio*

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE	INDICADOR
Independiente	Hora punta	Número de vehículos
Dependiente	Nivel del ruido	Decibeles (A)

*Fuente: Elaboración propia.*

## **1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **Justificación (el porqué de la investigación)**

El estudio se realiza en vista de que se ha detectado, a través de un monitoreo ambiental preliminar, que existen altos niveles de ruido en la zona exterior a la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima, principalmente en horas de la tarde – noche (entre las 6:00 y 9:00 p. m.). Los resultados arrojaron niveles de ruido superior a los estándares de calidad ambiental (D.S. 0085-2003-PCM).

Por tal razón se ha visto conveniente la realización del presente trabajo que se basa en realizar una medición y análisis de los niveles de ruido en los alrededores de la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima, ya que es una zona tanto comercial como residencial donde la salud de la población pudiese estar siendo afectada negativamente.

### **Importancia (Para qué de la investigación)**

El presente estudio pretende generar información sobre los niveles de ruido en los alrededores de la estación Bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima; que sirva como base para determinar las condiciones en las que se encuentra este y a partir del cual presentar propuestas para la mitigación del ruido. Los mencionados servirán como base para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales del distrito de San Juan de Lurigancho, además de poder aplicar lo establecido en la normativa nacional vigente que regula este tema.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. EL RUIDO

##### 2.2.1. Definición

Existen definiciones del ruido que se encuentran en la literatura especializada, unas más técnicas, otras de tipo jurídico y otras de carácter social. Una definición técnica define el ruido como:

“Un fenómeno sonoro formado por vibraciones irregulares en frecuencia (período, ciclo o hertz) y amplitud por segundo, con distintos timbres, dependiendo del material que los origina”, Enríquez (2002).

Por su parte, la física define el ruido como:

“Una sensación producida en el oído por determinadas oscilaciones de la presión exterior. La sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio hace que la presión existente fluctúe en torno a su valor de equilibrio; estas variaciones de presión actúan sobre la membrana del oído y provocan en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia, originando la sensación de sonido”, Fernández (2000).

Fernández, señala que en el sonido se conciben dos conceptos esencialmente distintos, aunque íntimamente relacionados; por un lado, la onda sonora o ente físico capaz de producir la sensación de sonido y, por otro, la sonoridad o sensación subjetiva producida por ciertas variaciones de presión en el oído.

Desde lo social, Lamarque (1975) define el ruido como un “sonido o conjunto de sonidos desagradables o molestos”, y Sanz (1987) considera que el ruido se trata de “un sonido molesto e intempestivo que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos no deseados en una persona o un grupo”; Mientras que López y Herranz (1991) estudian el ruido por tráfico urbano y su interferencia en el sueño, definiendo el ruido como “toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico”.

Una definición asociada al ámbito jurídico es la que expone Ortega (2002) quien muestra que el ruido no sería considerado como tal, sino produjese un rechazo y

efecto no deseado para el que lo sufre, como es el efecto sobre el sueño (effect on the dream).

Lo esencial de cualquier definición del ruido (técnica, jurídica o social) es que se trata de uno o diversos sonidos molestos que pueden producir efectos fisiológicos, psicológicos y sociales no deseados en las personas o grupos de personas (Sandoval, 2005).

### 2.2.2. Tipos de ruido

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de sonidos, que para efectos del presente informe lo denominaremos como ruido.

- En función del tiempo:
  - **Ruido Estable:** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producida por una industria o una discoteca sin variaciones.
  - **Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.
  - **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un compresor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.
  - **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesias, entre otras.

- En función al tipo de actividad generadora de ruido:
  - Ruido generado por el tráfico automotor.
  - Ruido generado por el tráfico ferroviario.
  - Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
  - Ruido generado por plantas industriales, edificaciones, y otras actividades productivas, servicios y recreativas.

### **2.2.3. Propagación del ruido en el aire**

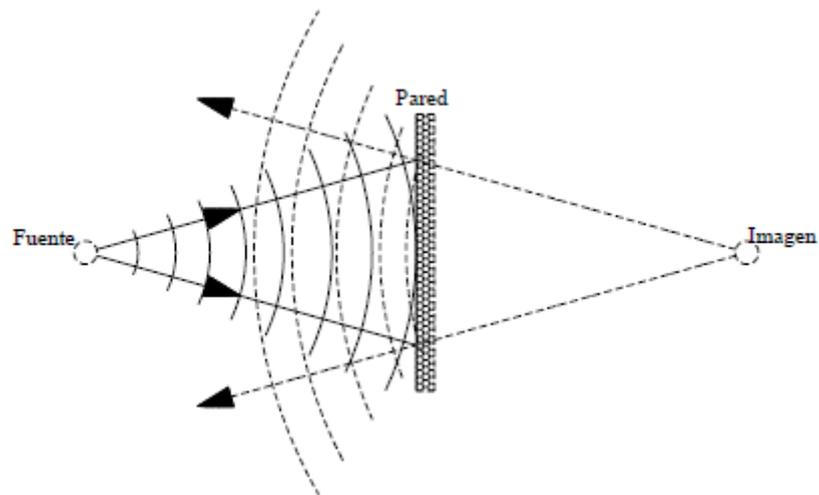
El ruido se propaga en el aire como las ondas en el agua. En campo libre, al doblarse la distancia, la amplitud de la onda se reduce a la mitad, con lo que el nivel de presión sonora disminuye en 6 dB. Así pues, si se pasa de uno a dos metros de la fuente el nivel de la presión sonora disminuye 6 dB, a 4 m caerá 12 dB, a 8 m 18 dB, y así sucesivamente (otorrinoweb, 2015).

Sin embargo, esta ley sólo es cierta cuando en la trayectoria del ruido no hay obstáculos ni objetos reflectantes. Estas condiciones ideales se conocen por campo libre. En la propagación real del ruido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras.

Si hay un obstáculo en el camino del ruido, parte se absorbe, parte se refleja y parte se transmite. La cantidad que se absorbe, refleja y transmite depende de las características acústicas del objeto, de su tamaño y de la longitud de onda del sonido. Ver figura N° 1.

En general, el objeto debe ser mayor de una longitud de onda para afectar al sonido de forma apreciable. Por ejemplo, 10 kHz la longitud de onda es de 3.4 cm, con lo cual un pequeño objeto puede perturbar el campo sonoro y con ello conseguir absorber el sonido. Pero, a 100 Hz, la longitud de onda es de 3.4 m. y el aislamiento es más difícil, esto se observa cuando tocan música en la habitación de al lado, el bajo es muy difícil de tapar. Luego, a mayor frecuencia, menor longitud de onda y resulta más fácil conseguir la absorción de dicho sonido.

Figura N° 1: Reflexión de una onda en una superficie lisa y rígida



Fuente: <http://coib.webatu.com/index2.html>

De igual forma, si la superficie no es porosa y es perfectamente rígida, no hay pérdida de energía por la reflexión, de manera que la onda reflejada posee en mismo nivel de presión sonora en un punto determinado que el que produciría la fuente imagen si el muro se retirara y tuviera la misma potencia sonora que la fuente real (figura N° 01).

Esta disminución o atenuación del nivel del ruido es el resultado de varios mecanismos o factores, como:

- La divergencia geométrica desde la fuente (Adiv)
- Absorción de la energía acústica por el aire (Aaire)
- Efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo
- (Asuelo).

Estos tres (03) factores deben considerarse en todas las situaciones por ser universales. En casos específicos debe considerarse la atenuación por mecanismos o factores adicionales, como son:

- La reflexión del ruido en los edificios (Arefl)
- Propagación a través de la vegetación. (Aveg)
- Propagación a través del área de las casas (Acasa)

La atenuación total (Atotal) del ruido se calcula sumando cada uno de los factores señalados, incluyendo las condiciones o parámetros meteorológicos, tales como:

viento y temperatura, condiciones que tienen efectos significativos sobre la propagación del ruido a distancias mayores a 100 m (Barreto Nicanor, 2007).

#### **2.2.4. Parámetros de valoración del ruido**

Los parámetros de valoración de ruido sirven para cuantificar el ruido además de entregar información respecto a la calidad y cantidad de los niveles sonoros que existen en un determinado lugar, y así poder planificar y optar por las medidas de mitigación más acorde al problema. Los resultados son corregidos de acuerdo a la escala de ponderación de frecuencias A, la cual es utilizada universalmente en las normativas de acústica ambiental (Riquelme Lobos, 2007).

Para el presente estudio se evaluarán los parámetros más significativos de la acústica, de modo que nos permita conocer los niveles de ruido en el área de estudio:

##### **a. Nivel de ruido equivalente ( $L_{eq}$ ).**

Este parámetro está definido en la ISO 1996-1, donde se define al  $L_{eq}$  como el valor medio del nivel de ruido durante un determinado período de tiempo, no necesariamente 24 horas; vale decir, es un ruido estable que corresponde al promedio integral en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo.

Para el presente caso se ha utilizado la ponderación de frecuencia "A", este nivel sonoro continuo equivalente en un determinado punto de medición o monitoreo que cambia con el tiempo es igual al nivel de un sonido estable equivalente para la misma duración de la medida; es decir, un sonido que tiene la misma energía sonora equivalente en una onda sonora libre progresiva que el sonido variable realmente medido (Barreto Nicanor, 2007).

El parámetro  $L_{eq}$  se midió con un Sonómetro Integrador, como es: CESVA tipo 2, Modelo SC102, equipos de alta precisión utilizados en este estudio.

##### **b. Nivel de presión sonora equivalente continuo ponderado A ( $L_{Aeq,T}$ )**

Este nivel nace de la necesidad de contar con un descriptor que emule la respuesta del oído humano desde el punto de vista fisiológico. Se expresa  $L_{Aeq}(T)$  o  $L_{Aeq,T}$  que indica la utilización de la red de ponderación A, y su formulación matemática es:

$$L_{Aeq}(T) = 10 \text{ Log} \left( \frac{1}{T} \int_T \left( \frac{P}{P_0} \right) dt \right)$$

Dónde:

T = tiempo de duración de la medición.

P = presión sonora instantánea (Pa).

P<sub>0</sub> = presión de referencia = 2\*10<sup>-5</sup>

En la práctica el cálculo del L<sub>Aeq</sub> se realiza sumando n niveles de presión sonora

L<sub>i</sub> emitidos en los intervalos de tiempo t<sub>i</sub> y la expresión adopta la forma

(discreta):

$$L_{Aeq}(T) = 10 \text{ Log} \left( \frac{1}{T} \sum 10^{L_i/10} * t_i \right)$$

T =  $\sum t_i$  = tiempo de exposición

L<sub>i</sub> = nivel de presión sonora constante en el intervalo i

t<sub>i</sub> = tiempo del intervalo i correspondiente al nivel L<sub>i</sub>

Se mide en decibelios (dB) y varía entre 0 dB (umbral de audición) y 120 dB (umbral del dolor).

El L<sub>Aeq</sub> se expresa en dBA, y no tiene sentido si no va acompañado de una base de tiempo o intervalo de observación:

$$L_{Aeq}(t^1, t^2) \text{ o } L_{Aeq}(T)$$

El nivel de presión sonora ponderado “A”, expresado en “dBA”, es una unidad ambiental reconocida internacionalmente, por su fácil implementación y por su buena correlación con otros procedimientos de categorización del ruido. Este ponderador es tan adecuado para eventos individuales como para eventos que representan una respuesta de ruido comunitario.

### c. Nivel de presión sonora máxima (L<sub>max</sub>)

Este parámetro es el nivel sonoro más alto con ponderación temporal exponencial, en “dB”, que se produce durante un período de tiempo determinado.

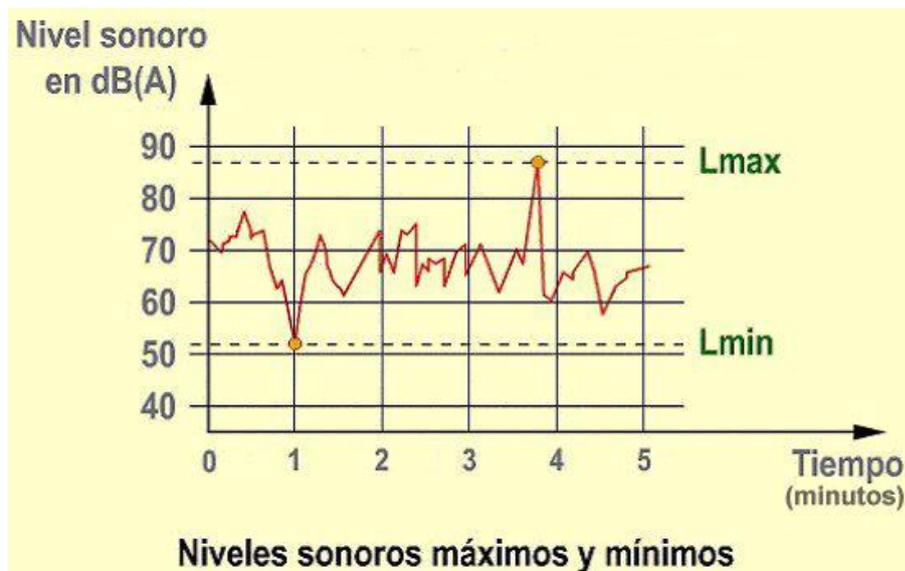
Para una onda de presión sonora inestable, el nivel sonoro máximo depende de la ponderación temporal exponencial utilizada, es decir de la respuesta Rápida (Fast).

**d. Nivel de presión sonora mínima (Lmin)**

Representan el ruido de menor intensidad, opuesto al Lmax, y no aportan información sobre su duración ni sobre la exposición total al ruido.

En la figura N° 2 se observa gráficamente el nivel de presión sonora máximo y mínimo del nivel de ruido en una carretera.

*Figura N° 2: Evolución del nivel de presión sonora al borde de una carretera*



Fuente: <http://coib.webatu.com/index2.html>

**2.2. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD HUMANA**

Desde el punto de vista de la contaminación acústica, el ruido tiene un impacto grave sobre la salud humana, las personas expuestas constantemente a ruido sufren de insomnio. Estos efectos se pueden evitar si el nivel de ruido continuo se mantiene por debajo de 30 decibeles (dB) en interiores. El ruido no sólo influye en las personas de una manera fisiológica, además aumenta el estrés y el nivel de agresividad, lo que influye directamente en las actividades mentales y en la vida social de las personas.

Basándose en el trabajo realizado por investigadores como Berglund, además del estudio realizado por el Servicio de Comunidades y Vecindarios de la Ciudad de Toronto, y las consideraciones hechas por entidades gubernamentales en Latinoamérica e Iberoamérica, como el Instituto Mexicano del Transporte en los años 2001 y 2002, y por el Ministerio de Ciencia de Innovación de España 2010, se

pueden definir los siguientes efectos negativos en la salud producidos por el ruido (García Bosca, 2010):

**a. Trastornos auditivos**

Considerados usualmente como el nivel de audición en el que los individuos comienzan a tener dificultades para llevar una vida normal, comúnmente en lo concerniente a la comprensión del habla. De acuerdo con el Instituto Mexicano de Transporte, en Estados Unidos se ha definido el trastorno auditivo como un promedio aritmético de pérdida de audición de 26 dBA; en Polonia se ha establecido ese promedio en 30 dBA y en el Reino Unido en 30 dBA.

**b. Pérdida de la audición**

La evidencia encontrada para la relación causa efecto entre el ruido y la pérdida de la audición ha sido suficiente para que comunidad científica haya establecido que niveles de 75 dBA no causan pérdida permanente de la audición, sin embargo, niveles de aproximadamente 85 dBA con exposición prolongada de hasta 8 horas, podrían causar pérdida del oído después de muchos años.

**c. Hipoacusia**

De acuerdo con la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), la hipoacusia es la disminución del nivel de audición de una persona por debajo de lo normal, la cual puede ser reversible o permanente. Requiere una exposición alta en intensidad y duración del ruido o un cansancio prolongado que no permite la recuperación. La evolución típica muestra una primera fase con pérdida de unos 40 dB(A) en la zona de recepción de la frecuencia de 4 KHz que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa.

En una fase posterior esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. Si la agresión del ruido continúa, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4 KHz, así se inicia un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales. En la Tabla N° 2 se presenta el grado de hipoacusia, el umbral de audición y el déficit auditivo establecidos por el Ideam.

Tabla N° 2: Grado de hipoacusia, el umbral de audición y el déficit auditivo

Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales de Colombia (Ideam).

De la misma forma, la Subdirección de Estudios Ambientales presenta la siguiente sintomatología de la hipoacusia, la cual es el resultado de la presencia de lesiones:

- a. La persona presenta acufenos (percepción de ruidos o zumbidos en los oídos) al final del día, astenia psíquica; la audiometría revela una pérdida de sensibilidad auditiva a la frecuencia de 4000 ciclos por segundo.
- b. La pérdida auditiva se incrementa a frecuencias próximas a 4000 ciclos por segundo y la persona refiere algún problema comunicativo.
- c. La pérdida avanza hacia frecuencias más bajas con una clara repercusión en la comunicación auditivo verbal.

**d. Dificultad en la comunicación oral.**

Algunos estudios han demostrado que a una distancia de un metro del hablante la conversación reposada se realiza con un nivel de voz de unos 56 dBA y a medida que aumentan los niveles de ruido las personas tienden a elevar la voz para superar el efecto de enmascaramiento. Las voces normal y elevada emplean niveles aproximados de 66 dBA y 72 dBA respectivamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica interferencias en la comunicación oral por encima de los 35 dBA.

**e. Estrés inducido por el ruido.**

Es el síntoma más común en una persona sometida a condiciones de ruido constante, induciendo alteraciones en el sistema nervioso, el sistema cardiovascular y la salud

mental, como una reacción de tensión en respuesta a la contaminación acústica, como lo haría ante cualquier agresión de tipo físico o psíquico. Incluso se ha llegado a establecer que, si la estimulación por el ruido es persistente o se repite con regularidad, pueden producirse alteraciones permanentes en los sistemas neurosensorial, circulatorio, endocrino, sensorial y digestivo.

**f. Perturbación del sueño.**

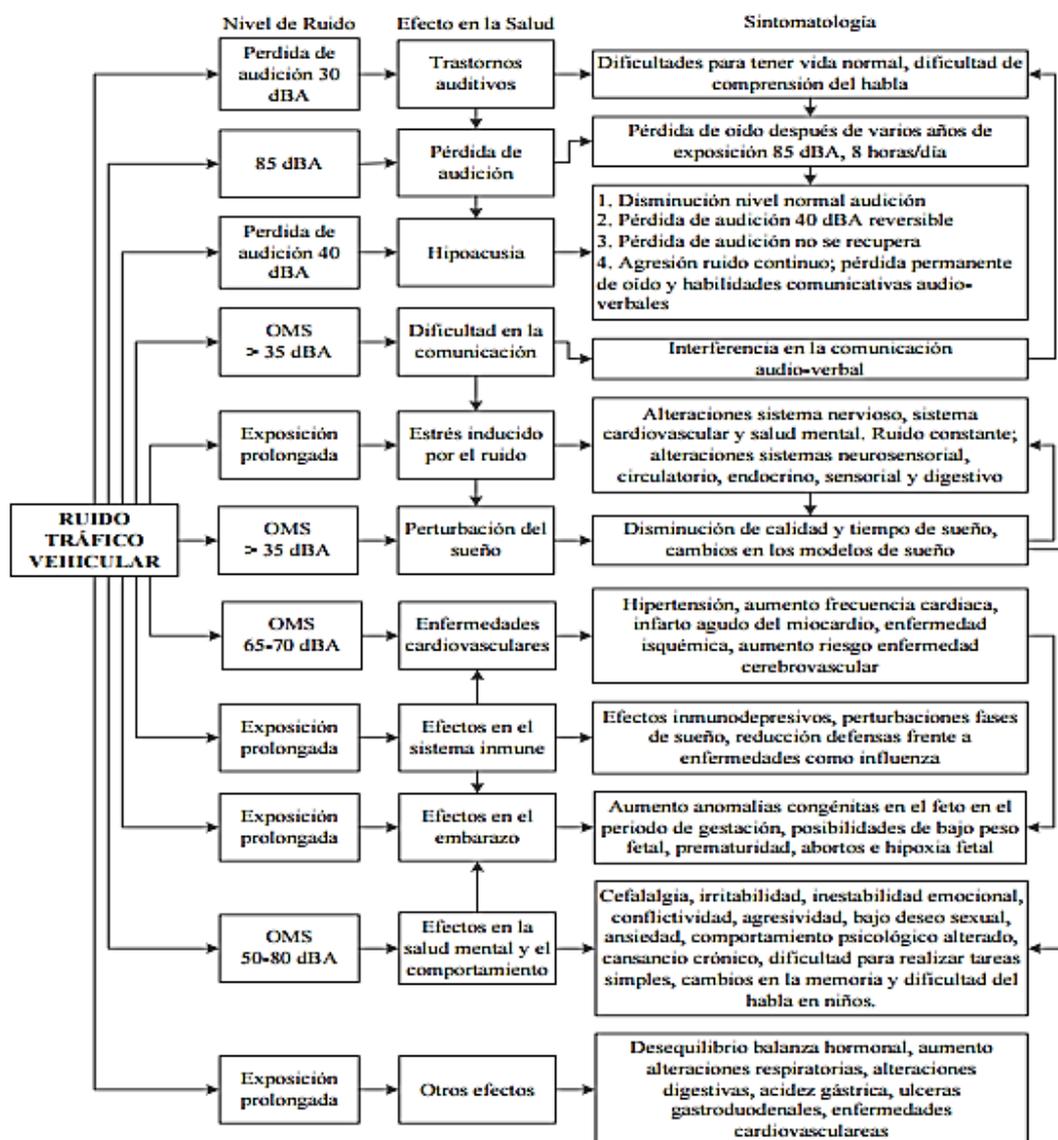
Evidenciada en la disminución de la calidad y tiempo del sueño y cambios en los modelos de sueño. La OMS identifica efectos del ruido sobre el sueño a partir de 30 dBA. De otra parte, los efectos del ruido sobre el sueño parecen aumentar a medida que los niveles de ruido sobrepasan los 35 dBA.

**g. Otros efectos**

La exposición a ruido de forma prolongada aumenta los niveles de cortisol produciendo un numero de efectos que desequilibran la balanza hormonal pudiendo causar alteraciones de tipo respiratorio, con aumento de la frecuencia respiratoria, alteraciones digestivas, con aumento de la acidez gástrica e incremento de la incidencia de las úlceras gastroduodenales y alteraciones o enfermedades cardiovasculares, para las cuales el riesgo de padecerlas se ve incrementado cuando se produce una exposición combinada a ruido, carga física, trabajo a turnos y complejidad de la tarea desarrollada.

En la figura N° 3 se presenta un esquema general donde se relacionan las anteriores consideraciones respecto al ruido del tráfico vehicular, algunos valores típicos establecidos por la comunidad científica internacional, los efectos ocasionados en salud pública y la sintomatología típica para cada condición.

Figura N° 3: Esquema efectos del ruido vehicular en la salud pública, niveles de ruido y síntomas



Fuente: Formulación plan estratégico para el control de la contaminación acústica vehicular – caso de estudio Tunja, 2012.

### 2.3. GESTIÓN AMBIENTAL DEL RUIDO

La gestión ambiental del ruido incluye todas las actuaciones que tienen por objeto prevenir o reducir la contaminación acústica a la que está expuesta la población, y la preservación y mejora de la calidad acústica del territorio. Las acciones pueden ser tanto de corrección como de prevención.

Por otra parte, la gestión ambiental del ruido debe prever la incorporación de criterios acústicos en el planeamiento para hacer compatibles los distintos usos en el territorio.

Dentro de las estrategias que permiten reducir o prevenir la contaminación por ruido, podemos mencionar:

- Los monitoreo ambientales de ruido: Que consisten básicamente en medir los niveles (Leq) de un lugar específico, y tener así el diagnóstico o línea base para establecer los planes de acción/específicos a implementar.
- Mapas de ruido: Un mapa de ruido es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora (ruido) existentes en una zona concreta y en un período determinado.  
La utilidad del mapa de ruido es determinar la exposición de la población al ruido, para así adoptar los planes de acción necesarios para prevenir y reducir el ruido y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.
- Los planes de acción: de ámbito más global, se elaboran a partir de los mapas estratégicos de ruido donde figura la población expuesta a determinados niveles de ruido.
- Los planes específicos: de ámbito más puntual, se aplican en lugares más concretos de las zonas acústicas donde se sobrepasan los objetivos de calidad.

### **2.3.1. Monitoreo de Ruido Ambiental**

El monitoreo de ruido ambiental es la medición del nivel de presión sonora generada por las distintas fuentes hacia el exterior. En función al tiempo que se da pueden ser estables, fluctuantes, intermitentes e impulsivos en un área determinada (MINAM, 2011).

Para la realización del monitoreo de ruido se tiene varias metodologías. Para el presente estudio, nos basaremos en lo establecido en el PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL. Para el desarrollo del mencionado Protocolo se tomó como base los criterios técnicos descritos en las Normas Técnicas Peruanas aprobadas por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), en la propuesta de Protocolo de Monitoreo elaborada por la OEFA y en la información obtenida en las reuniones celebradas con autoridades en la materia.

Para efectos de la aplicación del protocolo, el monitoreo del ruido ambiental deberá utilizarse la ponderación A con la finalidad de comparar los resultados con el ECA Ruido vigente.

### 2.3.1.1. Diseño del plan de monitoreo

Antes de realizar el monitoreo de ruido se debe diseñar un Plan de Monitoreo que permita la recolección de información adecuada y valedera. Para ello debemos considerar al menos lo siguiente:

- **Propósito del monitoreo**

Definir el objetivo del monitoreo, incluyendo la fuente, la actividad a monitorear y las características de la misma relacionadas al ruido, es decir, identificar aquellos procesos o actividades que generan mayor intensidad de ruido.

***Ejemplo:***

- *Objetivo del monitoreo: Identificar la intensidad de ruido producido por el tránsito vehicular.*

- *Características: Presencia de vehículos livianos (carros) y de carga pesada (camiones), así como el uso continuo del claxon.*

- **Periodo de monitoreo**

El tiempo de medición debe cubrir las variaciones significativas de la fuente generadora. Este tiempo debe cubrir mínimo tres variaciones; en el caso que no se lleguen a cubrir lo señalado, los intervalos a elegir deben ser representativos considerando que en este intervalo se pueda medir un ciclo productivo representativo. Es decir, el período de medición debe coincidir con el periodo de generación del ruido representativo.

***Ejemplo:***

- *Monitoreo en una zona industrial: El intervalo de medición debe ser cuando la industria se encuentre en funcionamiento dentro de su horario de trabajo con una capacidad de producción promedio.*

- *Monitoreo en una avenida principal donde se necesita monitorear ruido generado por el paso vehicular: El intervalo debe ser en el horario de mayor tráfico u hora punta.*

Para el caso de monitoreos de áreas donde se ubicarán futuros proyectos (*es decir en la etapa de Línea Base*), la medición deberá hacerse dentro del horario en que se realizarán las labores de construcción y operación, y además tomando en cuenta el horario de mayor intensidad de ruido en el entorno.

- **Ubicación de los puntos de monitoreo**

Para determinar la ubicación de los puntos de monitoreo del ruido, se deberá considerar la siguiente información:

- Determinar la zona donde se encuentra la actividad a monitorear, según la zonificación dispuesta en el ECA Ruido.
- Para la determinación de los puntos de monitoreo, se deberá considerar la dirección del viento debido a que, a través de éste, la propagación del ruido puede variar.
- Dentro de cada zona, seleccionar áreas representativas de acuerdo a la ubicación de la fuente generadora de ruido y en donde dicha fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior.
- Seleccionar los puntos de medición indicando coordenadas para cada área representativa. Dichos puntos de medición deberán estar localizados considerando la fuente emisora y la ubicación del receptor.
- Describir el área a monitorear en una hoja de campo, señalando si existen superficies reflectantes y condiciones climáticas a corregir.

- **Descripción del entorno**

Se debe realizar un reconocimiento inicial del lugar, con la finalidad de:

- Conocer y describir las características de las fuentes generadoras de ruido.
- Evaluar los potenciales efectos del ruido en las áreas colindantes y circundantes.
- Construir un plano orientativo del lugar, que señale los posibles puntos representativos en la zona.

***Ejemplo:***

*Zona industrial, con la presencia de industrias manufactureras, las cuales se encuentran en producción y la presencia de una vía principal donde se observa el alto tráfico de vehículos pesados, con potencial afectación a una zona residencial con presencia de centros educativos.*

- **Equipos a utilizar**

Los sonómetros a utilizar deben tener las características descritas en las NTPs y estar calibrados por instituciones acreditadas ante INACAL.

### **2.3.1.2. Metodología de monitoreo**

Para realizar el monitoreo de ruido, se deberán seguir las siguientes directrices generales:

- El sonómetro debe alejarse al máximo tanto de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).
- El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo de medida para evitar apantallar el mismo. Esto se realizará siempre que las características del equipo no requieran tener al operador cerca. En caso lo requiera, deberá mantener una distancia razonable que le permita tomar la medida, sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.
- Desistir de la medición si hay fenómenos climatológicos adversos que generen ruido: lluvia, granizo, tormentas, etc.
- Tomar nota de cualquier episodio inesperado que genere ruido.
- Determinar o medir el ruido de fondo. Para el presente estudio no se considera relevante el ruido de fondo debido a lo que nos interesa es el nivel de ruido total en la zona de estudio.
- Adecuar el procedimiento de medición y las capacidades del equipo al tipo de ruido que desea medir.

Los pasos a seguir en el monitoreo de ruido para el presente trabajo de investigación serán descritos en el apartado 3.2.4 Metodología.

### **2.3.1.3. Equipos de monitoreo de ruido**

El Sonómetro es un instrumento que mide la intensidad de ruido en dB (decibeles) de forma directa. Está diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora

Es capaz de medir el nivel de ruido, de una zona en cuestión, analizando la presión sonora a la entrada de su micrófono convirtiendo la señal sonora a una señal eléctrica equivalente. Generalmente además de recoger las señales es capaz de ponderarla, en función de la sensibilidad real del oído humano a las distintas frecuencias, y de ofrecer un valor único en dBA (decibeles A) del nivel de ruido del lugar a analizar.

Existen tres clases de sonómetros dependiendo de su precisión en la medida del sonido. Estas clases son 0, 1 y 2, la clase 0 es la más precisa y la clase 2 la menos precisa. Para efectos de la medición de ruido con fines de comparación con el ECA Ruido debe usarse la Clase 1 o Clase 2, y deben cumplir con lo especificado en la IEC 61672-1:2002, donde se especifica que los instrumentos de clase 1 están determinados para temperaturas de aire desde -10°C hasta +50°C, y los instrumentos clase 2 desde 0°C hasta +40°C, dichas especificaciones deben ser consideradas al momento de realizar el monitoreo.

En la tabla N° 3 se muestran a modo de ejemplo (*ya que dependen de la frecuencia*) las tolerancias permitidas para los distintos tipos de sonómetros según la IEC 60651.

*Tabla N° 3: Tolerancias permitidas para los sonómetros*

<b>Tolerancias permitidas para los distintos tipos o clases definidas por la IEC 60651</b>	
<b>Clase</b>	<b>Tolerancia (dB)</b>
0	+/- 0.4
1	+/- 0.7
2	+/- 1.0

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo Ambiental

A continuación, se presenta en la figura N° 4 una imagen de un sonómetro análogo:

*Figura N° 4: Sonómetro análogo*



Asimismo, a continuación, se presenta en la figura N° 5 la imagen de un sonómetro digital:

*Figura N° 5: Sonómetro digital*



### **2.3.2. Plano de niveles de ruido (mapa de ruido)**

Un plano de niveles de ruido es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora existentes en una zona concreta y en un período determinado. La utilidad del plano es determinar la exposición de la población al ruido, para así adoptar los planes o programas necesarios para prevenir y reducir el ruido y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

Los planos de niveles de ruido pueden ser además generales o específicos sobre una o varias fuentes determinadas. Los planos urbanos serían del primer tipo, mientras que es frecuente realizar planos específicos del entorno de las carreteras, de los ferrocarriles, de los aeropuertos, de canteras, zonas recreativas, zonas de obra, zonas industriales.

NOTA: Es frecuente utilizar dentro de la gestión ambiental el termino mapa de ruido para referirse a la representación cartográfica mencionado líneas arriba, pero para este estudio no se están generando mapas, si no planos, por lo cual se ha decidido denominar plano de niveles de ruido.

#### **2.3.2.1. Metodología para elaborar planos de niveles de ruido**

Para la elaboración de un plano de niveles de ruido nos hemos basado en lo establecido en el protocolo nacional de monitoreo de Ruido Ambiental del MINAN, el cual establece que es necesario determinar en primer lugar las características del plano que se desea obtener, las cuales se pueden resumir en las siguientes:

- General o específico para una fuente
- Ámbito del plano y altura sobre el suelo
- Escala de trabajo y precisión de los datos
- índices acústicos e información reflejados en el plano

Una vez determinados estos aspectos, se deberá elegir la forma de abordar la elaboración de un mapa de ruido, las cuales pueden ser las siguientes:

✓ **Por muestreo.**

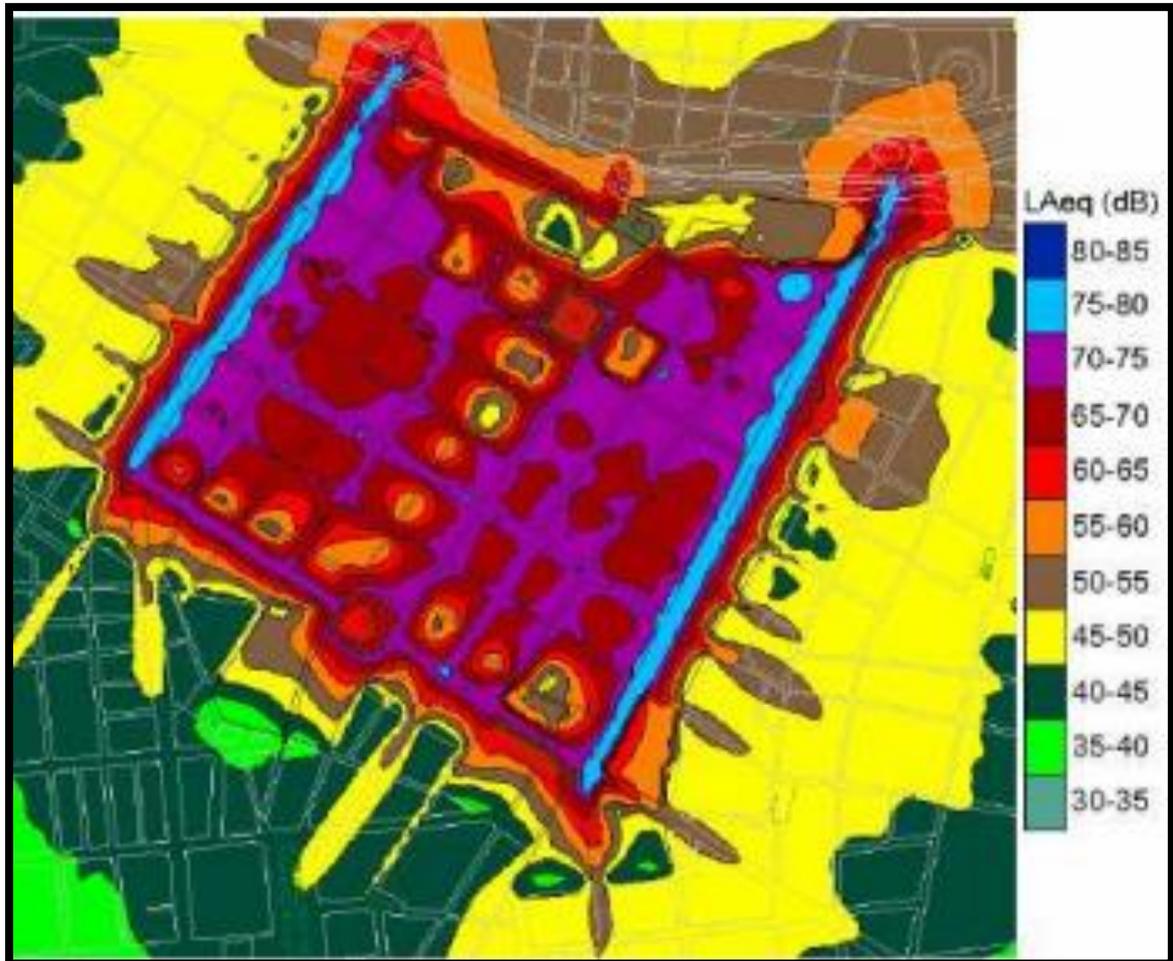
Es la técnica que se ha venido utilizando habitualmente a la hora de estudiar la contaminación por ruido en grandes áreas o núcleos urbanos. Para la elaboración de planos con esta técnica, se consideran las siguientes metodologías:

- La metodología de cuadrícula o rejilla, que consiste en dividir la zona bajo estudio mediante una rejilla de distancia fija y realizar la medida en las intersecciones de la rejilla. Las distancias habitualmente utilizadas mediante este método pueden oscilar entre los 50 y los 300 metros, en función a la dimensión del área bajo estudio.
- La metodología de vías o tráfico, que consiste en realizar una categorización de las vías y monitorear distintos puntos de ella, asumiendo que vías de la misma categoría emiten similares niveles de ruido.
- La metodología del muestreo de zonas específicas, que sirve cuando el muestreo por cuadrículas o rejillas es insuficiente porque no evalúa un ruido específico, como el ruido de entretenimiento nocturno.
- La metodología del muestreo en función a los usos del suelo, que considera las categorías de planificación territorial existentes: uso comercial, uso residencial, etc.
- La metodología de zonas aleatorias, cuando no es posible establecer cuadrículas o rejillas, zonas viales o de tráfico, o cuando no hay zonas específicas donde se concrete el ruido.

Dependiendo de la metodología a emplear, la información que se extrae de este tipo de estudios puede tener una gran utilidad y proyección. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas en un mapa (Lobos Vegas, 2008).

En la figura N° 6 se tiene una imagen de un mapa de ruido originado por tráfico vehicular en la ciudad de Lima.

*Figura N° 6: Imagen de mapa de ruido de tráfico del Centro Histórico de Lima*



Fuente: Noise Map Of Traffic Flow in Oldtown Lima, Perú. 19th International Congress on Acoustics Madrid, 2-7 Setiembre, 2007

### **2.3.2.2. Softwares de modelación del ruido**

Los mapas/ planos de ruido han estado marcados por la tecnología disponible, así como por la experiencia de los responsables de su medición. La ingeniería acústica permitió contar con los primeros sonómetros portátiles desde los años 50, mientras que los mapas de ruido se vienen realizando desde la década de los 70 (Fernandez Muera, 2006).

Para representar los niveles de presión sonora mediante mapas/ planos, existen diversos softwares en el mercado, los cuales representan el comportamiento del

ruido, bien en condiciones de confinamiento, o bien, en condiciones a cielo abierto. Estos softwares operan con diferentes algoritmos que simulan el nivel de presión sonora, a diferentes distancias de la fuente. Entre los softwares más representativos se encuentran:

- SoundPlan
- Cusic
- Predictor 7810
- LimA 7812
- CADNA-A
- ProfetaSONIC
- MessiahSONIC
- Integrated Noise Model - INM

### **ARCGIS 10.0**

Es la herramienta más potente del mercado para manejo de sistemas de información geográfica. Con este GIS se posibilita la implementación de soluciones a través de un amplio grupo de herramientas de geoprocésamiento, además de contar con una interfase gráfica de fácil asimilación por parte de usuarios no expertos. Este software posee soporte para diseño cartográfico sofisticado, herramientas de geoestadística y herramientas avanzadas de modelado para análisis y toma de decisiones (Cano Álvarez, 2009).

En el mundo se han realizado algunas aplicaciones de estimación del ruido que involucran al software ArcGIS, entre otras se mencionan:

✓ **Tratamiento de ruido con el apoyo de herramientas de sistemas de información geográfica.**

Tafur y Castro en 2008 (Tafur, 2008), proponen una metodología basada en el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica, específicamente con el Software ArcGIS, que permita modelar los niveles el ruido en una zona determinada, teniendo en cuenta los efectos del ruido tanto auditivos como no auditivos. La metodología se apoya en el uso de bases de datos espaciales e ingeniería del software y consiste en las siguientes fases: Determinar las fuentes y efectos más importantes del ruido, proceso de ponderación de las

fuentes de ruido mediante análisis multicriterio, modelo de análisis espacial para ubicación de zonas vulnerables, corrección tonal del LeqA y obtención de niveles de Sonoridad por método de *Stevens* y, finalmente, elaboración del mapa de ruido con ponderaciones que tienen en cuenta las bajas frecuencias.

✓ **La experiencia de mapeo de ruido en el Reino Unido**

En el marco de la Estrategia Nacional para combatir el ruido, el Departamento de Ambiente, alimentos y Agricultura (DEFRA, por sus siglas en inglés) del Reino Unido ha desarrollado un proyecto de evaluación del nivel de ruido en las ciudades de Bristol y Bournemouth. Para ello utilizaron dos paquetes de software: ArcGIS y CadnaA.

ArcGIS fue utilizado por dos razones básicas:

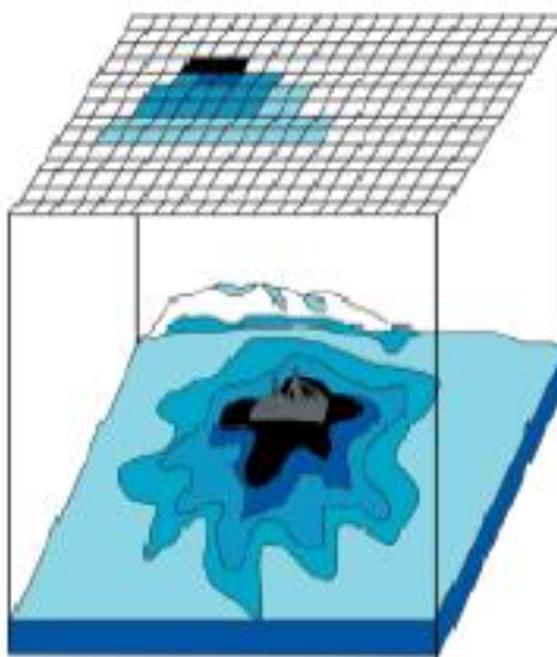
- La aplicación de ArcGIS (ArcMap) era compatible con los datos que manejaba el Servicio Central de Datos del Reino Unido, que era la entidad que venía recopilando los datos de ruido en todo el país.
- ArcMap era capaz de manejar fácilmente la gran base de datos de que se disponía. Adicionalmente, los datos eran fácilmente visibles.

✓ **Mapas en formato raster** (Cano Álvarez, 2009)

Si bien es posible obtener una representación de los niveles de presión sonora en un sitio mediante las isófonas (líneas de igual presión sonora), en este estudio se avanzará a la representación de mapas en formato raster o de celdas, de tal manera que sobre cualquier punto al interior del área de estudio, siempre se tendrá un valor de presión sonora.

Un archivo raster no es más que una organización de celdas en filas y columnas, en la que cada celda, también conocida como píxel, representa una porción de área específica y contiene un número que, normalmente, contiene el valor de aquello que quiere representar (temperatura, elevación, contaminación, ruido, etc.) Ver figura N° 7.

*Figura N° 7: Representación típica de una condición geográfica en formato de celdas.*



Fuente: Internet

Las estructuras en formato raster son útiles para representar fenómenos naturales que sufren variaciones con el tiempo o la distancia; condición que cumple la variable ruido, pues como ya se dijo en párrafos precedentes, el ruido varía en función de la distancia al sitio de emisión.

Los Sistemas de Información Geográfica utilizan varios métodos para modelar el comportamiento de variables que cambian con la distancia. Uno de los aspectos de mayor utilidad ha sido el estudio de la variabilidad espacial del ruido y la predicción de valores en puntos no muestreados a través del uso de las interpolaciones, funcionalidad ésta muy utilizada en conjunto con las metodologías de muestreo. En particular, la interpolación con análisis geoestadístico se basa en la teoría de las variables regionalizadas y en su dependencia y auto correlación, bajo un marco de variabilidad espacial (Trangmar, et al, 1985).

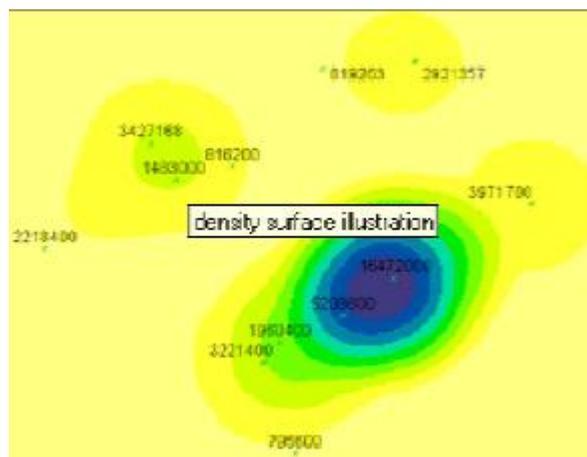
En los últimos años y debido a la facilidad de muestreo y análisis, se ha intensificado el uso de diferentes tipos de interpolaciones, como una herramienta para la caracterización real de la variación espacial. Por medio de los interpoladores, es posible representar diversas propiedades del ruido en

forma continua y cuantificar la importancia de esta variación sobre las construcciones. A continuación, se relacionan algunas técnicas comúnmente utilizadas.

- **Inverse Distance Weighted** (Cano Álvarez, 2009).

Este método de interpolación asume que la variable a interpolar tiene un comportamiento de aumento o disminución de su valor en función de un cambio en la distancia desde una fuente. Ver figura N° 8.

*Figura N° 8: Condición típica de un modelo de dispersión por el método IDW.*



Fuente: Internet

- **Interpolación de Kriging** (Cano Álvarez, 2009).

A diferencia del método de interpolación matemática IDW, el *Kriging* (en mención a su creador) es un método geoestadístico, el cual se fundamenta en las variables regionalizadas y autocorrelacionadas en el espacio. Esta autocorrelación se determina a partir de la elaboración de semivariogramas con los cuales se logra definir el modelo de mejor ajuste, para proceder luego a la interpolación y en el cual se define la distancia máxima o “rango” en donde finaliza la autocorrelación (Demmers, 1999).

Para efectos prácticos, es imposible conseguir valores de datos en cada punto deseado debido a la imprecisión originada en la práctica. Así, la interpolación es importante y fundamental en la representación gráfica y en el análisis y entendimiento de los datos.

El *Kriging* es un método de interpolación que predice valores desconocidos de los datos observados en las localizaciones conocidas. Surge entonces la necesidad en este estudio de recurrir a técnicas de interpolación como la de *Kriging* que entregue resultados coherentes con la dinámica de la variable a interpolar, respetando, en la medida de lo posible, la información real suministrada; es por esta razón que este método de interpolación es considerado como el mejor de los estimadores insesgados lineales existentes en la actualidad.

Este método tiene en cuenta tanto el espaciamiento de los puntos en los cuales se tiene información, como su distribución en el dominio a interpolar. Además, considera la variabilidad espacial de los datos, esto lo hace mediante el uso del semivariograma (que será explicado más adelante), el cual se construye a partir de la covarianza entre cada par de puntos ubicados a distintas distancias; a éste se ajusta un variograma teórico que represente lo más fielmente la variabilidad de los datos. Cada modelo teórico está asociado a un conjunto de parámetros como el efecto pepita, la meseta y el rango que son determinados a partir de las características de los datos y que posteriormente son usados por *Kriging* durante la interpolación. El semivariograma establece una distancia efectiva de influencia a partir de la cual se supone que no existe correlación entre los datos (Gallego y Toro, 2006).

En general el propósito del método de *Kriging*, es estimar el valor desconocido de una variable en un punto con coordenadas específicas usando, en la mayoría de los casos, un estimador lineal de  $n$  valores conocidos de la variable a interpolar, minimizando la varianza del error cuadrático medio del campo espacial interpolado. Se busca representar los valores que puede tomar la variable dentro del área de estudio mediante una función aleatoria. Este estimador involucra una matriz de pesos, la cual es construida a partir de cada uno de los datos y su relación con los demás en función de su separación. El valor estimado por esta metodología es aquel que minimiza la varianza del error de la estimación y debe ser un estimador insesgado.

Es de gran importancia conocer que la superficie de interpolación obtenida con Kriging mantiene los datos puntuales con los cuales se hace la estimación.

### **2.3.3. Los Planes de Acción**

Los planes de acción deben elaborarse en los ámbitos territoriales de los grandes ejes viarios y ferroviarios, los grandes aeropuertos y los puertos, las aglomeraciones y las zonas acústicas. Deben incluir medidas concretas, a fin de mantener la calidad del entorno acústico cuando sea satisfactoria y reducir el nivel de ruido cuando sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos sobre la población.

Los planes de acción de las aglomeraciones de un municipio, los debe elaborar y aprobar la Administración local correspondiente. En las aglomeraciones que comprenden más de un término municipal, los municipios que las forman deben elaborar los planes de acción, y de los ámbitos territoriales de las infraestructuras debe elaborarlos y aprobarlos su titular.

Los planes de acción deben contener, entre otros, los elementos siguientes:

- a. La descripción de la aglomeración, los principales ejes viarios, los principales ejes ferroviarios o principales aeropuertos y otras fuentes consideradas.
- b. La autoridad responsable.
- c. El contexto jurídico.
- d. Los valores límite de ruido establecido en la normativa ambiental nacional.
- e. El resumen de los resultados de las tareas de cartografía del ruido.
- f. La evaluación del número estimado de personas expuestas al ruido y la determinación de los problemas y las situaciones que deben mejorar.
- g. La relación de las alegaciones u observaciones recibidas en el trámite de información pública.
- h. Las medidas que ya se aplican para reducir el ruido y los proyectos en preparación.
- i. Las actuaciones previstas por las autoridades competentes para los próximos cinco años, incluidas las medidas para proteger las zonas tranquilas.
- j. Las estrategias a largo plazo.

- k. La información económica (si está disponible): presupuestos, evaluaciones coste-eficacia o coste-beneficio.
- l. Las disposiciones previstas para evaluar la aplicación y los resultados del plan de acción.

Algunas de las medidas que pueden prever las autoridades dentro de sus competencias son, entre otras: la regulación de la movilidad, la ordenación del territorio, la aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras, la selección de fuentes más silenciosas, la reducción de la transmisión del ruido, y medidas o incentivos reglamentarios o económicos.

#### **2.3.4. Planes específicos**

Si en una zona acústica se supera el valor límite de emisión que sea de aplicación en esta, su objetivo de calidad acústica debe ser alcanzarlo. En estos lugares, las administraciones competentes o los titulares de los emisores deben elaborar planes específicos que establezcan un plazo plausible y que tengan en cuenta los medios para financiarlos, hasta alcanzar el objetivo de calidad.

Los planes deben contener las medidas correctoras que sean de aplicación a los emisores acústicos, teniendo en cuenta su grado de participación en el estado de la situación y las vías de propagación, y también los responsables de su adopción, el calendario de ejecución, la cantidad económica de cada medida y, cuando sea posible, un proyecto de financiación.

Hay que especificar medidas que resulten económicamente proporcionadas teniendo en consideración las mejores técnicas disponibles. Si no se pueden alcanzar estos objetivos, hay que asegurar, como mínimo en el interior de las edificaciones, el cumplimiento de los objetivos de calidad aplicables al ambiente interior de acuerdo con su uso.

#### **2.4. VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR**

Debido a la naturaleza de la investigación, el cual incluye la determinación de la hora punta, siendo necesario para esto realizar un estudio de volumen de tránsito en la zona de estudio. Estos estudios se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos, sobre puntos o secciones específicas de una vía.

Los volúmenes de tránsito al ser dinámicos solamente son precisos para el periodo de duración en el que se hace el aforo vehicular; sin embargo sus variaciones tienden a ser rítmicas y repetitivas marcando un comportamiento similar en determinados espacios temporales comprendidos en un día (horas picos), por lo cual para generalizar el comportamiento del tránsito, que es particular para cada tramo de vía o intersección, hay que realizar un detallado estudio en el que se determine los parámetros más representativos del tránsito durante el periodo en el cual se presenta la máxima demanda vehicular a lo largo de un día (Osorio Román, 2014).

#### **2.4.1. Volumen de Tránsito**

El volumen de tránsito vehicular se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado de un carril o una calzada, durante un periodo de tiempo determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

- Q: Vehículos que pasa por unidad de tiempo (vehículos/periodo)
- N: Número de vehículos que pasan.
- T: Periodo de tiempo

Hay dos maneras de conseguir los volúmenes de tránsito; por un lado, se pueden obtener a partir de datos históricos existentes; y por el otro, de medición directa en el área de estudio. Analizando las ventajas y desventajas de estos análisis; la primera alternativa es menos costosa en términos de tiempo y dinero, sin embargo, es útil solo cuando se tiene datos de fuentes confiables con un año de antelación y cuando se conoce las tendencias del tráfico en la zona con cierta exactitud. La segunda alternativa, es menos económica y más laboriosa, con ella se obtienen mejores resultados, ya que la data proviene de información recolectada en el área de estudio en el momento de interés

#### **2.4.2. Aforo vehicular** (Arias Moreno, 2014).

El aforo vehicular es el proceso de enumerar los vehículos que pasan por uno o varios puntos de una vía o vías, clasificándolos de acuerdo a distintos criterios.

Existen diversas formas de obtener los recuentos del aforo vehicular. Según Cal y Mayor:

“(…) los aforos manuales a cargo de personas, los cuales son particularmente útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en intersecciones, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular. Los aforos por combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores. Los aforos con el uso de dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de los vehículos. Y los aforos con la utilización de técnicas tan sofisticadas como las cámaras fotográficas, las filmaciones y los equipos electrónicos adaptados a computadoras.”

Así pues, estos tipos de aforos son levantados en las intersecciones que forman parte del área de estudio, en donde se registran los volúmenes discriminados por movimiento direccional. Dicha información es recopilada en plantillas, en estas los diferentes movimientos, giros a la izquierda, giros a la derecha, de frente, vuelta en U son clasificados de acuerdo al tipo de vehículo con el objeto de calcular los porcentajes de vehículos de transporte público, vehículos pesados, etc. presentes en el flujo vehicular.

La experiencia obtenida en estudios ya realizados, indican que los conteos deben efectuarse en intersecciones semaforizada e intersecciones no semaforizada de mayor importancia que integren el área de estudio.

Los días de aforo son definidos por parte de las autoridades y los ejecutores del proyecto. De la experiencia recopilada por el ingeniero Ángel Quintero, se dice que se han obtenido resultados satisfactorios con tres días de conteos vehiculares, dos días hábiles y un día de fin de semana. Por lo general, se trabaja con días representativos de la semana como martes, miércoles, jueves y sábado para día

representativo de fin de semana. Los días lunes, viernes y domingos suelen a poseer características atípicas.

Finalmente, es recomendable que los conteos se realicen de manera simultánea en la red vil, para así juntar el balance de volúmenes y detectar posibles errores en la toma de datos; en caso no sea posible, la red puede segmentarse para realizar los conteos, si este es el caso, se admiten diferencias para la compensación de hasta un 10% aproximadamente

#### **2.4.3. Volumen de tránsito en hora de máxima demanda (VHMD)**

El volumen de tránsito en hora de máxima demanda es aquel periodo de una hora en la cual se tiene el mayor volumen de tránsito vehicular; es decir, la mayor cantidad de vehículos que pasan por la zona de estudio. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VHMD = \sum_{n=1}^{12} i = i_1 + i_2 + i_3 + i_4$$

Donde:

- VHMD: Volumen de horario de máxima demanda
- i: Número de vehículos en el periodo de 15 minutos de aforo.

#### **2.4.4. Hora de máxima demanda (hora punta)**

La hora de máxima demanda es el periodo de una hora donde se tiene el máximo volumen de tránsito. Los conteos pueden ser realizados en periodos de 8 horas con el fin de seleccionar la hora de máxima demanda u hora pico. Cada periodo de una hora debe ser dividido en cuatro periodos de 15 minutos cada uno, con el fin de obtener las tasas de flujo y los factores de hora pico requerido (Arias Moreno, 2014).

#### **2.4.5. Factor horario de máxima demanda (FHMD)**

También conocido como factor pico horario (FPH) y expresa la relación del volumen de la hora de máxima demanda a la tasa de volumen máximo dentro de la hora pico.

$$FHMD = \frac{VHMD}{Nq_{max}}$$

Donde:

- N: Número de intervalos que forman una hora (para 15 min es 4).
- $q_{max}$ : Intervalo donde hay máximo volumen de vehículos

## 2.5. MARCO LEGAL

NORMA	DESCRIPCIÓN
<b>Constitución Política del Perú 1993</b>	En el artículo 02, punto 22, se establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
<b>Ley 26842, Ley General de Salud (1993)</b>	En el capítulo 8, protección del medio ambiente para la salud, artículo 103 señala que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la autoridad de salud competente
<b>Ley 28611, Ley General del Ambiente. (2005)</b>	En el Capítulo 03, Gestión Ambiental, Art. 17, punto 17.2 se establece que los planes de contingencia constituyen instrumentos de gestión ambiental.
<b>Ley 28817, Ley que establece plazos para la elaboración y aprobación de estándares de calidad ambiental y de límites máximos permisibles de contaminación ambiental. (2006)</b>	La Autoridad Ambiental Nacional, que dirige el proceso de elaboración y revisión de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), culminará dicho proceso en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir de la vigencia de la presente Ley.
<b>Política Nacional del Ambiente</b>	Eje 2, punto 05, Sustancias químicas y materiales peligrosos. En el inciso e) menciona Asegurar la incorporación de criterios de salud y de protección de ecosistemas frágiles, en el establecimiento, seguimiento y control de los planes de contingencia en el uso y manejo de sustancias químicas y materiales peligrosos.
<b>Decreto Supremo 085-2003-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido</b>	Artículo 01: se establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Artículo 04: Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana (...) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.
	<b>Art. 2: La finalidad</b> de la ordenanza es prevenir y controlar las emisiones de ruido que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o que causen efectos significativos al ambiente. <b>Art. 11: Zonas críticas de contaminación sonora.</b> Las zonas críticas de contaminación sonora son aquellas en donde existe una mayor incidencia de ruido generado por las diversas actividades domésticas, comerciales y de servicios.

<p><b>Ordenanza 1965-MLM</b></p>	<p>En estas zonas, cada municipalidad distrital identificará las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción, debiendo priorizar las medidas necesarias para su control, así como su inclusión en el Programa Local de Vigilancia y Monitoreo de la Contaminación Sonora.</p> <p><b>Artículo 12.- Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora</b>  El Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora es el instrumento de planificación y gestión en materia de ruido de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Se elabora en forma participativa y concertada con las municipalidades distritales... Este Plan de Acción se aprobará mediante Ordenanza. Su horizonte de planificación es de 5 años.</p> <p><b>Artículo 13.- Programa de Vigilancia y Monitoreo de la Contaminación Sonora</b>  Es el instrumento de control en materia de ruido ambiental que las municipalidades distritales utilizan para la prevención de la contaminación sonora. El programa se elabora de forma anual y se aprueba por Decreto de Alcaldía, debiéndose remitir una copia a la Municipalidad Metropolitana de Lima, hasta el 31 de marzo de cada año.</p> <p><b>Artículo 14: Niveles de ruido</b>  Para efectos de la presente Ordenanza, se establecen los siguientes Niveles de Ruido de una fuente generadora que, en ningún caso, podrán ser excedidos por el desarrollo de las actividades domésticas, comerciales y de servicios:</p> <table border="1" data-bbox="667 1198 1268 1370"> <thead> <tr> <th style="border-bottom: 1px solid black;">En Zonificación</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">De 07.01 a 22.00</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">De 22.01 a 07.01</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En Zonificación Residencial</td> <td>60 decibeles</td> <td>50 decibeles</td> </tr> <tr> <td>En Zonificación Comercial</td> <td>70 decibeles</td> <td>60 decibeles</td> </tr> <tr> <td>En Zonificación Industrial</td> <td>80 decibeles</td> <td>70 decibeles</td> </tr> </tbody> </table>	En Zonificación	De 07.01 a 22.00	De 22.01 a 07.01	En Zonificación Residencial	60 decibeles	50 decibeles	En Zonificación Comercial	70 decibeles	60 decibeles	En Zonificación Industrial	80 decibeles	70 decibeles
En Zonificación	De 07.01 a 22.00	De 22.01 a 07.01											
En Zonificación Residencial	60 decibeles	50 decibeles											
En Zonificación Comercial	70 decibeles	60 decibeles											
En Zonificación Industrial	80 decibeles	70 decibeles											

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODO

En este capítulo se presenta los materiales (equipos, software) utilizado para realizar el análisis de los niveles de ruido en hora punta en alrededores de la estación bayóvar de la línea uno del metro de lima, San Juan de Lurigancho; es decir, la estrategia de investigación aplicada en el estudio.

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Información cartográfica

La información cartográfica se ha tomado a partir del mapa catastral (en formato dwg) del distrito de San Juan de Lurigancho del 2015. Además de imágenes satelitales de google earth.

##### 3.1.2. Equipos

###### - **Sonómetro:**

Instrumento que se utilizó para medir los niveles de presión sonora (monitoreo ambiental de ruido) y poder determinar la existencia, o no, de contaminación acústica en la zona de estudio. El sonómetro utilizado presenta las siguientes características:

- Alcance: 20 dB – 140 dB.
- Marca: CESVA, tipo 2.
- Modelo SC102,
- Nro. de Serie: T236091

###### - **Calibrador acústico.**

Es el instrumento normalizado se utilizó para verificar la exactitud de la respuesta acústica del instrumento de medición y que satisface las especificaciones declaradas por el fabricante.

###### - **Trípode.**

Es el armazón de tres pies, articulado y plegable, que sirvió para sostener el sonómetro al momento de realizar las mediciones del nivel de ruido.

###### - **Computadora portátil:**

Máquina electrónica que será utilizada para procesar, analizar y presentar la información compilada en campo. El ordenador el que utilizará cuenta con un

sistema operativo de 64 bits, procesador Intel (R) Corel (TM) i5 - 2500 CPU 3.30 GHz y 6GB de memoria RAM. Además, presenta las siguientes características:

- Marca: Toshiba.
- Modelo: Satélite
- Número de serie: P755-S5269.

- **Impresora Cano Pixma MG 3510:**

Equipo que permitirá producir textos (informe) y gráficos (planos) almacenados en formato electrónicos, imprimiéndolos en medios físicos (papel).

- **Cámara fotográfica digital Sony Cybershot Dsc – W320:**

Dispositivo utilizado para capturar imágenes del trabajo de campo realizado para esta investigación.

- **GPS Garmin Map 62sc:**

Equipo utilizado para determinar la posición de los puntos críticos de ruido, así como de coordenadas geográficas que consideremos importantes conocer.

- **Equipos de protección personal.**

Conjunto de elementos de uso personal (Casco, lentes, chaleco y zapatos de seguridad) para prevenir posibles accidentes en el levantamiento de información de campo (monitoreo de la calidad de ruido).

### 3.1.3. Software

- **ArcGis 10.1:**

Software utilizado en la elaboración de los planos generados para esta investigación.

- **AutoCAD 2014:**

Software utilizado para analizar el mapa catastral del distrito, el cual sirvió como base para elaborar el plano de niveles de ruido.

- **MS Office 2013:**

Paquete que incluye MS Word para elaborar el informe final, y MS Excel para realizar el análisis de los datos en campo.

## **3.2. MÉTODO**

### **3.2.1. Tipo y alcance de investigación**

El presente trabajo de investigación de acuerdo a su enfoque es una investigación CUANTITATIVA, pues permite que la evaluación de las variables sea medible a través de un instrumento de precisión como es el sonómetro.

El alcance de la investigación es CORRELACIONAL ya que asocia sus dos variables que son la hora punta en la zona de estudio, originado por el tráfico vehicular, y los niveles de ruido generados en la zona de estudio.

### **3.2.2. Diseño de la Investigación**

La presente investigación es DESCRIPTIVA, DEDUCTIVA, NO EXPERIMENTAL Y TRANSVERSAL, debido que parte de datos generales a una conclusión en particular y se analiza los datos en el momento dado, considerando lineamientos ambientales y técnicos del ámbito del proyecto Línea Uno Metro de Lima para luego determinar la problemática de la contaminación sonora, así como sus implicancias en el medio ambiente, No existe manipulación de variables.

Cabe señalar que la metodología empleada para la medición de ruido se realizará de acuerdo al Protocolo Nacional de ruido ambiental en conformidad con lo establecido en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido - D.S. N° 085-2003-PCM.

### **3.2.3. Población y muestra**

- **Población**

Estaciones de la línea uno del metro de Lima.

- **Muestra**

Alrededores de la estación bayóvar de la línea uno metro de Lima, cuya área está entre las siguientes vías: cruce jirón Viena/ avenida Las Naciones, cruce jirón Viena/avenida Héroes del Cenepa, cruce jirón economistas/ avenida Héroes del Cenepa, y el cruce jirón economistas/ jirón Republicana.

### **3.2.4. Metodología**

Para poder cumplir con los objetivos planteados para esta investigación se ha tomado la siguiente metodología para poder cumplir con los objetivos planteados:

#### **3.2.4.1. Etapa de Planificación**

En este primer punto se recopiló documentos referentes a ruido (tesis, artículos periodísticos, trabajos de investigación, entrevistas, etc.) para poder desarrollar esta investigación. Lo que básicamente se hizo es ir a la zona de estudio, y la revisión de bibliografía.

Además, se elaboró el programa de trabajo, y la preparación de la logística (herramientas, equipos, personal) para poder llevar a cabo la etapa de campo (alquiler de equipos, contratación del personal).

#### **3.2.4.2. Etapa de Ejecución**

##### **➤ Etapa preliminar de reconocimiento.**

En esta etapa se realizará la revisión bibliográfica, recopilación clasificación y análisis de información, existente del área de estudio.

Se realiza el reconocimiento in situ del área de estudio con la finalidad que en la etapa de campo la toma de puntos de medición del ruido sea con la perspectiva espacial adecuada, teniendo en cuenta las características de la(s) fuentes(s) de ruido, es decir identificar el frente de trabajo y/o actividades que generen mayor intensidad de ruido.

##### **➤ Campo**

Esta etapa tiene dos momentos; la primera es ir a campo y realizar el estudio de volumen de tránsito vehicular (hora punta) en la zona de estudio. A partir de esta determinación se realizó la medición del ruido.

##### **❖ Estudio de volumen de tránsito vehicular:**

Para determinar la hora punta se debe calcular el volumen de tránsito (conteo de vehículos), para esto se procederá en base al estudio de impacto vial para escuela en zonas urbanas de Lima Metropolitana (Arias Moreno, 2014):

✓ Días de aforo:

De la revisión de la bibliografía se procede a identificar los días en los que se va a realizar el cálculo del volumen de vehículos. Se realiza en tres días de conteos de vehículos, dos días hábiles (martes y jueves) y un día de fin de semana (sábado).

✓ Periodo de aforo:

los conteos se realizaron en periodos de 8 horas con el fin de seleccionar la hora de máxima demanda u hora punta. Cada periodo de una hora fue dividido en cuatro periodos de 15 minutos cada uno. Las 8 horas se dividieron, a su vez, en tres periodos:

- 07:00 a. m. a 09:00 a. m.
- 02:00 p. m. a 04:00 p. m.
- 06:00 p. m. a 10:00 p. m.

Los 03 periodos mencionados son denominadas horas pico ya que es el tiempo en que el flujo de autos es prácticamente el máximo ya que las personas generalmente van o regresa al(del) trabajo y los jóvenes y niños a clases; es el momento ideal para encontrar datos representativos para determinar la hora de máxima demanda.

✓ Ubicación donde se realiza el aforo.

El conteo de números de vehículos se realiza en las intersecciones de las avenidas Próceres de la Independencia y Héroes del Cenepa. Además, se realiza en ambos sentidos de la avenida principal (Próceres de la independencia), Noreste y suroeste. La ubicación de los puntos de aforo se muestra en el anexo N° 6.

✓ Aforo (conteo de vehículos):

Para la realización del conteo de vehículos se utiliza el formato mostrado en la tabla N° 4, donde se contabiliza de acuerdo al tipo de vehículos más frecuentes en la zona de estudio.

Tabla N° 4: Formato utilizado para el conteo de vehículos

VOLUMEN DE TRÁFICO VEHICULAR										
UBICACIÓN:						FECHA:				
SENTIDO:										
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTOS LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA

Fuente: (Geoconsult, 2006).

❖ **Monitoreo de ruido**

Se lleva a cabo los monitoreos de ruido mediante el uso de un sonómetro en la hora punta previamente determinada. El monitoreo se realiza en base al PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL (MINAM, 2011):

✓ **Paso 01: Identificación de fuentes y tipos de ruido.**

Se procederá a identificar las fuentes que originan el ruido en la zona de estudio (fijas puntuales, fijas zonales, móviles detenida, móviles lineales).

Se realizará la identificación del tipo de ruido en la zona de estudio, de acuerdo al tiempo (estable, fluctuante, intermitente, impulsivo), como al tipo de actividad generadora.

✓ **Paso 02: Ubicación de los puntos de monitoreo.**

- Determinar la zona donde se encuentra la actividad a monitorear, según la zonificación dispuesta en el ECA Ruido.
- Para la determinación de los puntos de monitoreo, se deberá considerar la dirección del viento debido a que, a través de éste, la propagación del ruido puede variar.

- Dentro de cada zona, seleccionar áreas representativas de acuerdo a la ubicación de la fuente generadora de ruido y en donde dicha fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior.
- Seleccionar los puntos de medición indicando coordenadas para cada área representativa (afectadas por el ruido). Dichos puntos de medición deberán estar localizados considerando la fuente emisora y la ubicación del receptor.

✓ **Paso 03: Periodo de monitoreo.**

Para la presente investigación se ha determinado que el periodo de monitoreo es en la hora punta de la avenida Próceres de la Independencia en el área de estudio, previamente identificada en el estudio de volumen de tráfico vehicular. Además, el monitoreo se realizó durante dos semanas (14 días)

✓ **Paso 04: Medición del ruido**

**Calibración del sonómetro**

- Calibrar el sonómetro antes de salir al campo y en el sitio de muestreo.
- La calibración debe realizarse preferiblemente en un ambiente donde no se esté generando ruido de fondo, siguiendo las instrucciones del fabricante indicadas en el manual del equipo.

**Procedimiento durante la medición**

- Seleccionar en el equipo característica temporal (slow), con ponderación frecuencia (A) indicando el Rango Operativo o en Frecuencia (C) cuando se mida nivel de pico.
- Si el ruido es continuo se debe de utilizar la atenuación lento (slow) y se utilizará la atenuación rápida (fast) para medidas de corta-duración (por ejemplo, campanas de una iglesia, sirenas, alarmas y otros similares). Si el ruido es de impacto se debe de emplear la atenuación pico (peak) siguiendo las instrucciones del Manual de Operación del equipo.

- El sonómetro se debe colocar a una altura aproximada de 1,5 m del nivel del suelo y el ángulo formado entre el sonómetro y un plano inclinado paralelo al suelo debe encontrarse entre los 30 a 60 grados.
- En mediciones externas se debe utilizar la pantalla (rejilla o filtro) anti-viento que forma parte del equipo.
- Se coloca el micrófono o el sonómetro en uno de los puntos seleccionados para la medición, apuntando hacia la fuente.
- Como el instrumento a utilizar es un sonómetro clase II, se realizará como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido. Se anotará el Lmax, el Lmin y el LAeqT asociado a cada tiempo de medición.
- Si las mediciones realizadas en cada minuto en modo LAeq, presentan variaciones menores o iguales a 5 dB(A), se considerará dicho ruido como estable. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones de LAeq de 5 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa, a efectos de determinar la estabilidad de dicho ruido.
- Si al menos una de las mediciones anteriores, realizadas en cada minuto, en modo LAeq, presenta variaciones mayores a 5 dB(A) observados durante ese período, entonces se considerará dicho ruido como fluctuante. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones en cada zona representativa de 10 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa.
- Deberán descartarse aquellas mediciones que incluyan ruidos ocasionales (motocicletas, sirenas de ambulancias o bomberos).

### **Gestión de datos**

Si bien el procedimiento de medición establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, establece utilizar la hoja de campo en el anexo 02 para por cada punto de monitoreo realizado, se ha decidido, debido a la facilidades y necesidades del estudio, utilizar el formato de la tabla N° 5:

Tabla N° 5: Formato para anotar datos de monitoreo de ruido

PUNTO DE MONITOREO:			
Fecha	Niveles de Ruido dB(A)		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)

➤ **Gabinete**

**Elaboración de base de datos:** Con los resultados, de monitoreo ambiental y del aforo de vehículos, obtenidos en campo se elabora la base de datos, y a partir de estos los resultados, los cuales son:

✓ **Hora de máxima demanda (hora punta).**

En base a los resultados obtenidos en campo, se procederá a calcular la hora donde se tenga el mayor volumen de vehículos que transiten en la zona de estudio. El procedimiento a seguir es de acuerdo a lo estipulado en el marco teórico (ver apartado 2.3. Volumen de tránsito vehicular).

✓ **Niveles de ruido, en promedio, en los puntos de monitoreo en el área de estudio.**

Con los datos obtenidos en campo, se procederá a elaborar los resultados finales de los niveles de ruido en la zona de estudio. Para lo cual, se tomará el promedio obtenido de los 14 días de monitoreo, en cada punto, del Nivel de presión sonora equivalente (Leq), nivel de presión sonora máxima (Lmax), nivel de presión sonora mínima (Lmin).

✓ **Comparación de los resultados de ruido con estándares de calidad ambiental para ruido.**

Con los resultados obtenidos se realizará la comparación de estos con la normativa nacional vigente (D. S. 085-2003-PCM) para determinar si se está cumpliendo con los estándares de calidad ambiental para ruido.

✓ **Elaboración de Planos.**

Se elaborará los siguientes planos del área de estudio:

1. Plano de ubicación
2. Plano de zonificación de uso de suelo.
3. Plano de puntos de monitoreo.
4. Plano de niveles de ruido.
5. Plano de altura de edificaciones
6. Plano de puntos de aforo

Estos planos se encuentran en los Anexos.

NOTA: Es frecuente utilizar, dentro de la gestión ambiental, el termino mapa de ruido para referirse a la representación cartográfica de los niveles de presión sonora en una zona dada en un tiempo determinado, pero en esta investigación no se están generando mapas, si no planos, por lo cual se ha decidido denominarlo plano de niveles de ruido.

## CAPITULO IV

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1. UBICACIÓN

##### 4.1.1. Ubicación Política

La presente investigación se realizó en la provincia de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho, en los alrededores de la estación Bayóvar, de la Línea Uno del Metro de Lima. Específicamente los cuatro puntos que forman el área de estudio son:

- Punto 01 (P01): Cruce jirón Viena/ avenida Las Naciones.
- Punto 02 (P02): Cruce jirón Viena/avenida Héroes del Cenepa.
- Punto 03 (P03): Cruce jirón economistas/ avenida Héroes del Cenepa.
- Punto 03 (P04): Cruce jirón economistas/ jirón Republicana.

##### 4.1.2. Localización Geográfica

El área de estudio se encuentra localizada en las coordenadas UTM, tal como se establece en la tabla N° 6:

*Tabla N° 6: Coordenadas UTM del área de estudio*

Código	Norte	Este	Altitud
P01	8677032	283415	295
P02	8677258	283567	304
P03	8677167	283704	306
P04	8676940	283553	296

Fuente: elaboración propia

En el anexo 01 se presenta el plano de ubicación del área de estudio.

#### 4.2. DESCRIPCIÓN

##### 4.2.1. Estación Bayóvar

Antes de culminar el segundo gobierno aprista, Alan García, presidente del Perú, anunció el inicio de los estudios para la continuación de la Línea 1 hasta la Estación Bayóvar en el distrito de San Juan de Lurigancho, tramo 02. Este tramo recorre la avenida Próceres de la independencia, ubicándose el viaducto en la berma central de aquella por donde circula el tren eléctrico (Lima, 2015).

La estación Bayóvar, la última de las 27 que tiene la Línea Uno del Metro de Lima, si consideramos el inicio el distrito de Villa El Salvador, se encuentran en el distrito de San Juan de Lurigancho; entre la cuadra 41 y 42 de la avenida Próceres de la Independencia. Sus dimensiones son de 157 metros por 18.5 metros. Ver figura N° 9.

*Figura N° 9: Vista panorámica de la estación bayóvar*



Fuente: Elaboración propia

Se ha identificado en la parte exterior de la estación Bayóvar, a partir de las 5 p. m., la presencia de ambulantes que comercializan diferentes servicios y productos, desde alimenticios, DVD's, hasta de microchips de celulares. Estos puestos aumentan la congestión vehicular debido a que incrementa la presencia de transeúntes en la zona, y esto a su vez la de los buses de transporte público en los paraderos. Ver figura N° 10.

*Figura N° 10: Ambulantes en la Estación Bayóvar.*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Avenida Próceres de la Independencia**

El área de estudio se ubica entre las cuadras 41 y 42 de la avenida Próceres de la Independencia. En esta zona, como se mencionó, se ubica la estación bayóvar de la Línea Uno del Metro de Lima; además de la presencia de tiendas comerciales, pollerías, chifas, gimnasio y 02 estaciones de servicio (grifos). A partir de las 06:00 p. m. se ve una gran actividad comercial por la apertura de estos establecimientos, lo que incrementa el nivel de ruido en la zona. Ver figura N° 11 y N° 12.

*Figura N° 11: Establecimientos comerciales en av. Próceres de la Independencia*



Fuente: Elaboración propia

*Figura N° 12: Estación de servicio en av. Próceres de la Independencia*



Fuente: Elaboración propia

Así mismo, frente a la subestación se han ubicado 2 paraderos de autobuses: uno para los vehículos que se dirigen hacia el sur-oeste (vía evitamiento), y el otro para los vehículos que van hacia el nor-este (Jicamarca). Ver figura N° 13 y N° 14.

*Figura N° 13: Paradero dirección nor-este (Jicamarca)*



Fuente: Elaboración propia

*Figura N° 14: Paradero dirección sur-oeste (Evitamiento)*



Fuente: Elaboración propia

En una de las intersecciones con la Héroes del Cenepa se tiene la institución educativa primaria Andrés Avelino Cáceres, mientras que en la otra se tiene un pequeño mercado con puestos de comida.

Además, en la vía auxiliar de la avenida Próceres de la Independencia, frente a la subestación Bayóvar, con dirección nor-este, se ubica un paradero informal de colectivos que van a urbanizaciones como Casa Blanca, Jicamarca, y Mariscal Cáceres.

#### **4.2.3. Avenidas Héroes del Cenepa y Las Naciones.**

En la avenida Héroes del Cenepa se observa la presencia de un policlínico, una botica; además, en horas de la tarde, a partir de las 6 p. m., se estacionan moto taxis para el recojo de pasajeros, y la apertura de puestos ambulatorios de venta de frutas. Ver figura N° 15.

En la avenida Las Naciones se identifica principalmente casas familiares, y una estación de servicios.

*Figura N° 15: Avenida Héroes del Cenepa*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.4. Jirones Viena y Economistas**

Entre estos jirones, principalmente se tiene casa familiares y pequeñas bodegas. Ver figura N° 16.

*Figura N° 16: Jirón Viena*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3. ZONIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO**

En base al plano de zonificación del distrito de San Juan de Lurigancho se elaboró un plano de usos del suelo de la zona de estudio, anexo 02, en la cual se evidencia que el área de estudio es catalogada como ZONA COMERCIAL (para la avenida Próceres de la Independencia) y ZONA RESIDENCIAL (para el perímetro del área de estudio).

#### **4.4. CONFIGURACIÓN URBANÍSTICA**

La configuración urbanística, entendiéndose como tal al entorno que rodea a las fuentes de ruido (vehículos, comercio), produce distintos comportamientos en el proceso de propagación de las ondas acústicas.

En la zona de estudio se ha identificado edificaciones de diferentes altitudes. Para su identificación se ha procedido mediante el conteo, in situ, del número de plantas de cada edificación. Se clasificó en 4 manzanas la zona de estudio (A,B,C,D) y se obtuvo los resultados que se presentan en las tablas N° 7 – 10.

*Tabla N° 7: Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana A*

Nro.	EDIFICACIONES	CANTIDAD
1	1 Planta	2
2	2 Plantas	4
3	3 Plantas	14
4	4 Plantas	10
TOTAL (plantas)		92
PROMEDIO (plantas)		3

Fuente: Elaboración propia

*Tabla N° 8: Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana B*

Nro.	EDIFICACIONES	CANTIDAD
1	1 Planta	4
2	2 Plantas	5
3	3 Plantas	13
4	4 Plantas	8
TOTAL (plantas)		85
PROMEDIO (plantas)		3

Fuente: Elaboración propia

*Tabla N° 9: Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana C*

Nro.	EDIFICACIONES	CANTIDAD
1	1 Planta	6
2	2 Plantas	10
3	3 Plantas	12
4	4 Plantas	4
TOTAL (plantas)		78
PROMEDIO (plantas)		3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Promedio de número de planta de las edificaciones de la manzana D

Nro.	EDIFICACIONES	CANTIDAD
1	1 Planta	7
2	2 Plantas	15
3	3 Plantas	6
4	4 Plantas	2
TOTAL (plantas)		63
PROMEDIO (plantas)		2

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en campo, se puede concluir:

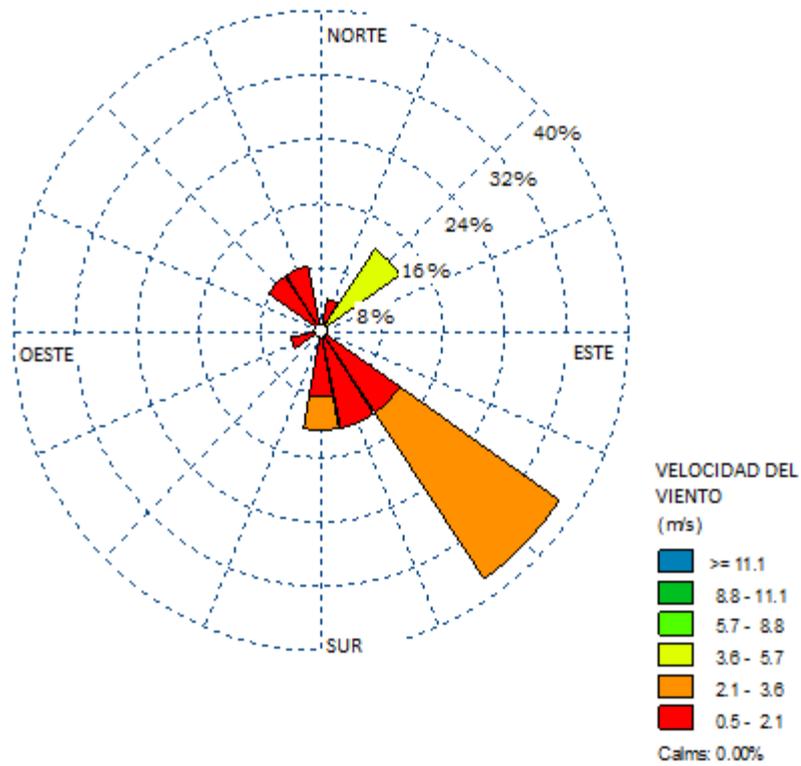
- Manzana A: Conformada por edificaciones con un promedio de 03 niveles.
- Manzana B: Conformada por edificaciones con un promedio de 03 niveles.
- Manzana C: Conformada por edificaciones con un promedio de 03 niveles.
- Manzana D: Conformada por edificaciones con un promedio de 02 niveles.

En el anexo 05 se tiene el plano de altura de edificaciones de la zona de estudio.

#### 4.5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La velocidad y dirección del viento es el principal parámetro que puede generar alteraciones en los niveles de ruido. Al no tener información primaria sobre este parámetro, se recurrió a la literatura; encontrándose en el estudio de impacto ambiental del proyecto de la Línea 01 – tramo 02 del Metro de Lima que el valor promedio de la velocidad del viento en la estación bayovar es de 2.0 m/s en dirección sureste. En la figura N° 17 se puede observar la rosa de vientos.

Figura N° 17: Rosa de vientos del área de estudio



Fuente: EIA – Línea 1 – Tramos 02 Metro de Lima

Estos valores no afectan los resultados del monitoreo debido a la presencia de edificaciones en la zona de estudio que sirven como una especie de muralla.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. HORA DE MÁXIMA DEMANDA VEHICULAR (HORA PUNTA)

##### 5.1.1. Aforo vehicular

Se realizó el conteo de vehículos en la zona de estudio, teniendo en cuenta que la avenida Próceres de la Independencia una vía de doble sentido, se tuvo que realizar el aforo en ambos sentidos para determinar la hora punta.

La ubicación de los puntos de aforo vehicular fueron los siguientes:

- Punto de aforo AF01: intersección de las avenidas Héroes del Cenepa con Próceres de la Independencia, en sentido sureste (hacia vía Evitamiento).
- Punto de aforo AF02: intersección de las avenidas Héroes del Cenepa con Próceres de la Independencia, en sentido noreste (hacia Jicamarca – provincia de Huarochirí).

En la tabla N° 11 se muestra las coordenadas UTM de los puntos de aforo vehicular. Además, en el anexo 06 se tiene el plano de ubicación de los mencionados puntos.

*Tabla N° 11: Coordenadas UTM de los puntos de aforo*

<b>Punto de Aforo</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
AF01	8677217	283596	304
AF02	8677180	283656	305

En el anexo 07 se muestra los resultados obtenidos del aforo vehicular realizado en el área de estudio. Esta medición se hizo por 03 días (21, 23 y 25 de septiembre de 2017).

##### 5.1.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

En base a resultados del aforo realizado en campo (anexo 07) se procedió a realizar el cálculo del volumen horario de máxima demanda, obteniéndose los siguientes resultados:

- a) El día martes 21 de septiembre se obtuvo como volumen horario de máxima demanda 1177 vehículos/hora; en sentido noreste de la avenida Próceres de la Independencia. Ver tabla N° 12.

*Tabla N° 12: Volumen horario del aforo del día 21.09.17*

RANGO		Volumen Horario (sentido Noreste)	Volumen Horario (sentido Suroeste)
07:00	08:00	899	1099
07:15	08:15	937	<b>1105</b>
07:30	08:30	948	1044
07:45	08:45	928	1014
08:00	09:00	897	997
14:00	15:00	780	844
14:15	15:15	784	808
14:30	15:30	856	786
14:45	15:45	857	780
15:00	16:00	845	772
18:00	19:00	963	849
18:15	19:15	1067	906
18:30	19:30	1156	922
<b>18:45</b>	<b>19:45</b>	<b>1177</b>	880
19:00	20:00	1099	899
19:15	20:15	1002	828
19:30	20:30	927	769
19:45	20:45	904	747
20:00	21:00	882	705
20:15	21:15	862	715
20:30	21:30	826	710
20:45	21:45	773	687
21:00	22:00	741	665

Fuente: Elaboración propia

- b) El día jueves 23 de septiembre se obtuvo como como volumen horario de máxima demanda 1283 vehículos/hora; en sentido noreste de la avenida Próceres de la Independencia. Ver tabla N° 13.

*Tabla N° 13: Volumen horario del aforo del día 23.09.17*

RANGO		Volumen Horario (sentido Noreste)	Volumen Horario (sentido Suroeste)
07:00	08:00	900	1088
07:15	08:15	969	<b>1112</b>
07:30	08:30	985	1057
07:45	08:45	929	1015
08:00	09:00	853	1005
14:00	15:00	800	878
14:15	15:15	826	824
14:30	15:30	892	818
14:45	15:45	899	802
15:00	16:00	851	788
18:00	19:00	1015	876
18:15	19:15	1129	911
18:30	19:30	1238	965
<b>18:45</b>	<b>19:45</b>	<b>1283</b>	968
19:00	20:00	1219	988
19:15	20:15	1109	950
19:30	20:30	999	868
19:45	20:45	943	824
20:00	21:00	903	783
20:15	21:15	866	767
20:30	21:30	827	774
20:45	21:45	748	755
21:00	22:00	700	706

Fuente: Elaboración propia

- c) El día sábado 25 de septiembre se obtuvo como volumen horario de máxima demanda 1201 vehículos/hora; en sentido noreste de la avenida Próceres de la Independencia. Ver tabla N° 14.

*Tabla N° 14: Volumen horario del aforo del día 25.09.17*

RANGO		Volumen Horario (sentido Noreste)	Volumen Horario (sentido Suroeste)
07:00	08:00	768	1029
07:15	08:15	812	1054
07:30	08:30	822	1037
07:45	08:45	808	980
08:00	09:00	764	913
14:00	15:00	722	776
14:15	15:15	739	738
14:30	15:30	787	720
14:45	15:45	769	682
15:00	16:00	739	642
18:00	19:00	888	817
18:15	19:15	1002	864
18:30	19:30	1104	888
18:45	19:45	1176	874
<b>19:00</b>	<b>20:00</b>	<b>1201</b>	874
19:15	20:15	1117	847
19:30	20:30	1004	831
19:45	20:45	919	797
20:00	21:00	851	780
20:15	21:15	813	783
20:30	21:30	783	739
20:45	21:45	734	705
21:00	22:00	688	667

Fuente: Elaboración propia

### **5.1.3. Hora de máxima demanda (hora punta)**

De las tablas N° 12, N° 13, y N° 14, se tiene como resultado que la hora punta en la zona de estudio es entre las 6:45 p. m. y 07:45 p. m.

## **5.2. NIVELES DE RUIDO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

### **5.2.1. Fuentes de Ruido**

En base a la tipificación de fuentes de ruido establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, en el área de estudio se ha identificado como las principales fuentes de ruido las siguientes:

#### **a. Fijas zonales o de área**

Se ha identificado que frente a la estación Bayóvar (en ambos sentidos de la avenida Próceres de la Independencia) existen establecimientos comerciales, así como restaurantes que atienden con frecuencia diaria. Además, se ha identificado la presencia de comerciantes informales que están presentes en la zona todos los días.

#### **b. Móviles detenidos.**

En este grupo, se ha identificado a los siguientes vehículos:

- Vehículos de transporte público (buses, couster, combis) estacionados en los paraderos ubicados en la avenida Próceres de la Independencia (ambos sentidos).
- Taxis y minivans: Ubicados en las vías auxiliares de la avenida Próceres de la Independencia (ambos sentidos).
- Mototaxis: Estas unidades se ubican en la avenida Héroes del Cenepa, en las intersecciones con la avenida Próceres de la Independencia.

#### **c. Móviles lineales.**

Esta fuente está conformada por las unidades vehiculares que circulan por las avenidas presentes en la zona de estudio (minivans, buses, combis, taxis, mototaxis, etc.)

### **5.2.2. Ubicación de puntos de monitoreo.**

Para la determinación de los puntos de monitoreo se realizó en base a lo mencionado en la metodología y a la ubicación de las fuentes de ruido en la zona de estudio; en la tabla N° 15 se muestran las coordenadas UTM de los puntos de monitoreo.

Tabla N° 15: Coordenadas UTM de los puntos de monitoreo

Nro.	Designación	Coordenadas UTM		
		Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m.)
01	R-01	283,549	8'676,948	296.8
02	R-02	283,489	8'676,991	296.7
03	R-03	283,425	8'677,032	296.6
04	R-04	283,488	8'677,126	300.6
05	R-05	283,567	8'677,245	304.4
06	R-06	283,615	8'677,212	304.5
07	R-07	283,693	8'677,163	306.2
08	R-08	283,612	8'677,043	301.7
09	R-09	283,593	8'677,113	302.6
10	R-10	283,586	8'677,169	303.5

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 03 se presenta el plano de ubicación de puntos de monitoreo.

### 5.2.2. Medición del ruido.

Las mediciones de los niveles de presión sonora fueron durante catorce días en cada punto. Para su realización, se basó en lo establecido en el protocolo nacional de ruido del Ministerio del Ambiente.

En el anexo 08 se muestra los resultados del monitoreo de ruido realizado en los puntos definidos en la zona de estudio.

### Promedio de los valores de ruido

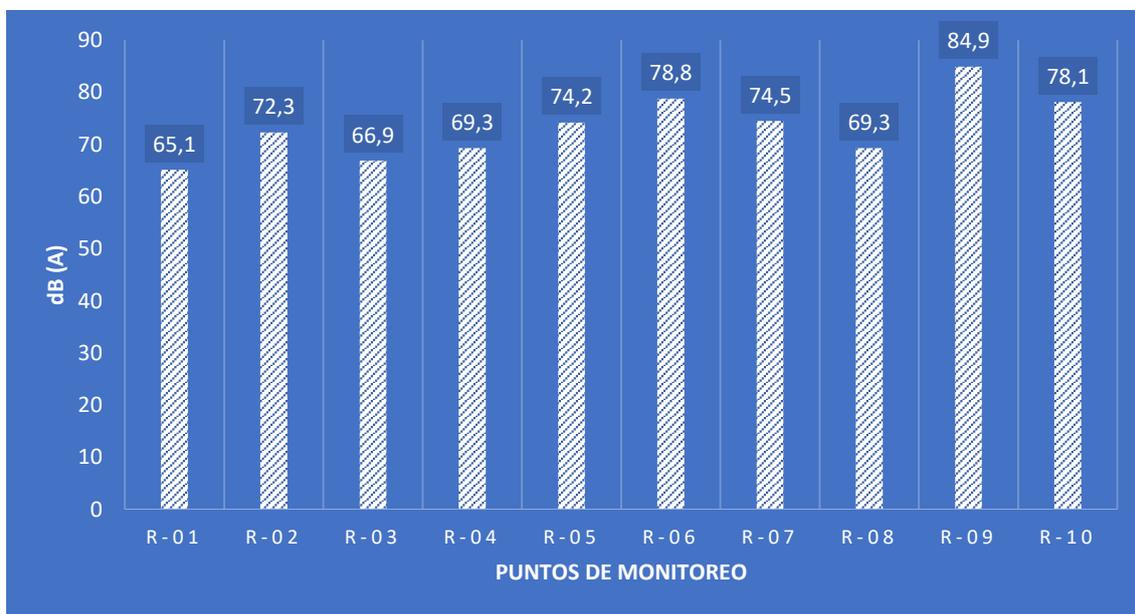
En la tabla N° 16 y en las figuras N° 18 y N° 19 se muestra los resultados promedios del nivel de presión sonora equivalente, nivel de presión sonora máximo, y nivel de presión sonora mínimo; de los puntos monitoreados durante los 14 días realizados.

Tabla N° 16: Promedio de resultados de monitoreo de ruido

Nro.	ID	Prom Lmin dB (A)	Prom Lmax dB (A)	Prom Leq dB (A)
1	R-01	57.2	77.3	65.1
2	R-02	60.7	86.8	72.3
3	R-03	56.5	86.4	66.9
4	R-04	62.1	79.7	69.3
5	R-05	63.6	88.8	74.2
6	R-06	65.4	91.2	78.8
7	R-07	61.9	90.1	74.5
8	R-08	62.0	79.7	69.3
9	R-09	68.5	104.1	84.9
10	R-10	67.3	97.2	78.1

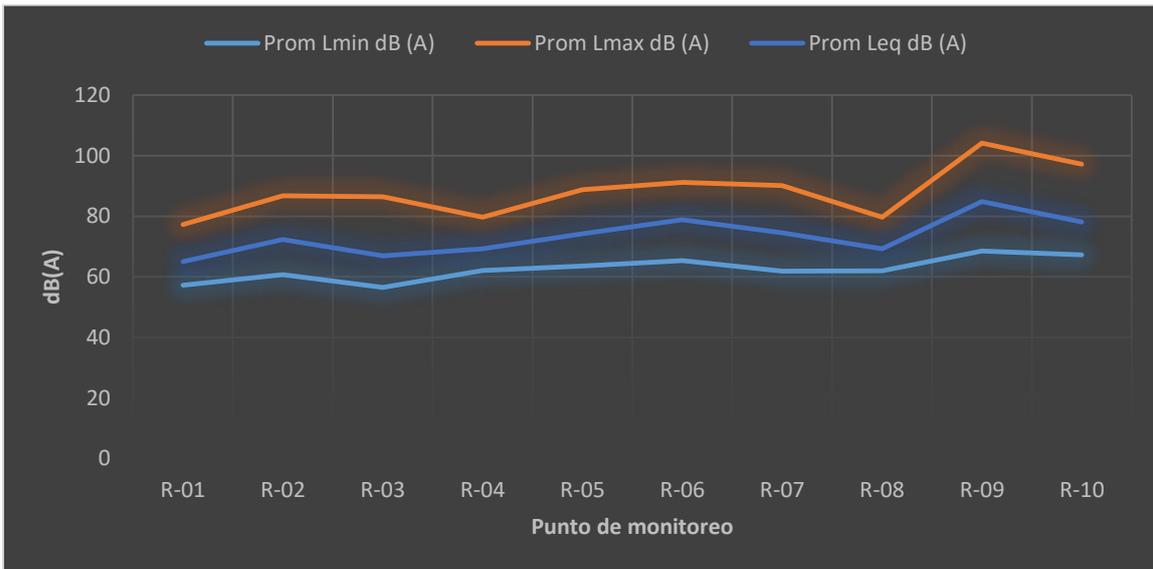
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 18: Valores promedios de Leq (A) de los puntos de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 19: Promedio nivel equivalente, Máximo y Mínimo



Fuente: Elaboración propia

### 5.3. COMPARACIÓN DE NIVELES DE RUIDO SEGÚN ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO, D.S. 085-2001-PCM.

Los datos considerados, que se comparan con estos criterios, corresponden a valores promedios de catorce días de monitoreo, realizadas en los puntos previamente identificados en la zona de estudio entre las 06:45 p. m. y las 07:45 p. m. (hora punta).

El decreto supremo 085-2001-PCM, reglamento de los estándares de calidad ambiental para ruido establece que los niveles en el horario diurno (periodo comprendido entre las 07:01 a. m. y 10:00 p.m.) no sean mayores a 70 dB(A) para zonas comerciales y de 60 dB(A) en zona residenciales.

De acuerdo al plano de zonificación de uso de suelos (anexo 02), de los 10 puntos de monitoreo, se tiene 04 puntos se encuentran en una zona residencial y las restantes en zona comercial. A partir de lo mencionado se obtiene los siguientes resultados que se muestran en los tablas N° 17 – 18 y figuras N° 20 – 21.

Tabla N° 17: Comparación entre niveles de ruido y ECA en ruido zona comercial

Nro.	ID	Promedio Leq (A)T=05	ECA Diurno <=70 dB ¿Cumple?
01	R-02	72.3	NO
02	R-05	74.2	NO
03	R-06	78.8	NO
04	R-07	74.5	NO
05	R-09	84.9	NO
06	R-10	78.1	NO

Fuente: Elaboración propia

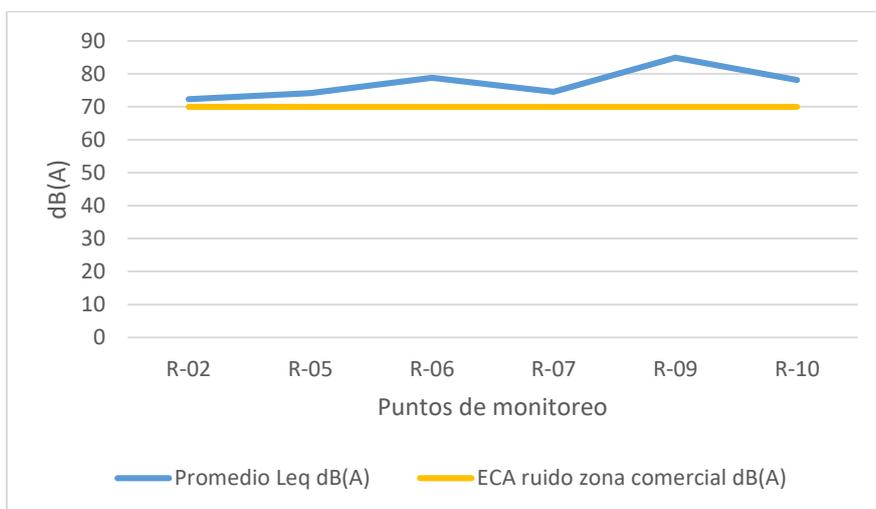
Tabla N° 18: Comparación entre niveles de ruido y ECA en ruido zona residencial

Nro.	ID	Promedio Leq (A)T=05	ECA Diurno <=60 dB ¿Cumple?
01	R-01	65.1	NO
02	R-03	66.9	NO
03	R-04	69.3	NO
04	R-08	69.3	NO

Fuente: Elaboración propia

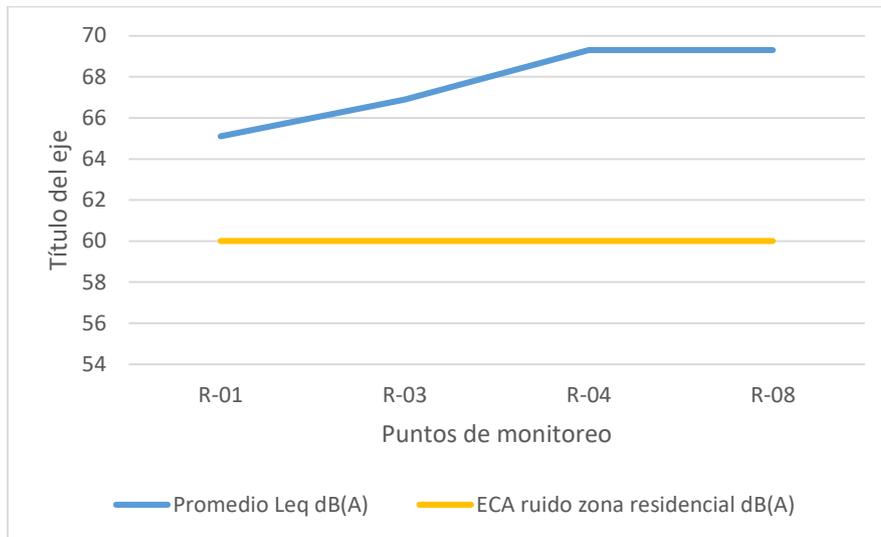
Se puede observar, que el 100% de los puntos monitoreados sobrepasan los niveles permitidos por el estándar de calidad ambiental para ruido.

Figura N° 20: Comparación de puntos de monitoreo con el ECA de ruido zona comercial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21: Comparación de puntos de monitoreo con el ECA de ruido zona residencial



Fuente: Elaboración propia

#### 5.4. EVALUACIÓN DEL RUIDO CON EL *SOFTWARE* ARCGIS

Con los resultados del monitoreo ambiental hecho en la zona de estudio, se procedió a elaborar el plano de niveles de ruido, el cual fue hecho en el software ARCGIS 10.1, utilizando el método de interpolación Kriging.

Se ha escogido este software pues es de amplia utilización en las Entidades del orden local, regional y nacional.

El plano de niveles de ruido se puede ver en el anexo 04.

#### 5.5. PLAN DE MITIGACIÓN DE RUIDO

En el presente capítulo se propone las medidas correctivas específicas que se pueden tomar con el fin de reducir los niveles de ruido detectados en la zona de estudio. Se considera importante, desde un punto de vista de la ingeniería ambiental, proponer medidas específicas que logren el mencionado fin considerando además que los resultados muestran niveles por encima de los estándares de calidad ambiental.

##### 5.5.1. Capacitación y sensibilización

La capacitación y sensibilización ambiental han demostrado que son instrumentos eficientes para implementar medidas que minimicen impactos ambientales (como

por ejemplo el ruido), ya que por medio de campañas educativas se puede interactuar directamente con los causantes y afectados del ruido y hacerles comprender sobre el problema en cuestión. El objetivo principal, desde esta perspectiva, es conseguir una reducción significativa del ruido mediante el cambio de hábitos y comportamiento (Bravo 2012).

**a. Campañas dirigidas a la ciudadanía en general.**

Actividades que están enfocadas a los clientes del tren, así como la población de la zona de estudio y a los pasajeros que utilizan el servicio de transporte de la Línea Uno del Metro de Lima. Las actividades deben contemplar lo siguiente:

- Inclusión de la sensibilización sobre contaminación acústica en las campañas institucionales.
- Favorecer la disminución del ruido de tránsito a través de un programa de uso responsable del vehículo privado.
- Realización y difusión de una Guía de Educación Ambiental sobre la contaminación acústica. Informaciones, consejos y orientaciones para la reducción del ruido.

**b. Acciones educativas e informativas en la institución educativa primaria Mariscal Cáceres.**

Fomentar la incorporación de actividades didácticas en la institución educativa, ubicada en la zona de estudio, relativas a la contaminación acústica. Las actividades deberán incluir conferencias y talleres sobre la problemática del ruido y sus efectos en la salud; además se puede entregar, folletos explicativos, y en caso sea posible realizar mediciones in situ de niveles de ruido para que los alumnos tengan un nivel más alto de comprensión del problema.

**c. Acciones específicas para diferentes focos de ruido**

➤ **Usuarios de moto-taxis.**

Sensibilización sobre la influencia que puede suponer la presencia de moto-taxis para los peatones y vecinos, en lugares no autorizados al generar congestión vehicular.

➤ **Conductores de vehículos.**

Los conductores de vehículos utilizan de una forma inadecuada e indebida del claxon o bocina siendo la principal causa de los altos niveles de ruidos detectados en el monitoreo.

Se les debe orientar mediante charlas, presentaciones, sobre el mal uso de dichas bocinas; y darles a conocer que se debe usar para evitar situaciones peligrosas (reglamento de tránsito, art 48).

Dichas charlas deberán ser apoyadas con material didáctico, folletos y letreros en los cuales se incentive al conductor a respetar a los demás con respecto al ruido que produce el excesivo uso de las bocinas.

➤ **Comerciantes formales**

Para las tiendas, se deberá de igual forma agrúpaes y díctales seminarios y talleres orientadas a la disminución del uso de altos parlantes para promocionar sus productos.

**5.5.2. Aplicación de la ordenanza metropolitana 1965.**

El 23 de junio del 2016, la municipalidad metropolitana de Lima promulgó la ordenanza 1965 para la prevención y control de la contaminación sonora. Esta norma es de cumplimiento obligatorio por las personas que desarrollen actividades domésticas, comerciales y de servicios, así como fuentes móviles que generen ruido por encima del nivel permitido en el ámbito de la provincia de Lima.

Las funciones que deben cumplir, según la ordenanza 1965, la municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho es:

1. Controlar y fiscalizar la emisión de ruido originado por actividades domésticas, comerciales y de servicios, así como las fuentes móviles de su jurisdicción (aquí se incluye la zona de estudio).
2. Implementar lo establecido en el plan de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.
3. Elaborar el programa local de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora.
4. Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones.

Para que pueda aplicar las funciones mencionadas en los ítems 1, 2 y 3, la municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho debe declarar a la zona de estudio

como una zona crítica de contaminación sonora, y esto se sustenta con los niveles de ruido medidos en el punto R-09 (paradero buses frente a estación bayóvar), donde se supera fácilmente los niveles de ruido permitido según esta misma norma y los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido.

### **5.5.3. Implementación de paraderos de vehículos**

#### **a. Colectivos**

Se propone, para el paradero informal de colectivos, que se reubique fuera de la zona de congestión vehicular, específicamente debería ser frente a la iglesia de mormones. Para esto, la Municipalidad debe realizar el asfaltado de la vía auxiliar, y en la berma que se forme, acondicionar un área para el paradero.

#### **b. Moto-taxis**

Para el caso de moto-taxis, se propone, al igual que en el caso de los colectivos, construir un paradero en la avenida Héroes del Cenepa.

### **5.5.4. Retiro de comercio informal**

La presencia de ambulantes en la subestación, en la vía auxiliar y en el paradero de buses con dirección nor-este genera congestión vehicular, por lo que deben ser retirados de la zona.

### **5.5.5. Presupuesto de Implementación del Plan Específico**

Las medidas de control propuesta en el capítulo VI originan costos para su implementación, los cuales se detallan a continuación.

#### **➤ Capacitación y sensibilización**

Para poder realizar la implementación de esta medida se ha estimado los costos de acuerdo a los siguientes criterios:

- Para capacitar a clientes que utilicen el servicio del tren eléctrico se considera que deben realizarse en la hora punta determinada, en el interior de la subestación Bayóvar, en cual se utilice parlantes y otros equipos que permita emitir el comunicado.
- Para difundir la guía de educación ambiental, se considera que se deben repartir a un estimado de 150000 personas (que incluyen clientes del tren, población, conductores y transeúntes en general). Además de esto es necesario considerar

el personal necesario para entregar el mencionado comunicado. Se repartía este material por un periodo de 30 días. Para mayor detalle, véase tabla N° 19.

*Tabla N° 19: Presupuesto para capacitación y sensibilización*

<b>CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN</b>				
<b>SERVICIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (S/)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Proyecto (S/.)</b>
Capacitación a clientes del tren eléctrico (personal más logística)	Servicio/hora	500	30	15000
Difusión de Guía de Educación Ambiental	Tríptico	0.10	150,000	15000
Personal de apoyo para entrega de trípticos	Persona/hora	30	150	4500
Campaña educativa en la institución educativa Mariscal Cáceres	Servicio/día	450	30	13500
<b>TOTAL (S/.)</b>				<b>48,000</b>

➤ **Implementación de paradero de vehículos**

En las tablas N° 20 y 21, se tiene el presupuesto para la construcción de paraderos, tanto de colectivos como de mototaxis.

*Tabla N° 20: Presupuesto para construcción de paradero de colectivos*

<b>CONSTRUCCIÓN DE PARADEROS DE COLECTIVOS</b>				
<b>SERVICIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (S/)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Proyecto (S/.)</b>
Concreto armado	m <sup>3</sup>	380	10.6	4028
Alquiler de madera	Tablón	8	20	160
Clavos	Kilogramo	4	7.5	30
Mano de obra	m <sup>2</sup>	80	10.6	848
<b>TOTAL (S/.)</b>				<b>5,066</b>

Tabla N° 21: Presupuesto para construcción de paradero de mototaxis

<b>CONSTRUCCIÓN DE PARADEROS DE MOTOTAXIS</b>				
<b>SERVICIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (S/)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Proyecto (S/.)</b>
Concreto armado	m <sup>3</sup>	380	7	2660
Alquiler de madera	Tablón	8	15	120
Clavos	Kilogramo	3	7.5	22.5
Mano de obra	m <sup>2</sup>	80	7	560
<b>TOTAL (S/.)</b>				<b>3,362.5</b>

## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el acápite de antecedentes se muestra los estudios en materia de ruido que se tomó como referencias para elaborar esta investigación. Si bien aquellos se realizaron en zonas diferentes al área de estudio, es necesario comparar y analizar los resultados obtenidos.

- **EIA – Sd Línea 01 de Metro de Lima – Tramo 02.**

En la zona de estudio se realizó monitoreo de calidad del ruido ambiental como parte del estudio de impacto ambiental semi detallado del proyecto de la Línea 01 del Metro de Lima – Tramo 02 para obtener la línea base.

La ubicación del punto es donde está actualmente la estación bayovar. Las coordenadas UTM se muestran en la tabla N° 22.

*Tabla N° 22: Coordenadas UTM del punto de monitoreo del proyecto de la Línea 01*

Norte	Este	Altitud
8677109.25	283573.57	301.8

Fuente: EIA Línea 01 – Tramo 02 Metro de Lima.

Los resultados del monitoreo realizado se muestran en la tabla N° 23.

*Tabla N° 23: Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental*

Parámetro	Unidad	Resultado
LAeqT	dB (A)	55.4
Lmax	dB (A)	46.9
Lmin	dB (A)	64.6

Fuente: EIA Línea 01 – Tramo 02 Metro de Lima.

En la tabla N° 24 se presenta los resultados promedios de los puntos ubicados en el área de estudio:

Tabla N° 24: Resultados promedios de ruido ambiental en el área de estudio

Nro.	ID	Prom Leq dB (A)
1	R-01	65.1
2	R-02	72.3
3	R-03	66.9
4	R-04	69.3
5	R-05	74.2
6	R-06	78.8
7	R-07	74.5
8	R-08	69.3
9	R-09	84.9
10	R-10	78.1
PROMEDIO		73.3

Fuente: Elaboración propia

De la comparación de ambos resultados se puede observar que los valores obtenidos para el presente estudio superan los calculados previo al inicio de las operaciones del tren eléctrico; es decir, que hay un incremento en los niveles de ruido en la zona de estudio generado por la presencia de vehículos,

Si bien los puntos de monitoreo del estudio no tienen exactamente la misma ubicación que el del proyecto de la Línea 01, se extrapola que la afirmación anterior es válida considerando que los puntos más lejanos a las fuentes de ruido (paradero de buses) superan al del proyecto en mención.

- **Estudio y plan de mitigación del nivel ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo. Hector Augusto Reyes Jimenez (Tesis de grado - ing. En biotecnología ambiental). (2011).**

En esta investigación el autor realiza el monitoreo de ruido en intersecciones de las avenidas de la ciudad, el cual fue realizado en 14 puntos, arrojando los valores mostrados en la tabla N° 25.

Tabla N° 25: Niveles de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo

Punto	Leq dB(A)
01	69,1
02	70,2
03	70,6
04	70,1
05	71,7
06	72,4
07	71,5
08	77,4
09	68,8
10	67,5
11	71,0
12	72,5
13	71,1
14	72,4
PROMEDIO	71.2

Fuente: Elaboración propia

Si comparamos estos resultados con los de la tabla N° 24, niveles de ruido promedio de los puntos ubicados en el área de este estudio, vemos que tienen valores más homogéneos (ruido más estable), lo que presupone que el tráfico vehicular es muy parecido en todo el casco urbano. Así mismo, en valor promedio de los puntos de monitoreo, es ligeramente mayor el nivel de ruido en nuestra zona de estudio (73.3 dB(A)), en comparación con esta investigación (71.2 dB(A)).

- **Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en puntos críticos de la zona metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido. Tesis Biol. Miguel Bañuelos Castañeda (2005).**

Para este caso de estudio referido a los niveles de ruido originado por tráfico vehicular en Guadalajara, se tuvo 24 puntos de monitoreo en las diferentes intersecciones de las vías principales de la ciudad. Los resultados del monitoreo se pueden ver en la tabla N° 26.

Si comparamos los valores de esta investigación con nuestro estudio, se observan valores mayores de ruido (en promedio 80 dB(A)), lo que refleja un mayor tráfico vehicular.

Tabla N° 26: Niveles de ruido en zona metropolitana de Guadalajara.

Punto	Ubicación de Punto de monitoreo	Leq dB(A)
G1	Av. Alcalde y Av. Normalistas	79.82
G2	Cda. Federalismo y Av. Niños Héroes	76.38
G3	Cda. Independencia y Av. Revolución	78.87
G4	Cda. Independencia y Av. R Michel	78.75
G5	Av. 16 de septiembre y C. Miguel Blanco	81.23
G6	Av. Alcalde y C. Manuel Acuña	82.52
G7	Av. Juárez y Av. 16 de septiembre	79.93
G8	Av. Alcalde y C. Juan Manuel	81.07
G9	C. Jesús García y Av. Alcalde	79.87
G10	C. Jesús García y Av. Enrique Díaz de León	77.70
G11	Av. Hidalgo y C. Contreras Medellín	79.15
G12	Cda. Independencia y C. Sierra Madre	80.98
G13	Cda. Independencia y Av. Washington	78.20
G14	Av. Circunvalación y Av. Alcalde	78.42
G15	Cda. Independencia y Av. Circunvalación	79.42
G16	Av. Del Mercado y Av. Lázaro Cárdenas	78.78
G17	Av. Héroes de Nacozari y Av. Gob. Curiel	79.48
G18	Av. López de Legaspi y Gobernador Curiel	80.87
G19	Av. López de Legaspi y Av. 8 de Julio	81.30
G20	Av. Patria y Av. 8 de Julio	80.97
G21	C. Reyes Heróles y Av. 8 de Julio	80.32
G22	Cda. Lázaro Cárdenas y Av. 8 de Julio	82.6
G23	Cda. Lázaro Cárdenas y Av. Colón	81.05
G24	Cda. Lázaro Cárdenas y Gob. Curiel	81.9
PROMEDIO		80.0

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

- El horario entre las 18:45 y 19:45 horas, resulta ser el que presenta la mayor cantidad de vehículos (1283 vehículos/hora), lapso donde se genera los mayores niveles de ruido, es decir es la hora punta. Además, del total de vehículos que conforman el volumen de tráfico en hora punta, entre el 52% y 59% son automóviles. Esta situación es básicamente debido a que una gran cantidad de la población utiliza el tren eléctrico como medio de transporte para retornar de sus labores, por lo que utilizan los buses y automóviles para desplazarse desde la estación hacia su domicilio, lo que genera que los vehículos se estacionen por varios minutos en búsqueda de pasajeros.
- Los niveles de ruido en los diez puntos de monitoreo, varían entre los valores de 65.1 dB(A), ubicado entre los jirones Los Economistas y Republicana (R-01), y 84.9 dB(A), situado en el paradero de buses con dirección nor-este (R-09). Estos valores se comprueban debido a que el punto R-09 es el más próximo a las fuentes principales de ruido en la zona de estudio, y el punto R.01 es el más lejano. Se registran algunos picos en los niveles acústicos (Lmax) y esto tiene relación directa con el uso excesivo de claxon de los vehículos, donde se suma el ruido de sus motores con el ruido de las llantas y el sistema de frenado.
- Todos los puntos en los cuales se realizó el monitoreo están sobrepasando los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, D.S. 085-2003-PCM, tanto para la zona comercial como residencial, es decir, el 100% de puntos están por encima de la normatividad vigente en materia de ruido. Esta situación implica, desde un punto de vista legal, que la zona de estudio presenta contaminación acústica, y que la población que se encuentra en esta área, principalmente los comerciantes, están propensos a sufrir daños a su salud; ya que se encuentran expuestos a tiempos prolongados a los altos niveles de ruido.
- El plano de niveles de ruido muestra que el área con mayores niveles de ruido es la que se ubica en las proximidades de la estación bayóvar, en donde se ubica el

paradero de transporte público con dirección noreste, la mayor cantidad de ambulantes y el paradero de colectivos. Esto coincide con lo visto en campo y ratifica que la causa de los altos niveles de ruido es la congestión vehicular que genera el transporte público (tanto buses como colectivos y mototaxis) en su búsqueda de obtener pasajeros; reforzado a su vez por la presencia de comerciantes informales que al vender sus productos originan ruido para poder llamar la atención de sus potenciales clientes. Este plano acústico, evidencia una condición crítica de contaminación por ruido en el área de estudio y se considera un elemento valioso de consulta en materia de planeación urbana y caracterización ambiental, el cual además se realizó atendiendo al objetivo particular que buscó caracterizar los niveles de ruido en alrededores de la estación bayóvar

## **7.2. Recomendaciones**

- Lo que se recomienda, principalmente a la autoridad local por su alcance, establecer un área de Medio Ambiente dentro del organigrama de la Municipalidad distrital que se encargue, entre otros temas, el problema del ruido ya que en una evaluación preliminar que se hizo en todas las estaciones del tren eléctrico ubicado a lo largo de la avenida Próceres de la Independencia superaban los estándares de calidad ambiental.
- El problema del ruido urbano originado por actividades como el comercio y el transporte son muy complicadas de solucionar debido a los factores que la causan, por lo que se sugiere que se deben plantear soluciones integrales que abarquen el comportamiento humano (sensibilización, capacitación), marco legal robusto y medidas de ingeniería. En el capítulo VI se plantea medidas que abarcan estos aspectos y se pueden tomar en cuenta al momento de proponer soluciones al problema en mención.
- Se recomienda que para futuros estudios en materia de ruido que afecte a la población evaluar la posibilidad de realizar las mediciones del ruido dentro del domicilio de aquellos, para tener un mayor grado de certeza de cuanto afecta directamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR, (2005). UNE-ISO 1996-1: *Magnitudes básicas y métodos de evaluación del ruido ambiental*. Madrid, España.

Arias M., Prissil E., Valdiviezo P. (2014) *Estudio de impacto vial para escuelas en zonas urbanas de Lima Metropolitana*. (Tesis de titulación). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.

Baca, W. y Seminario, S. (2012) *Evaluación del impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. (Tesis de titulación). Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Bañuelos, M. (2005). *Análisis de los niveles de ruido por tráfico vehicular en puntos críticos de la zona metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido*. (Tesis de maestría). Universidad de Guadalajara, México.

Barreto, C. (2007). *Contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista – Callao*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Bravo, A. (2002). *Propuesta de modelo de gestión de ruido para el distrito metropolitano de Quito*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Cano, J. (2009). *Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en aeropuertos, estudio de caso: aeropuerto Olaya Herrera de Medellín*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Enríquez, Mínguez de Salamanca, (2002), *Efectos del ruido en el sistema cardiovascular*, Jornadas internacionales: contaminación acústica en las ciudades. Madrid-España, Julio.

Fernández, F. (2012). *Estudio general de la contaminación acústica en las ciudades de Andalucía*. Cuadernos geográficos, 49, 55-93.

Fernández, Laforga (2000), *Conceptos físicos de las ondas sonoras*. Física y Sociedad, Revista del Colegio Oficial de Físicos, n.º 11, otoño.

García, D. (2010). *Estudio Acústico generado por el tráfico de la población de L'Olleria*. Tesis de titulación. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Gonzales, B. (2009). *Medición de emisiones de ruido en lugares abiertos de la ciudad de Managua*. Tesis de titulación. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.

Gonzalo, A. (2007). *Estudio de ruido de tráfico vehicular de la avenida Ribera Norte sector industrial Talcahuano mediante modelos de propagación*. Tesis de titulación. Universidad Austral de Chile.

Gutierrez, C. (2012). *Modelación de ruido ambiental en el centro histórico de Lima con el software Custic 3.2*. Tesis de titulación. Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.

Hawkins, W. & Parry, G. The United Kingdom Noise Mapping Experience. (online). Consulta Julio de 2009. Available From: (<http://intelligence.eu.com/acoustics2008/acoustics2008/cd1/data/articles/003465.pdf>).

International Standard Organization, (1996). *ISO 9613 Atenuación del sonido durante la propagación en exteriores*, s.e., 25 p.

Ministerio Del Ambiente, (2013). *Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. Lima, Perú: El Ministerio.

Municipalidad Metropolitana de Lima, (2007). *Ordenanza para la supresión y limitación de los ruidos nocivos y molestos*. Lima, Perú.

Lamarque, J. (1975), *Le droit contre le bruit*. LGDJ, París.

Lobos, V. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. Tesis de titulación. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

López Barrio, I. y Herranz, K. (1991): *Ruido de tráfico e interferencia en el sueño*, en R. Castro (ed.): *Psicología ambiental: intervención y evaluación del entorno*. Arquetipo, Sevilla.

Martínez, A. (2005). *Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica*. s. e. Madrid-España.

Ortega, Domínguez, (2002), *Ruido: efectos sobre el sueño*, Jornadas internacionales: contaminación acústica en las ciudades. Madrid-España, Julio.

Quintero, J.R. (2013). *El ruido del tráfico vehicular y sus efectos en el entorno urbano y la salud humana*. Medellín, Colombia. Puente revista científica, 1, 93-99.

Sanz SA, J.M. (1987), *El ruido*. MOPU, Madrid.

Santos, E. (2007). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la avenida Javier Prado*. Industrial Data. Vol. 1(número 1). 11-15.

Reyes, H. (2012). *Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de puyo*. Tesis de titulación. Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Riquelme, G. (2007). *Estudio del ruido de tráfico vehicular de la avenida Rivera Norte Sector Industrial Talcahuano mediante métodos de propagación*. Tesis de licenciatura. Universidad Austral. Valdivia, Chile.

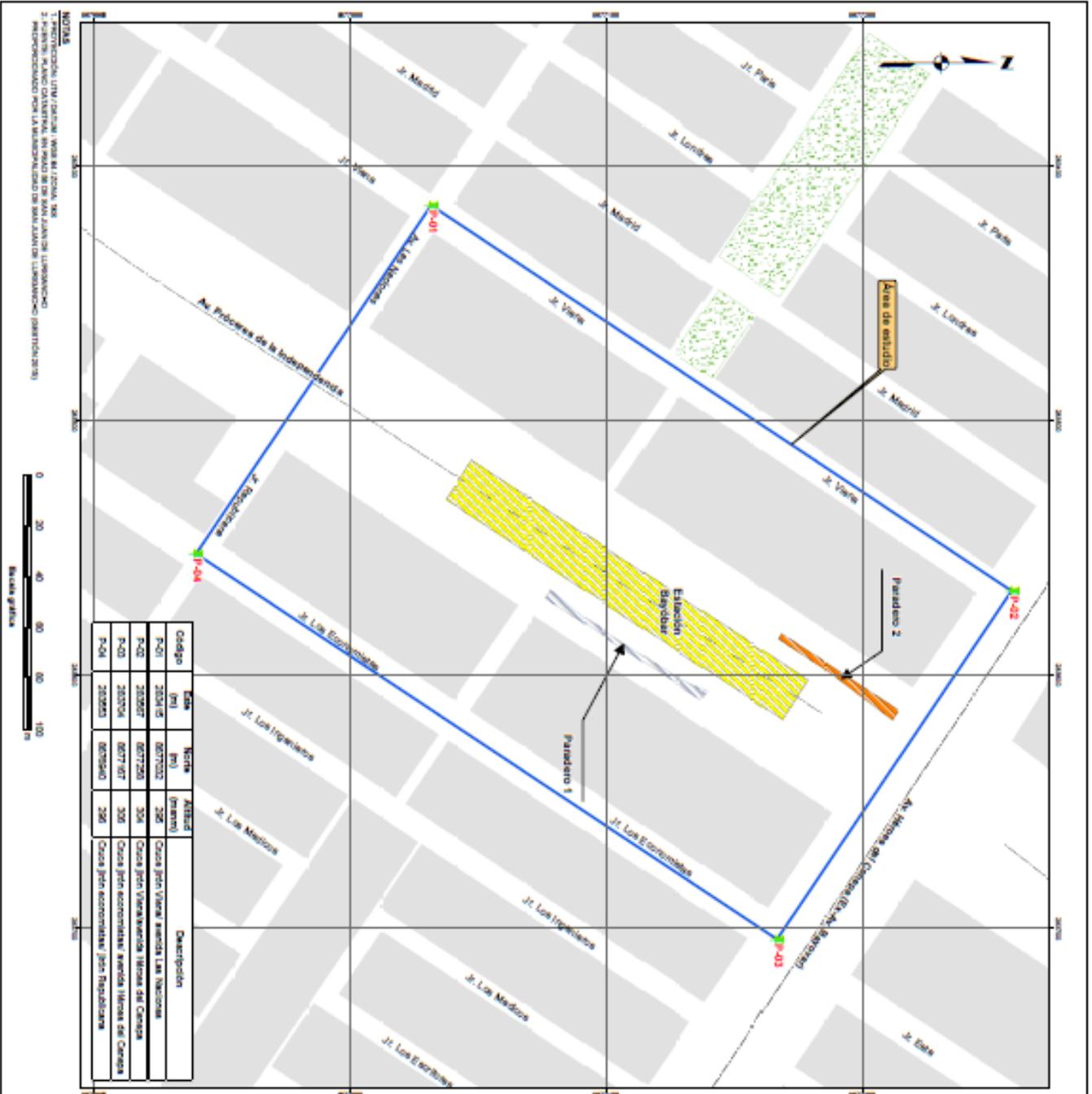
Rodríguez, C. R. (2010). *Niveles sonoros en discotecas y actividades sociales en el distrito de Tumbes*. Tesis de titulación. Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú.

Serway, R. & Faughn, J., *Física*. Pearson Education de México S.A. Quinta Edición 352 – 353.

Tafur, J. L. & Castro, C. C. *Modelamiento del ruido ambiental con apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica*. VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIA 2008. (online). Consulta en Junio de 2009. Available from: <http://www.scribd.com/doc/12013915/to-Del-Ruido-Ambiental-Con-El-Apoyo-de-Herramientas-de-Sistemas-de-Informacion-Geografica>

## ANEXOS

## **ANEXO 01: PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Código	Edif	Nota	Altitud (metros)	Descripción
P-01	20044	007700	296	Casa John Viana Avenida Las Naciones
P-02	20007	007720	306	Casa John Viana Avenida Naciones del Campo
P-03	203704	007747	300	Casa John Viana Avenida Naciones del Campo
P-04	20005	007940	296	Casa John Viana Avenida Naciones del Campo

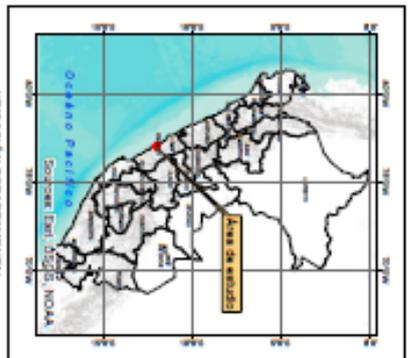
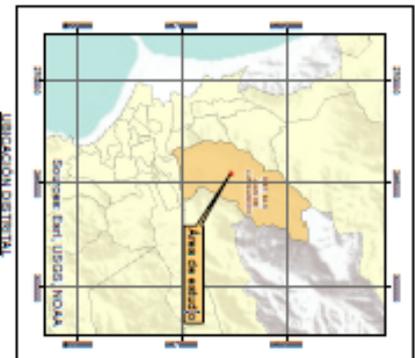
NOTAS:  
 1. CONSULTAR LISTA DE CALLES Y NOMBRES DE CALLES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS.  
 2. PLANIFICAR EL MANEJO DEL TERRENO EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS.  
 3. PLANIFICAR EL MANEJO DEL TERRENO EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS.  
 4. PLANIFICAR EL MANEJO DEL TERRENO EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS.

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

Elaborado por: Jenny Trujillo Chaves  
 Revisado por: Mg. Anderson  
 Fecha de elaboración: 13/05/2018  
 Fecha de revisión: 01/06/2018

**LEYENDA**

- Verdoso: Vertices
- Área azul: Área estudio
- Estacion Bioparque: Estacion Bioparque
- Paradero 1: Paradero 1
- Paradero 2: Paradero 2
- Parque: Parque
- Edificaciones: Edificaciones
- Arroyos: Arroyos



**ANEXO 02: PLANO DE ZONAS DE USOS DE SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO**



NOTAS:  
 1. CONSULTAR EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS DEL NEGUAYÓN.  
 2. EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS DEL NEGUAYÓN TIENE EN CUENTA LA SITUACIÓN DE LOS DIFERENTES SECTORES DEL MUNICIPIO Y SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL.  
 3. EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS DEL NEGUAYÓN TIENE EN CUENTA LA SITUACIÓN DE LOS DIFERENTES SECTORES DEL MUNICIPIO Y SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

TÍTULO: "Análisis de las zonas de uso del ambiente en torno a la estación de la estación Bogotá de la Línea Uno del Metro de Bogotá"

OBJETIVO GENERAL: "Análisis de las zonas de uso del ambiente en torno a la estación Bogotá de la Línea Uno del Metro de Bogotá"

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: "Análisis de las zonas de uso del ambiente en torno a la estación Bogotá de la Línea Uno del Metro de Bogotá"

FECHA DE ELABORACIÓN: 11/2020

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: Oct/2018

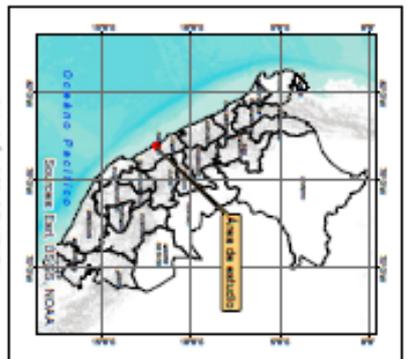
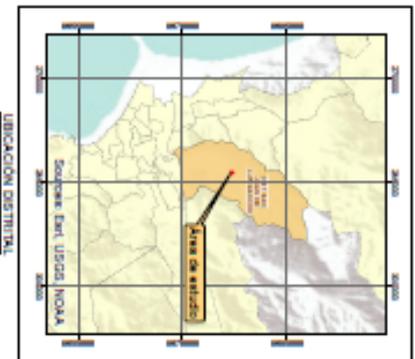
INSTITUCIÓN: Universidad Nacional de Colombia

PROYECTO: "Análisis de las zonas de uso del ambiente en torno a la estación Bogotá de la Línea Uno del Metro de Bogotá"

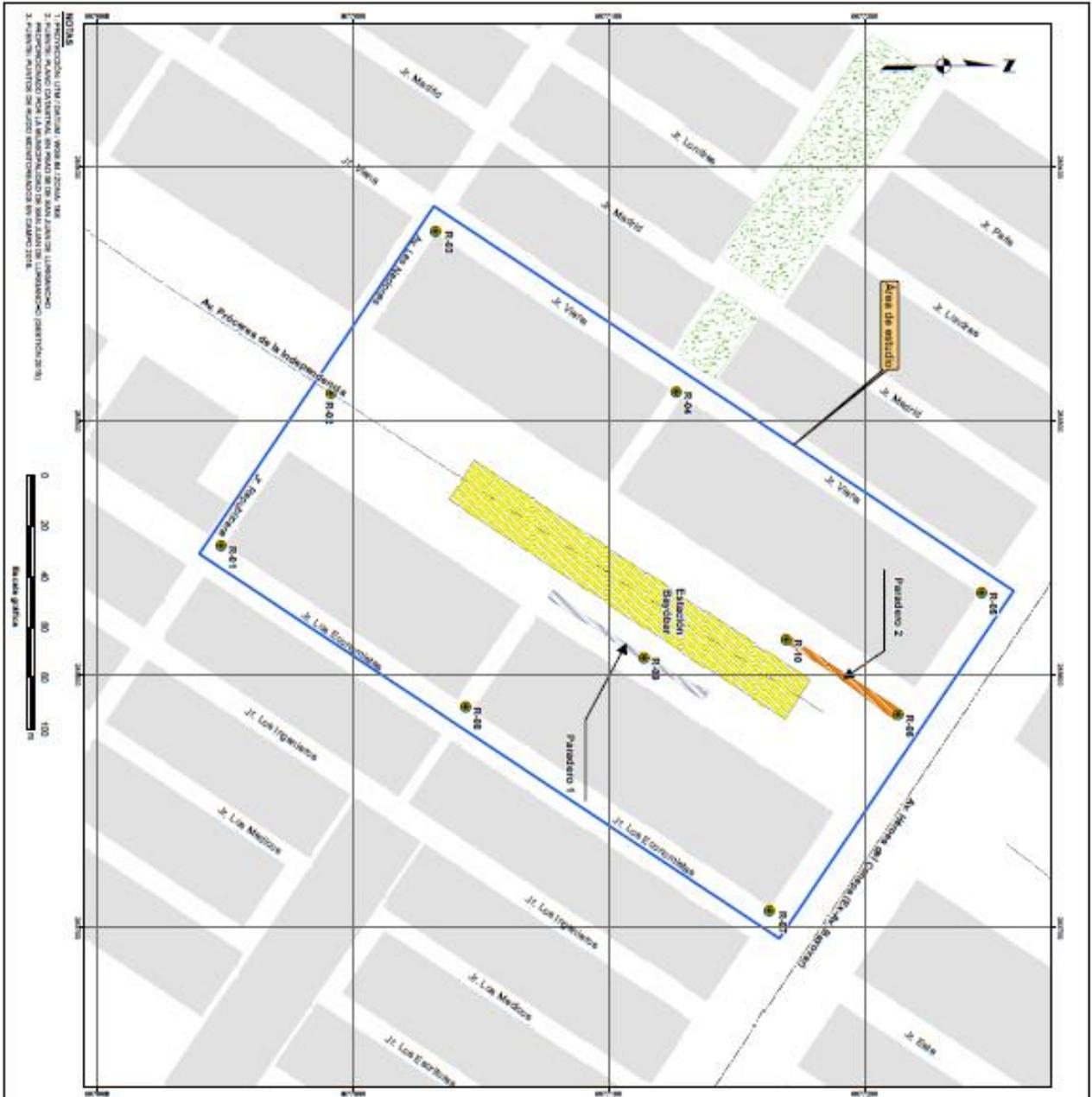
INTEGRANTES: "Análisis de las zonas de uso del ambiente en torno a la estación Bogotá de la Línea Uno del Metro de Bogotá"

**LEYENDA**

[Blue outline]	Área estudio
[Yellow with diagonal lines]	Estación Bogotá
[Green outline]	Avencillas
[Red]	Zonas de uso Residencial de Densidad Media
[Yellow]	Comercio Zonal



**ANEXO 03: PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO**



**Puntos de monitoreo de Ruido**

Código	Este (m)	Norte (m)	Altitud (mnm)
R-01	283549.331	9678548.331	296.8
R-02	283489.242	9678991.527	296.7
R-03	283429.337	9677032.497	296.6
R-04	283489.596	9677126.297	300.6
R-05	283567.714	9677245.929	304.4
R-06	283615.945	9677212.866	304.5
R-07	283693.217	9677163.020	306.2
R-08	283612.956	9677043.980	301.7
R-09	283593.555	9677113.504	302.6
R-10	283588.421	9677169.592	303.5

**LEYENDA**

- Puntos de monitoreo de Ruido
- Área estudio
- Estación Bayóvar
- Paredón 1
- Paredón 2
- Parque
- Estacionarias
- Avenida

**TÍTULO:** "Análisis de los niveles de ruido ambiente en 'Nueve puntos en las estaciones de la estación Bayóvar' de la Línea Uno del Metro de LIMA"

**NOMBRE:** PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO

**ELABORACIÓN:** Jenny Noguez Cervantes

**REVISIÓN:** Jhonny Noguez Cervantes

**PROYECTO:** Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción y Operación del Metro de LIMA

**FECHA:** 11/2018

**ESCALA:** 1:1000

**PROYECTO:** Metro de LIMA

**ESTADO:** Perú

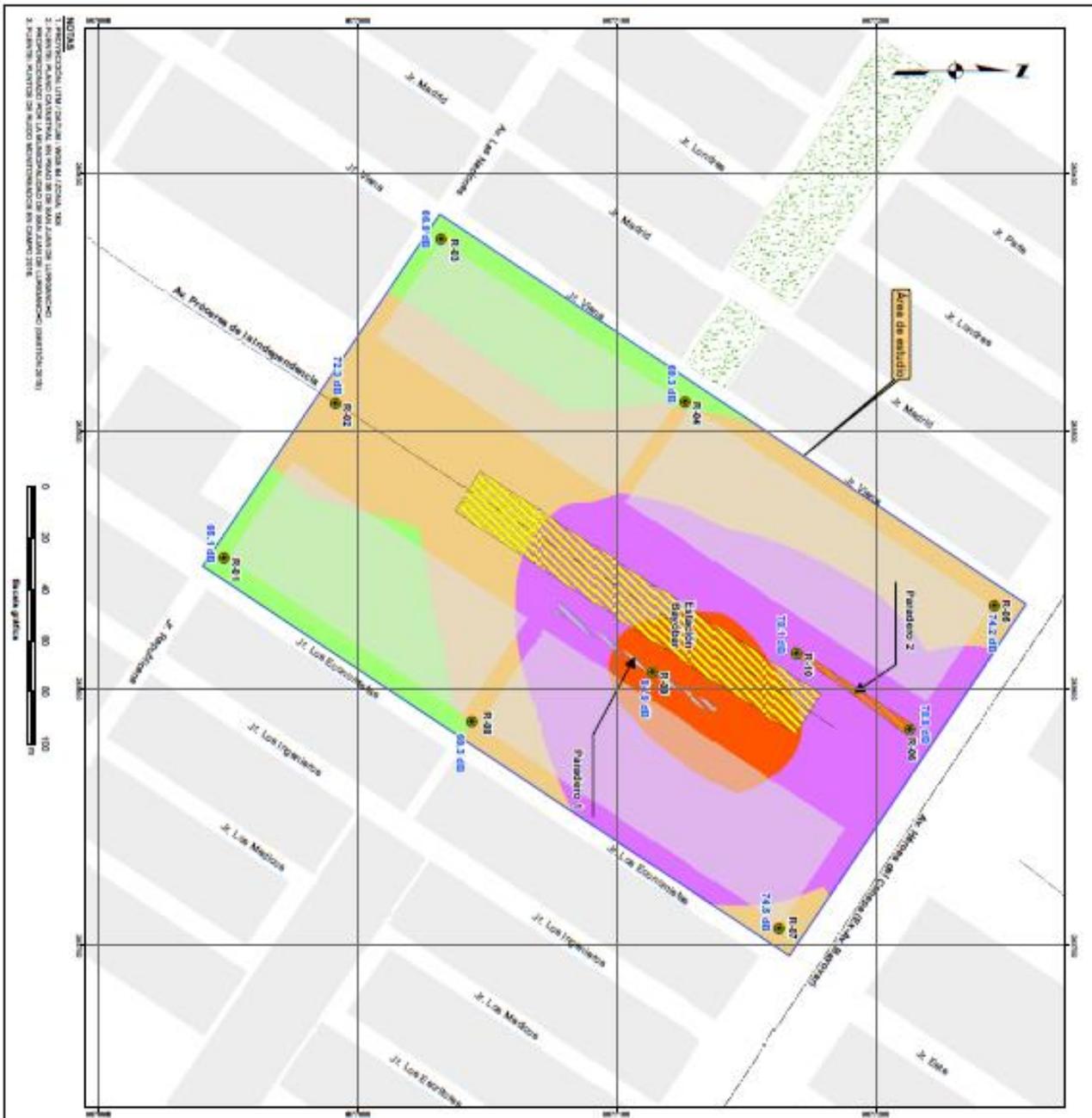
**PROYECTO:** Metro de LIMA

**ESTADO:** Perú

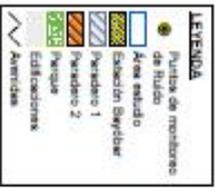
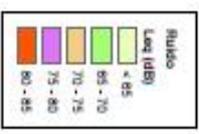
**PROYECTO:** Metro de LIMA

**ESTADO:** Perú

**ANEXO 04: PLANO DE NIVELES DE RUIDO DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Puntos de monitoreo de ruido			
Código	Este (m)	Norte (m)	Promedio Leq (dB)
R-01	283549.321	8678948.231	65.1
R-02	283489.242	8678991.527	72.3
R-03	283426.337	8677032.487	66.9
R-04	283488.596	8677126.297	69.3
R-05	283567.714	8677246.329	74.2
R-06	283615.945	8677212.865	78.8
R-07	283693.217	8677163.020	74.5
R-08	283612.996	8677043.980	69.3
R-09	283593.585	8677113.904	84.9
R-10	283596.421	8677169.892	78.1



TITULO: "Medición de los niveles de ruido ambiental en zona portuaria en la estación de la estación Sirepder de la Línea Uno del Metro de Lima"  
 AUTOR: MSc. Jhonny Torres Obando  
 INSTITUCIÓN: Ing. Ambiental  
 FECHA: 11/05/2016  
 INSTITUCIÓN: MSc. Jhonny Torres Obando  
 INSTITUCIÓN: Ing. Ambiental  
 FECHA: 11/05/2016  
 INSTITUCIÓN: MSc. Jhonny Torres Obando  
 INSTITUCIÓN: Ing. Ambiental  
 FECHA: 11/05/2016

**ANEXO 05: PLANO DE ALTURA DE EDIFICACIONES**



- NOTAS**
1. IDENTIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN EL PLANO.
  2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN EL PLANO.
  3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN EL PLANO.



<b>TÍTULO:</b> "Análisis de las zonas de todo alrededor en torno a la alfama de las edificaciones de la estación Depósito en el área del Plano de Manera de la Alfama"		<b>PROYECTO:</b>	
<b>COORDINADOR:</b> J. María Dolores	<b>PROYECTANTE:</b> M.ª Dolores	<b>FECHA:</b> 11/2018	<b>VERSIÓN:</b> 01
<b>OBJETIVO:</b> "Análisis de las zonas de todo alrededor en torno a la alfama de las edificaciones de la estación Depósito en el área del Plano de Manera de la Alfama"		<b>FECHA:</b> 11/2018	
<b>PROYECTO:</b> "Análisis de las zonas de todo alrededor en torno a la alfama de las edificaciones de la estación Depósito en el área del Plano de Manera de la Alfama"		<b>FECHA:</b> 11/2018	
<b>PROYECTO:</b> "Análisis de las zonas de todo alrededor en torno a la alfama de las edificaciones de la estación Depósito en el área del Plano de Manera de la Alfama"		<b>FECHA:</b> 11/2018	
<b>PROYECTO:</b> "Análisis de las zonas de todo alrededor en torno a la alfama de las edificaciones de la estación Depósito en el área del Plano de Manera de la Alfama"		<b>FECHA:</b> 11/2018	

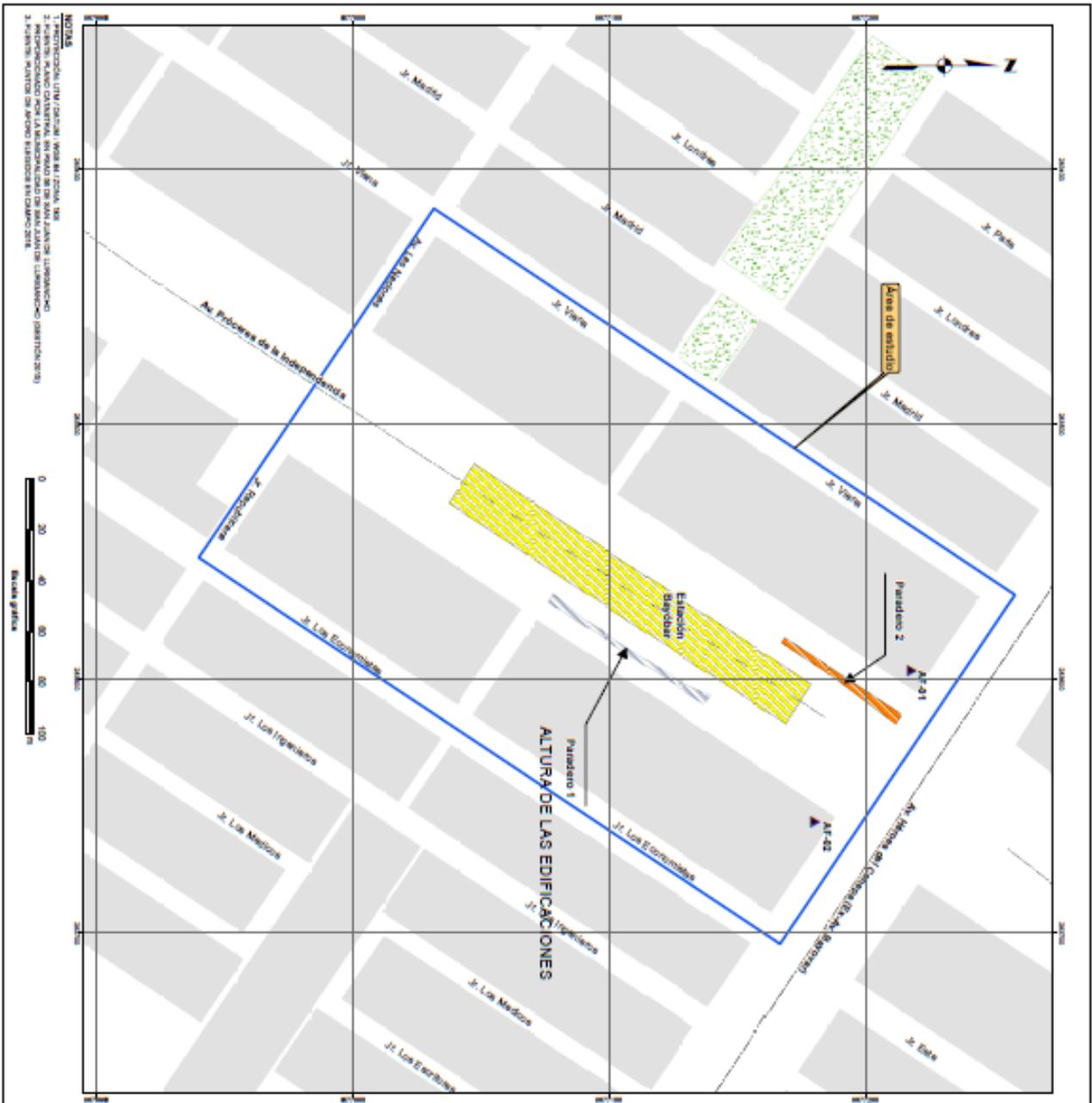
**LEYENDA**

	Área estudio
	Estación Depósito
	Paradero 1
	Paradero 2
	Parque
	Edificaciones
	Avenidas

**LEYENDA**

	Manzanas evaluadas
	Edificación de 2 pisos
	Edificación de 3 pisos

**ANEXO 06: PLANO DE PUNTOS DE AFORO**



Puntos de Altura					
Código	Elevación (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Descripción	
AT-01	203568.03	80721.87	304.75	Estación Baybier	
AT-02	203566.31	807193.83	320.05	Estación 2	

**LEYENDA**

- Punto de altura
- Axe de estudio
- Estación Baybier
- Estación 2
- Paredes
- Edificaciones
- Alcantarillas

Título: "Medida de las alturas de edificación en los puntos de las alturas de las edificaciones en las edificaciones de la línea del Metro de Lima"

Autores: **Ing. Víctor Manuel Rodríguez**

Coautores: **Ing. Alexander**

Proyecto: **Proyecto de Ingeniería de Tesis de Grado**

Asesor: **Ing. Víctor Manuel Rodríguez**

Fecha: **Oct 2018**

Logo of the institution.

## **ANEXO 07: RESULTADOS DE AFORO DE VEHÍCULOS**

Tabla N° 27: Resultados de aforo de vehículos 21.09.17, sentido Noreste

UBICACIÓN:	Cruce Próceres/Héroes del Cenepa					FECHA:	21/09/2017				
SENTIDO:	Noreste (Hacia Jicamarca)										
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTOS LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA	
7:00 - 7:15	97	26	20	27	19	9	20	2	220	899	
7:15 - 7:30	91	18	14	21	9	13	13	1	180	937	
7:30 - 7:45	88	41	42	29	11	16	14	3	244	948	
7:45 - 8:00	96	31	38	27	17	23	18	5	255	928	
8:00 - 8:15	112	15	44	33	16	22	11	5	258	897	
8:15 - 8:30	93	17	22	18	11	11	16	3	191		
8:30 - 8:45	108	16	31	24	11	14	14	6	224		
8:45 - 9:00	106	17	23	26	13	22	13	4	224		
14:00 - 14:15	97	14	28	23	15	14	4	1	196	780	
14:15 - 14:30	68	14	17	18	10	14	3	2	146	784	
14:30 - 14:45	115	21	29	21	21	10	5	1	223	856	
14:45 - 15:00	106	21	25	27	14	16	4	2	215	857	
15:00 - 15:15	99	27	19	14	19	19	3	0	200	845	
15:15 - 15:30	92	17	29	28	25	23	3	1	218		
15:30 - 15:45	111	20	26	26	17	15	6	3	224		
15:45 - 16:00	103	10	18	19	23	18	11	1	203		
18:00 - 18:15	127	9	17	13	3	14	21	3	207	963	
18:15 - 18:30	125	13	20	15	2	15	18	1	209	1067	
18:30 - 18:45	148	14	25	17	3	12	17	2	238	1156	
18:45 - 19:00	193	19	29	20	8	17	21	2	309	1177	
19:00 - 19:15	197	16	24	18	7	26	20	3	311	1099	
19:15 - 19:30	186	14	27	22	2	21	22	4	298	1002	
19:30 - 19:45	131	15	32	23	2	26	26	4	259	927	
19:45 - 20:00	137	11	26	15	4	14	19	5	231	904	
20:00 - 20:15	123	10	21	19	5	16	17	3	214	882	
20:15 - 20:30	137	12	19	17	3	13	20	2	223	862	
20:30 - 20:45	142	17	23	13	4	18	16	3	236	826	
20:45 - 21:00	136	15	17	11	1	11	17	1	209	773	
21:00 - 21:15	123	9	17	14	3	12	15	1	194	741	
21:15 - 21:30	126	13	13	10	2	10	13	0	187		
21:30 - 21:45	121	14	16	9	0	13	10	0	183		
21:45 - 22:00	119	13	15	11	1	8	9	1	177		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28: Resultados de aforo de vehículos 21.09.17, sentido sureste

UBICACIÓN:	Cruce Próceres/Héroes del Cenepa					FECHA:	21/09/2017				
SENTIDO:	Suroeste (Hacia vía Evitamiento)										
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTO LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA	
7:00 - 7:15	127	13	19	23	23	15	18	6	244	1099	
7:15 - 7:30	139	17	20	29	23	11	19	16	274	1105	
7:30 - 7:45	144	21	34	27	19	17	23	17	302	1044	
7:45 - 8:00	132	23	27	25	15	17	19	21	279	1014	
8:00 - 8:15	147	20	21	22	6	5	10	19	250	997	
8:15 - 8:30	122	10	19	18	12	10	11	11	213		
8:30 - 8:45	171	14	21	28	12	7	12	7	272		
8:45 - 9:00	170	15	25	17	2	11	15	7	262		
14:00 - 14:15	103	13	32	25	24	17	10	3	227	844	
14:15 - 14:30	97	14	32	27	18	15	11	2	216	808	
14:30 - 14:45	83	19	28	29	19	14	9	1	202	786	
14:45 - 15:00	89	14	30	27	22	11	5	1	199	780	
15:00 - 15:15	93	10	21	20	23	18	6	0	191	772	
15:15 - 15:30	95	11	19	21	25	16	6	1	194		
15:30 - 15:45	93	9	23	23	20	19	7	2	196		
15:45 - 16:00	99	13	14	19	25	14	3	4	191		
18:00 - 18:15	122	11	19	19	3	14	1	3	192	849	
18:15 - 18:30	131	14	20	22	3	17	0	5	212	906	
18:30 - 18:45	143	23	18	21	2	24	1	8	240	922	
18:45 - 19:00	134	9	11	17	1	19	2	12	205	880	
19:00 - 19:15	140	20	28	23	6	22	1	9	249	899	
19:15 - 19:30	136	5	19	21	2	22	3	20	228	828	
19:30 - 19:45	112	15	13	20	4	15	15	4	198	769	
19:45 - 20:00	112	17	23	21	7	15	26	3	224	747	
20:00 - 20:15	99	19	19	16	4	19	0	2	178	705	
20:15 - 20:30	101	11	15	16	7	11	1	7	169	715	
20:30 - 20:45	110	13	9	14	3	15	1	11	176	710	
20:45 - 21:00	107	17	11	20	11	10	2	4	182	687	
21:00 - 21:15	100	21	17	19	1	20	3	7	188	665	
21:15 - 21:30	91	15	18	13	9	16	1	1	164		
21:30 - 21:45	85	10	10	17	13	14	0	4	153		
21:45 - 22:00	93	14	13	11	5	18	1	5	160		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29: Resultados de aforo de vehículos 23.09.17, sentido Noreste

UBICACIÓN:	Cruce Próceres/Héroes del Cenepa					FECHA:	23/06/2017			
SENTIDO:	Noreste (Hacia Jicamarca)									
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTOS LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA
7:00 - 7:15	82	25	21	21	9	7	19	3	187	900
7:15 - 7:30	95	23	13	14	11	11	15	1	183	969
7:30 - 7:45	100	48	29	22	15	15	14	2	245	985
7:45 - 8:00	129	35	33	34	16	19	15	4	285	929
8:00 - 8:15	112	23	36	40	11	19	13	2	256	853
8:15 - 8:30	101	15	18	29	10	14	10	2	199	
8:30 - 8:45	85	17	21	26	17	11	11	1	189	
8:45 - 9:00	99	19	25	20	13	17	13	3	209	
14:00 - 14:15	89	10	25	26	20	15	3	2	190	800
14:15 - 14:30	60	11	21	20	13	14	3	1	143	826
14:30 - 14:45	100	20	39	14	19	13	4	2	211	892
14:45 - 15:00	115	31	33	24	29	19	2	3	256	899
15:00 - 15:15	106	35	23	14	17	17	3	1	216	851
15:15 - 15:30	99	25	19	21	22	20	3	0	209	
15:30 - 15:45	101	16	32	30	19	11	7	2	218	
15:45 - 16:00	107	21	19	19	20	9	12	1	208	
18:00 - 18:15	137	7	18	16	2	19	20	1	220	1015
18:15 - 18:30	148	9	19	19	1	11	15	0	222	1129
18:30 - 18:45	159	11	29	11	4	12	24	1	251	1238
18:45 - 19:00	201	17	33	25	9	15	17	5	322	1283
19:00 - 19:15	211	21	29	15	5	26	26	1	334	1219
19:15 - 19:30	199	18	38	27	2	18	27	2	331	1109
19:30 - 19:45	147	21	42	30	3	21	30	2	296	999
19:45 - 20:00	159	20	30	13	1	11	21	3	258	943
20:00 - 20:15	139	14	23	11	4	17	15	1	224	903
20:15 - 20:30	135	9	18	20	2	11	25	1	221	866
20:30 - 20:45	141	14	27	16	3	19	18	2	240	827
20:45 - 21:00	121	19	19	21	2	20	15	1	218	748
21:00 - 21:15	126	5	11	18	1	13	13	0	187	700
21:15 - 21:30	129	7	15	11	1	7	11	1	182	
21:30 - 21:45	117	11	9	6	0	12	6	0	161	
21:45 - 22:00	116	12	13	9	1	9	8	2	170	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 30: Resultados de aforo de vehículos 23.09.17, sentido suroeste

UBICACIÓN:	Cruce Próceres/Héroes del Cenepa					FECHA:	23/09/2017				
SENTIDO:	Suroeste (Hacia vía Evitamiento)										
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTO LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA	
7:00 - 7:15	133	9	15	21	14	21	24	9	246	1088	
7:15 - 7:30	145	15	23	24	21	19	20	25	292	1112	
7:30 - 7:45	153	26	29	18	17	15	23	13	294	1057	
7:45 - 8:00	124	16	32	22	14	16	16	16	256	1015	
8:00 - 8:15	153	20	18	17	13	11	17	21	270	1005	
8:15 - 8:30	125	24	21	21	15	13	9	9	237		
8:30 - 8:45	160	11	27	14	17	4	11	8	252		
8:45 - 9:00	153	12	23	15	4	14	14	11	246		
14:00 - 14:15	111	21	37	21	21	21	16	4	252	878	
14:15 - 14:30	102	11	28	19	19	19	9	1	208	824	
14:30 - 14:45	99	16	31	26	16	13	17	0	218	818	
14:45 - 15:00	87	11	35	21	25	9	7	5	200	802	
15:00 - 15:15	89	16	26	18	21	17	9	2	198	788	
15:15 - 15:30	101	9	22	26	17	15	11	1	202		
15:30 - 15:45	88	16	26	17	22	23	9	1	202		
15:45 - 16:00	85	7	17	24	26	18	7	2	186		
18:00 - 18:15	114	15	23	23	2	17	5	4	203	876	
18:15 - 18:30	146	11	19	19	2	13	3	4	217	911	
18:30 - 18:45	135	20	17	15	3	27	6	7	230	965	
18:45 - 19:00	142	11	15	23	1	15	3	16	226	968	
19:00 - 19:15	150	18	20	28	1	15	3	3	238	988	
19:15 - 19:30	158	15	26	20	4	27	4	17	271	950	
19:30 - 19:45	128	13	19	25	7	17	13	11	233	868	
19:45 - 20:00	120	19	25	21	9	9	26	17	246	824	
20:00 - 20:15	104	21	24	19	3	17	5	7	200	783	
20:15 - 20:30	108	15	18	17	5	14	3	9	189	767	
20:30 - 20:45	100	19	13	13	5	18	6	15	189	774	
20:45 - 21:00	114	21	17	17	8	15	7	6	205	755	
21:00 - 21:15	99	20	15	20	0	16	3	11	184	706	
21:15 - 21:30	95	18	23	18	6	23	7	6	196		
21:30 - 21:45	80	18	16	16	11	20	5	4	170		
21:45 - 22:00	95	13	13	11	4	16	0	4	156		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31: Resultados de aforo de vehículos 25.09.17, sentido noreste

UBICACIÓN:	Cruce Próceres/Héroes del Cenepa					FECHA:	25/09/2017			
SENTIDO:	Noreste (Hacia Jicamarca)									
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTOS LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA
7:00 - 7:15	90	17	17	13	17	8	17	1	180	768
7:15 - 7:30	78	19	19	16	11	10	11	1	165	812
7:30 - 7:45	83	31	29	22	15	11	10	1	202	822
7:45 - 8:00	90	27	32	26	12	17	14	3	221	808
8:00 - 8:15	101	20	37	27	14	14	9	2	224	764
8:15 - 8:30	84	15	25	19	9	8	14	1	175	
8:30 - 8:45	99	18	21	20	10	8	11	1	188	
8:45 - 9:00	88	11	24	21	11	12	8	2	177	
14:00 - 14:15	90	11	20	19	18	14	2	1	175	722
14:15 - 14:30	78	9	14	15	13	14	2	1	146	739
14:30 - 14:45	99	17	23	21	23	10	1	1	195	<b>787</b>
14:45 - 15:00	97	19	22	24	22	16	3	3	206	769
15:00 - 15:15	99	20	16	17	17	19	4	0	192	739
15:15 - 15:30	78	23	23	16	27	23	4	0	194	
15:30 - 15:45	75	25	17	23	18	15	2	2	177	
15:45 - 16:00	89	17	13	16	17	18	5	1	176	
18:00 - 18:15	123	11	15	14	1	13	17	2	196	888
18:15 - 18:30	127	15	22	18	2	18	16	2	220	1002
18:30 - 18:45	143	12	21	13	3	11	20	4	227	1104
18:45 - 19:00	167	11	19	12	5	13	15	3	245	1176
19:00 - 19:15	185	18	26	19	8	26	23	5	310	<b>1201</b>
19:15 - 19:30	190	20	27	25	4	24	26	6	322	1117
19:30 - 19:45	169	17	32	17	7	25	24	8	299	1004
19:45 - 20:00	151	14	30	19	8	20	22	6	270	919
20:00 - 20:15	132	10	24	17	6	19	16	2	226	851
20:15 - 20:30	122	12	21	15	2	14	21	2	209	813
20:30 - 20:45	126	17	19	11	3	17	17	4	214	783
20:45 - 21:00	121	15	15	18	2	11	19	1	202	734
21:00 - 21:15	117	9	11	12	4	14	20	1	188	688
21:15 - 21:30	119	13	16	9	1	9	12	0	179	
21:30 - 21:45	103	14	12	8	1	12	14	1	165	
21:45 - 22:00	105	13	9	10	2	6	9	2	156	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 32: Resultados de aforo de vehículos 25.09.17, sentido suroeste

UBICACIÓN:		Cruce Próceres/Héroes del Cenepa				FECHA:		25/09/2017			
SENTIDO:		Suroeste (Hacia vía Evitamiento)									
HORAS DE CONTROL	AUTOS	COMBI	MICROS	BUS	CAMIÓN	MOTOTAXI	MINIBAND	MOTO LINEAL	TOTAL (15 min)	SUMA HORARIA	
7:00 - 7:15	124	15	20	18	18	17	15	4	231	1029	
7:15 - 7:30	130	14	25	23	21	15	14	10	252	1054	
7:30 - 7:45	137	23	32	24	16	19	20	13	284	1037	
7:45 - 8:00	126	21	36	21	13	14	15	16	262	980	
8:00 - 8:15	142	17	27	19	9	15	12	15	256	913	
8:15 - 8:30	134	13	20	15	11	11	17	14	235		
8:30 - 8:45	140	12	16	16	15	12	11	5	227		
8:45 - 9:00	129	9	13	14	7	11	9	3	195		
14:00 - 14:15	98	11	26	21	20	14	13	1	204	776	
14:15 - 14:30	92	12	21	18	21	11	11	1	187	738	
14:30 - 14:45	86	16	25	22	24	19	9	2	203	720	
14:45 - 15:00	85	12	27	17	18	16	4	3	182	682	
15:00 - 15:15	90	9	19	15	15	13	5	0	166	642	
15:15 - 15:30	89	8	15	14	21	17	3	2	169		
15:30 - 15:45	79	7	22	19	16	10	9	3	165		
15:45 - 16:00	81	5	14	16	11	9	1	5	142		
18:00 - 18:15	117	17	16	18	1	11	2	2	184	817	
18:15 - 18:30	125	11	21	21	2	19	1	6	206	864	
18:30 - 18:45	137	27	19	16	5	20	3	6	233	888	
18:45 - 19:00	124	7	10	18	2	21	1	11	194	874	
19:00 - 19:15	139	21	14	20	4	25	2	6	231	874	
19:15 - 19:30	141	7	27	15	3	21	5	11	230	847	
19:30 - 19:45	125	18	19	19	8	18	4	8	219	831	
19:45 - 20:00	112	14	21	14	4	14	5	10	194	797	
20:00 - 20:15	115	13	16	21	9	18	6	6	204	780	
20:15 - 20:30	123	16	19	27	4	14	4	7	214	783	
20:30 - 20:45	111	19	7	17	2	20	3	6	185	739	
20:45 - 21:00	101	20	13	20	8	11	1	3	177	705	
21:00 - 21:15	124	21	15	19	4	17	1	6	207	667	
21:15 - 21:30	100	12	13	17	7	16	3	2	170		
21:30 - 21:45	98	9	9	11	4	12	2	6	151		
21:45 - 22:00	93	16	6	9	3	8	1	3	139		

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 08: RESULTADOS DE MONITOREO AMBIENTAL**

Tabla N° 33: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-01

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	56.8	80.2	61.3
23/10/2017	54.1	84.3	65.8
24/10/2017	62.9	72.8	67.0
25/10/2017	52.7	75.1	68.5
26/10/2017	54.8	78.8	64.9
27/10/2017	57.1	79.7	66.6
28/10/2017	62.3	81.9	65.8
29/10/2017	53.7	75.8	62.5
30/10/2017	59.1	63.4	63.2
31/10/2017	52.9	73.1	62.9
01/11/2017	57.1	83.3	64.7
02/11/2017	56.1	75.8	67.3
03/11/2017	59.4	80.1	64.6
04/11/2017	61.4	77.9	66.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 34: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-02

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	57.7	84.5	69.5
23/10/2017	59.8	90.4	73.7
24/10/2017	63.3	89.1	72.9
25/10/2017	62.4	90.9	73.3
26/10/2017	60.8	93.3	74.9
27/10/2017	54.1	88.0	75.4
28/10/2017	64.9	85.7	71.9
29/10/2017	62.7	81.1	70.8
30/10/2017	64.8	83.3	68.7
31/10/2017	62.1	86.3	74.1
01/11/2017	55.3	80.9	70.4
02/11/2017	57.1	87.4	75.5
03/11/2017	64.4	86.5	70.9
04/11/2017	60.1	87.3	70.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 35: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-03

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	50.3	83.4	60.9
23/10/2017	58.9	87.2	61.3
24/10/2017	51.2	88.4	64.4
25/10/2017	60.7	90.2	68.4
26/10/2017	54.3	80.3	67.5
27/10/2017	59.1	93.3	71.2
28/10/2017	55.5	87.4	68.4
29/10/2017	56.3	88.3	63.7
30/10/2017	50.2	79.9	70.2
31/10/2017	62.3	85.4	64.8
01/11/2017	62.1	89.3	69.7
02/11/2017	58.4	91.3	71.1
03/11/2017	56.8	87.3	66.6
04/11/2017	55.4	77.9	68.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 36: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-04

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	65.4	74.6	64.6
23/10/2017	62.4	79.6	70.8
24/10/2017	60.9	77.3	69.4
25/10/2017	63.3	76.5	68.4
26/10/2017	54.2	79.6	66.5
27/10/2017	60.5	82.4	69.8
28/10/2017	64.8	81.9	72.6
29/10/2017	63.7	76.5	62.3
30/10/2017	57.3	83.2	70.1
31/10/2017	60.4	82.1	77.4
01/11/2017	63.7	78.3	67.3
02/11/2017	61.9	79.7	71.1
03/11/2017	64.8	83.1	74.3
04/11/2017	66.1	80.3	65.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-05

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	63.5	88.5	70.9
23/10/2017	59.9	92.1	77.5
24/10/2017	68.4	85.6	74.3
25/10/2017	64.7	88.3	71.4
26/10/2017	56.3	85.7	69.4
27/10/2017	63.1	87.7	76.8
28/10/2017	52.8	91.1	73.5
29/10/2017	68.4	87.5	67.9
30/10/2017	64.7	87.5	78.3
31/10/2017	66.6	90.4	76.4
01/11/2017	68.4	95.3	71.1
02/11/2017	63.3	86.8	75.3
03/11/2017	64.2	86.9	79.6
04/11/2017	66.7	90.4	75.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-06

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
22/10/2017	63.5	95.3	71.6
23/10/2017	69.3	96.4	81.9
24/10/2017	65.3	90.3	76.4
25/10/2017	60.9	87.5	81.2
26/10/2017	67.3	93.9	77.6
27/10/2017	66.9	97.3	79.2
28/10/2017	70.1	93.2	80.6
29/10/2017	67.3	87.4	73.8
30/10/2017	64.9	84.6	81.5
31/10/2017	68.3	93.2	81.2
01/11/2017	61.8	91.1	79.3
02/11/2017	64.3	88.6	80.4
03/11/2017	60.4	90.0	79.5
04/11/2017	65.4	88.5	79.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 39: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-07

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
05/11/2017	59.5	85.3	74.3
06/11/2017	64.3	93.4	76.3
07/11/2017	60.2	91.1	72.8
08/11/2017	65.3	98.3	75.3
09/11/2017	62.5	86.9	73.6
10/11/2017	59.9	91.0	74.9
11/11/2017	64.8	92.7	73.5
12/11/2017	63.7	87.3	74.7
13/11/2017	60.3	90.5	78.5
14/11/2017	59.4	82.7	70.8
15/11/2017	63.8	94.3	77.7
16/11/2017	61.1	88.5	73.3
17/11/2017	58.7	92.2	74.9
18/11/2017	62.4	87.3	71.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 40: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-08

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
05/11/2017	64.4	74.6	64.6
06/11/2017	67.4	79.6	70.8
07/11/2017	60.3	77.3	69.4
08/11/2017	61.3	76.5	68.4
09/11/2017	54.2	79.6	66.5
10/11/2017	62.5	82.4	69.8
11/11/2017	61.8	81.9	72.6
12/11/2017	65.7	76.5	62.3
13/11/2017	63.3	83.2	70.1
14/11/2017	60.4	82.1	77.4
15/11/2017	63.7	78.3	67.3
16/11/2017	59.9	79.7	71.1
17/11/2017	64.8	83.1	74.3
18/11/2017	58.1	80.3	65.9

Fuente: Elaboración propia

*Tabla N° 41: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-09*

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
<b>05/11/2017</b>	68.8	105.5	83.8
<b>06/11/2017</b>	69.1	106.8	87.0
<b>07/11/2017</b>	67.7	102.4	83.9
<b>08/11/2017</b>	68.3	106.5	86.2
<b>09/11/2017</b>	70.1	106.0	85.2
<b>10/11/2017</b>	68.4	105.9	86.0
<b>11/11/2017</b>	69.9	104.8	82.1
<b>12/11/2017</b>	67.5	103.6	84.3
<b>13/11/2017</b>	69.4	105.9	86.3
<b>14/11/2017</b>	66.3	104.1	85.4
<b>15/11/2017</b>	70.2	102.4	87.2
<b>16/11/2017</b>	67.9	100.7	85.8
<b>17/11/2017</b>	68.1	102.8	84.7
<b>18/11/2017</b>	66.7	100.1	80.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 42: Resultados de monitoreo ambiental Punto R-10

Fecha	Índices de Valor de Ruido		
	Lmin (A)	Lmax (A)	Leq(A)
05/11/2017	67.1	98.5	75.6
06/11/2017	69.3	101.3	76.5
07/11/2017	68.0	97.5	75.8
08/11/2017	68.7	100.1	80.1
09/11/2017	69.4	97.4	79.4
10/11/2017	64.3	99.9	81.0
11/11/2017	63.8	92.3	74.3
12/11/2017	66.5	95.4	78.4
13/11/2017	70.1	97.3	79.3
14/11/2017	66.4	100.3	77.5
15/11/2017	68.4	98.4	80.2
16/11/2017	69.3	96.3	80.3
17/11/2017	64.9	94.2	79.3
18/11/2017	65.4	92.5	75.6

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO**

Figura N° 22 : Equipos de monitoreo utilizados. Derecha: sonómetro Hangzhou aihua modelo AWA 6228. Izquierda: sonómetro Cesva modelo SC102



Figura N° 23: Monitoreo en el punto R-01



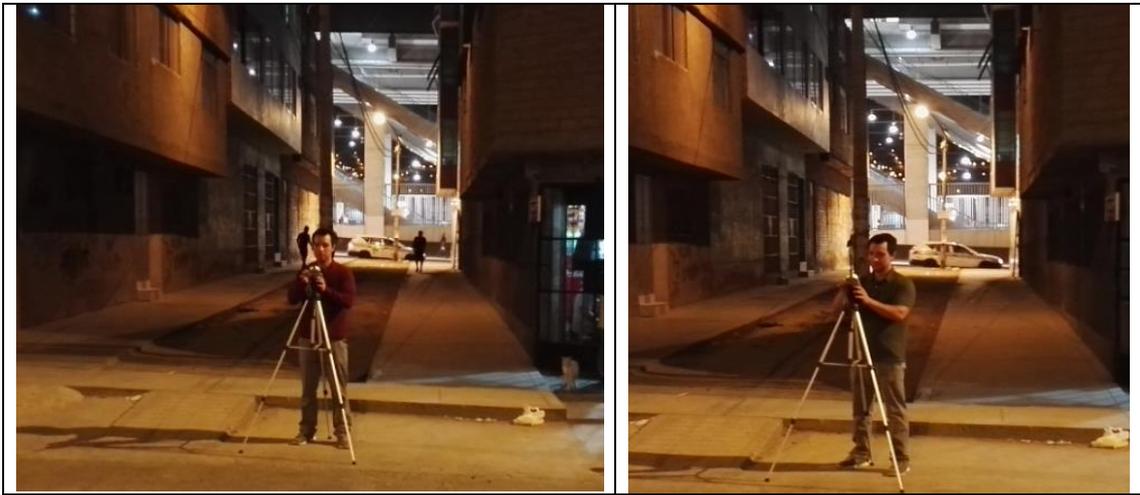
Figura N° 24: Monitoreo en el punto R-02



*Figura N° 25: Monitoreo en el punto R-03*



*Figura N° 26: Monitoreo en el punto R-04*



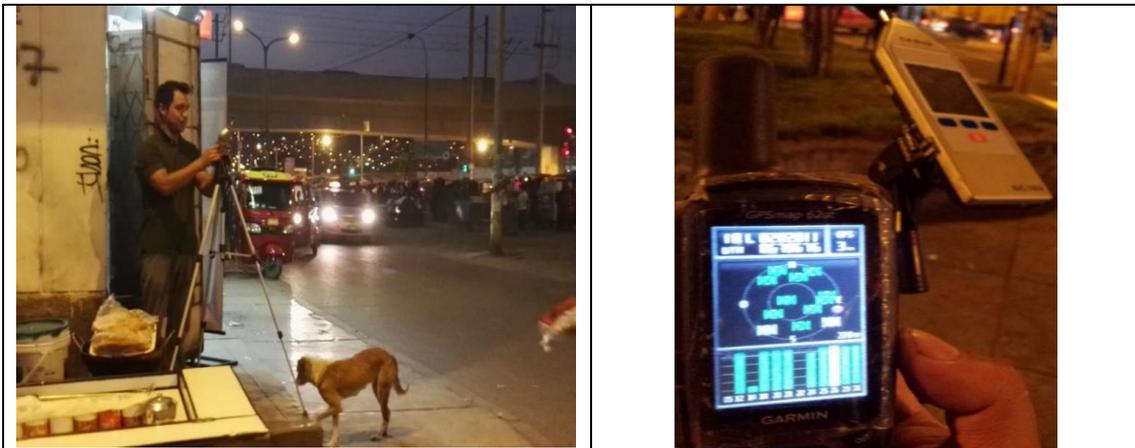
*Figura N° 27: Monitoreo en el punto R-05*



*Figura N°28: Monitoreo en el punto R-06*



*Figura N° 29: Monitoreo en el punto R-07*



*Figura N° 30: Monitoreo en el punto R-08*



*Figura N° 31: Monitoreo en el punto R-09*



*Figura N° 32: Monitoreo en el punto R-10*

