

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**“ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN EL CENTRO
HISTÓRICO DEL DISTRITO DE YANAHUARA”**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Ponze Cateriano, Dante Jesús

Sierra Sacasqui, Gleny

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Dr. Mayta Coaguila, Ronald Albino

Arequipa – Perú

2020



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado:1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

Elaboración de un Mapa de Ruidos para la Identificación de los Puntos Críticos de la Contaminación Sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara

Presentado por el (los) Bachiller (es):

Ponze Cateriano, Dante Jesús

Sierra Sacasqui, Gleny

Nuestro DICTAMEN es:

Aprobatorio

OBSERVACIONES:

Ninguna

Arequipa, 9 de diciembre del 2019

Ronald Mayte Coquiola
DICTAMINADOR
Ronald Mayte Coquiola
DNI 06514738

Gustavo Delgado Alvarado
DICTAMINADOR
Gustavo Delgado Alvarado
DNI 24603008

Sonia Sagente Anredondo
DICTAMINADOR
Sonia Sagente Anredondo
DNI 29727348

DEDICATORIA

A mis padres Tatiana y Percy, por todo el cariño y apoyo incondicional

A mi querido abuelito Néstor al que recuerdo con mucho amor y cariño

A mis hermanos Sebastián y Joaquín

A mi compañera y amiga Gleny por compartir este sueño.

Dante Jesús Ponze Cateriano

*Queda pequeña esta dedicatoria para todas las personas que
influenciaron en mí y creyeron para lograr esta tesis,
considero a Dios por siempre sostenerme y no soltar mi mano.*

*A mí querido padre, te fuiste para hacer que a partir de hoy
mis ojos te busquen sonriendo,
cada vez que miro las estrellas, que brillan en ti.*

*A mí madre y hermano por ser mi motivo de desempeño,
por su amor incondicional.*

*Y a quienes no solo están cuando hay arcoíris, sino que desde el
principio bailan conmigo bajo la lluvia*

Y al gran amigo que forjó y permitió cumplir este sueño, Dante.

Gleny Sierra Sacasqui

AGRADECIMIENTOS

A Dios por fortalecernos y guiarnos,

A nuestras familias, por su amor incondicional, por sus palabras de aliento que día a día nos impulsaron a concretar nuestra meta

Al Dr. Ronald Albino Mayta Coaguila, por siempre creer en nosotros a pesar que, por guiarnos y dejar una huella en nuestros corazones.

Al Arq. Gustavo Delgado Alvarado, por sus conocimientos impartidos y permitir plasmar eficazmente y plasmar en esta investigación. A la Mg. Sonia Lazarte Arredondo, por su continuo apoyo y contribución a la mejora de este trabajo.

A nuestros colaboradores, Ayrton y Sol, por esos días arduos de monitoreo de campo. Y a nuestra querida alma mater, que permitió conocer y forjar grandes amistades que se volvieron familia.

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el nivel de contaminación sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara mediante el monitoreo del nivel de presión sonora equivalente LAeqT en 26 puntos del distrito en diferentes turnos: mañana, tarde y noche; y en diferentes periodos: días de semana y fin de semana.

Los resultados obtenidos del monitoreo y del posterior modelamiento de los mapas de ruido ambiental muestran que sólo 2 mediciones (1%) cumplen con los ECAs del Ruido para ambos periodos: diurno y nocturno; y que 154 mediciones (99%) superan los ECAs, por lo que se puede concluir que tiene una excesiva contaminación sonora por más de 20 dB.

Los puntos de mayor contaminación sonora ubicados en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara son los que están ubicados a lo largo de la avenida Ejército (P-6 (73.9 dB), P-7 (79.7 dB), P-8 (80.1 dB), P-9 (78.6 dB) y P-10 (77.5 dB)) debido al constante tráfico vehicular en la zona, las características topográficas del distrito, el turismo local y la gran cantidad de comercios; y la intersección de la calle León Velarde con calle Alfonso Ugarte (P-17 (71.7 dB)) en la que están ubicados 2 centros educativos (Instituto SENCICO y el colegio Antonio José de Sucre) y 1 centro de salud (Clínica Aliviari).

Así mismo, se determinó que en el turno tarde del periodo semanal es cuando hay mayor contaminación sonora, llegando a picos de 80 dB y el segundo periodo con mayor índice de presión sonora es el turno mañana del periodo semanal.

Palabras claves: Mapas de Ruido, Contaminación sonora, ECAs

ABSTRACT

In the present investigation, the level of sound research in the Historic Center of the Yanahuara district was evaluated by monitoring the level of LAeqT equivalent sound pressure at 26 points of the district in different shifts: morning, afternoon and night; and in different periods: weekdays and weekends.

The results obtained from the monitoring and subsequent modeling of the environmental noise maps that specify only 2 measurements (1%) with the Noise ECAs for both periods: day and night; and that 154 measurements (99%) exceed the ECAs, so it can be concluded that it has excessive noise pollution by more than 20 dB.

The points of greatest noise pollution located in the Historic Center of the Yanahuara district are those located along Army Avenue (P-6 (73.9 dB), P-7 (79.7 dB), P-8 (80.1 dB), P-9 (78.6 dB) and P-10 (77.5 dB)) due to the constant traffic of vehicles in the area, the topographic characteristics of the district, local tourism and the large number of shops; and the intersection of León Velarde street with Alfonso Ugarte street (P-17 (71.7 dB)) in which 2 educational centers (SENCICO Institute and Antonio José de Sucre school) and 1 health center (Aliviari Clinic) are located .

Likewise, it was determined that in the late shift of the weekly period it is when there is greater noise pollution, reaching peaks of 80 dB and the second period with the highest sound pressure index is the morning shift of the weekly period.

Keywords: Noise Maps, Sound Pollution, ECAs

INTRODUCCION

El día a día envuelve a las personas en una rutina en la cual debe ejecutar actividades y desplazarse de un lugar a otro, lo cual implica un impacto ambiental hacia la calidad del aire, éste es el ruido.

Según la RAE, el ruido es un sonido que molesta o incomoda a los seres humanos o que les produce, o tiene el efecto de producirles, un resultado psicológico y fisiológico adverso; por lo que vivir en ambientes con un excesivo ruido ambiental implica una gran afectación a la calidad de vida de las personas y generar riesgos a la salud como la pérdida de audición inducida por el ruido, que es irreversible por la incapacidad de regeneración de las células de la audición.

Desde el año 2010, el OEFA, en representación del gobierno peruano, es el encargado de promover, ejecutar y elaborar acciones de fiscalización ambiental en materia de ruido, para poder elaborar instrumentos de gestión ambiental que permitan mitigar estos impactos.

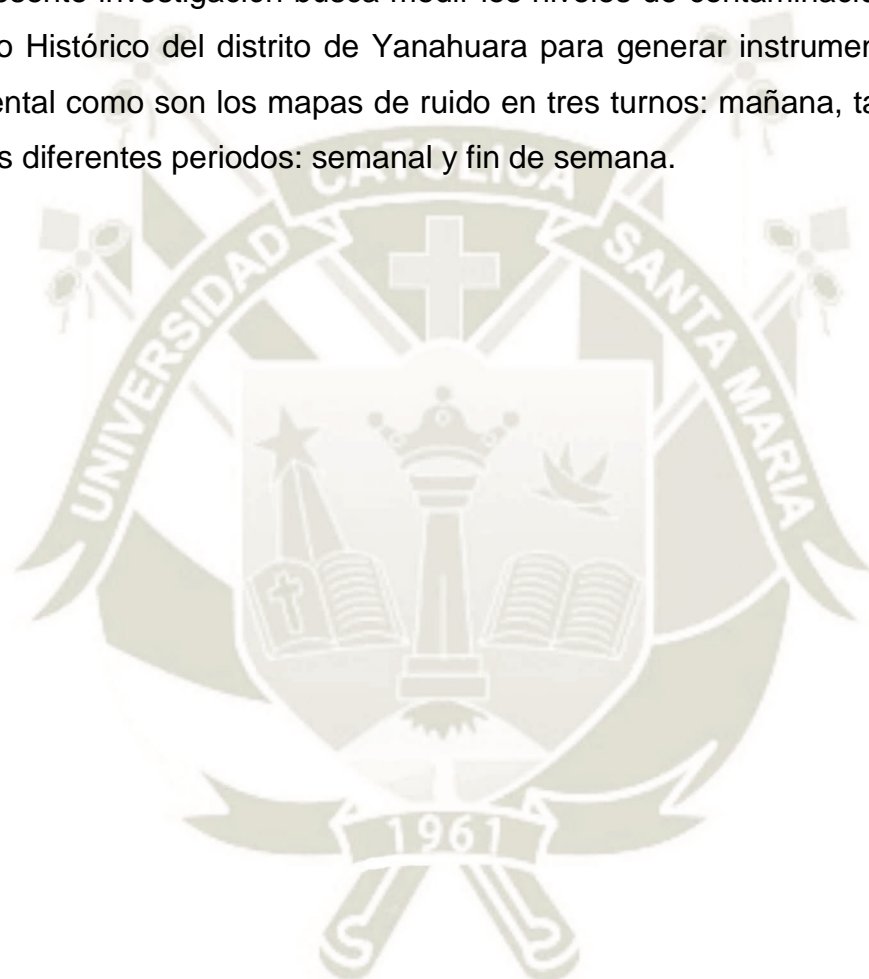
Arequipa es una ciudad en la que en los últimos 10 años ha crecido mucho en cuanto a extensión, cantidad de habitantes y hasta ha duplicado la cantidad de su parque automotor, por lo que la contaminación sonora es un problema evidente que afecta a toda la ciudad, sobre todo, en el área metropolitana.

Por esto, surge la necesidad de la Municipalidad Provincial de hacer monitoreos y fiscalizaciones dentro de su jurisdicción, sin embargo, no se toman las acciones correspondientes para poder ejecutar planes de prevención y estrategias de control y mitigación de este fenómeno y descuidamos la importancia de proteger áreas importantes para la ciudad como son sus monumentos o patrimonios culturales y una de éstas es el Centro Histórico del distrito de Yanahuara.

En Yanahuara, la contaminación sonora causada por distintos agentes, tales como el intenso tráfico vehicular, actividades industriales, comerciales, turísticas y recreativas, constituyen uno de los principales problemas ambientales tanto exterior o en el interior de las edificaciones y que, sin duda, impactan en el día a día de las personas.

Según análisis realizado por Colque (2017) identifica que hay zonas de especial importancia: como los centros educativos, hospitales, áreas de esparcimiento público, área de reglamentación especial y el área residencial y que son especialmente sensibles a este problema ya que, para una adecuada función de las actividades humanas, se necesita ciertas condiciones donde el ruido no está considerado de ninguna manera.

La presente investigación busca medir los niveles de contaminación sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara para generar instrumentos de gestión ambiental como son los mapas de ruido en tres turnos: mañana, tarde y noche; y en dos diferentes periodos: semanal y fin de semana.



INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCION	VII
INDICE DE CONTENIDOS	IX
CAPITULO I	1
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. VARIABLES	5
1.5.1. UNIVARIABLE.....	5
1.6. ÁREA DE ESTUDIO.....	6
1.7. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
1.7.1. ALCANCES	6
1.7.2. DELIMITACIONES	6
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. NORMATIVA VIGENTE	7
2.1.1. NORMATIVA INTERNACIONAL	7
2.1.2. NORMATIVA NACIONAL.....	7
2.1.3. NORMATIVA LOCAL	11
2.2. BASES TEORICAS.....	12
2.2.1. SONIDO	12
2.2.2. TRANSMISIÓN DEL SONIDO.....	12
2.2.3. PROPIEDADES DEL SONIDO	14
2.2.4. RUIDO.....	18
2.2.5. FUENTES DEL RUIDO	18
2.2.6. TIPO DE RUIDO.....	20
2.3. CONTAMINACIÓN SONORA	21
2.4. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD.....	22
2.4.1. FACTORES DEL RUIDO EN LA SALUD	24

2.4.2. ANATOMIA DEL RUIDO	24
2.4.3. EFECTOS DEL RUIDO	25
2.5. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	29
2.5.1. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO	29
2.5.2. IMPORTANCIA DE LOS ECA ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO.....	29
2.6. MEDICION DEL RUIDO	32
2.6.1. DECIBEL:	32
2.6.2. NIVEL PRESIÓN SONORO (Lp).....	32
2.6.3. NIVEL PRESIÓN SONORO CONTINUO EQUIVALENTE CON PONDERACIÓN A (LAeqT)	33
2.6.4. NIVEL PRESIÓN SONORO MÁXIMO (Lmax).....	33
2.6.5. NIVEL PRESIÓN SONORO MINIMO (Lmin).....	33
2.6.6. PONDERACION DEL TIEMPO	34
2.6.7. CURVA DE PONDERACIÓN	34
2.7. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL.	36
2.7.1. SONOMETRO	36
CAPITULO III	37
3. MATERIALES Y MÉTODO	37
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	37
3.2.1. UBICACIÓN GEOGRAFÍA DEL DISTRITO.....	37
3.2.2. LÍMITES DISTRITALES	37
3.2.3. AREA DE ESTUDIO.....	37
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS	38
3.3.1. EQUIPOS	38
3.3.2. MATERIALES.....	39
3.3.3. RECURSOS HUMANOS.....	39
3.3.4. SOFTWARE	39
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	39
3.4.1. DISEÑO DEL PLAN DE MONITOREO	41
3.4.2. METODOLOGÍA DEL MONITOREO.....	47
3.4.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO.....	60
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	65

4.1.1. RESULTADOS DE MEDICIONES DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA PARA LOS DÍAS HÁBILES POR HORARIOS	66
4.1.2. RESULTADOS DE MEDICIONES DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA PARA LOS DÍAS FINES DE SEMANA POR HORARIOS.....	69
4.2. ANÁLISIS PUNTOS DE MONITOREO.....	71
4.2.1. PERIODO: SEMANA - TURNO: MAÑANA.....	72
4.2.2. PERIODO: SEMANA - TURNO: TARDE	73
4.2.3. PERIODO: SEMANA - TURNO: NOCHE	74
4.2.4. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: MAÑANA.....	75
4.2.5. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: TARDE	76
4.2.6. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: NOCHE	77
4.3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA FLUCTUACIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE LA _{eqT} EN LOS TRES PERIODOS DE MONITOREO.....	78
4.3.1. PERIODO: DIA SEMANA.....	78
4.3.2. PERIODO: FIN DE SEMANA	82
4.4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	86
4.5. MAPAS DE RUIDO	87
4.5.1. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO MAÑANA	88
4.5.2. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO TARDE	89
4.5.3. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO NOCHE.....	90
4.5.4. MAPA FIN DE SEMANA – TURNO MAÑANA.....	91
4.5.5. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO TARDE	92
4.5.6. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO NOCHE.....	93
4.6. CONTEO DE VEHÍCULOS	94
4.6.1. RESULTADOS DE CONTÉO DE VEHÍCULOS – DIA DE SEMANA .	94
4.6.2. RESULTADOS CONTÉO DE VEHÍCULOS – FINES DE SEMANA...	95
4.6.3. ANALISIS DEL TRAFICO VEHICULAR	96
4.6.4. ANALISIS DE CORRELACION Y REGRESIÓN	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	111
ANEXO N° 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	112
ANEXO N° 2: SONÓMETRO INTEGRADOR PROMEDIADOR - CARACTERÍSTICAS.....	113

ANEXO N° 3: CALIBRADOR DE SONÓMETRO - CARACTERÍSTICAS	115
ANEXO N° 4: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO	116
ANEXO N° 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	126
ANEXO N° 6: DATOS DE MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE LAEQTA	129
ANEXO N° 7: DATOS METEOROLÓGICOS	134
ANEXO N° 8: VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO: ROSA DE VIENTO .	139
ANEXO N° 9: ANEXO FOTOGRÁFICO	140



INDICE DE ILUSTRACION

ILUSTRACIÓN N° 1: DIAGRAMA EN LA TRASMISIÓN DEL SONIDO.....	13
ILUSTRACIÓN N° 2: LONGITUD DE ONDA	14
ILUSTRACIÓN N° 3: FORMULA DE PERIODO	15
ILUSTRACIÓN N° 4: DIAGRAMA EN LA TRASMISIÓN DEL SONIDO.....	15
ILUSTRACIÓN N° 5: PRESIÓN SONORA.....	17
ILUSTRACIÓN N° 6: CURVA DE WEGEL.....	25
ILUSTRACIÓN N° 7: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA DEL MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL	40
ILUSTRACIÓN N° 8: MAPA DE UBICACIÓN DE CUADRICULA DEL CENTRO HISTÓRICO DE YANAHUARA	43
ILUSTRACIÓN N° 9: CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO DEN CAMPO	47
ILUSTRACIÓN N° 10: MAPA DE FUENTES DE RUIDO - ACTIVIDADES	49
ILUSTRACIÓN N° 11: FUENTE FIJA DE EMISIÓN DE RUIDO	50
ILUSTRACIÓN N° 12: TOMA DE MUESTRA PUNTO -13.....	51
ILUSTRACIÓN N° 13: FUENTE MÓVIL DE EMISIÓN DE RUIDO	51
ILUSTRACIÓN N° 14: TOMA DE MUESTRA PUNTO 11	52
ILUSTRACIÓN N° 15: MONITOREO PRELIMINAR PUNTO-5.....	53
ILUSTRACIÓN N° 16: MONITOREO AMBIENTAL PUNTO-8	54
ILUSTRACIÓN N° 17:GPS.....	55
ILUSTRACIÓN N° 18: MINIESTACION METEOROLÓGICA.....	56
ILUSTRACIÓN N° 19:CONTEO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN PUNTO-9	58
ILUSTRACIÓN N° 20: CONTEO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN PUNTO -10 ..	58
ILUSTRACIÓN N° 21: REPRESENTACIÓN DE INSERCIÓN DE DATOS A EXCEL	60
ILUSTRACIÓN N° 22: REPRESENTACIÓN DE EXPORTACIÓN A ARC MAP ..	60
ILUSTRACIÓN N° 23: REPRESENTACIÓN DE PUNTOS	61
ILUSTRACIÓN N° 24: EXPORTACIÓN DE DATA EN SHAPEFILE	61
ILUSTRACIÓN N° 25: EXPORTACIÓN DE MAPAS.....	62
ILUSTRACIÓN N° 26: GENERACIÓN DE MAPAS.....	63
ILUSTRACIÓN N° 27:SELECCIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO.....	64
ILUSTRACIÓN N° 28: SIMBOLOGÍA DEL MAPA.....	64

ILUSTRACIÓN N° 29:ANÁLISIS PUNTOS DE MONITOREO	72
ILUSTRACIÓN N° 30: PERIODO DÍA DE SEMANA- MAÑANA	73
ILUSTRACIÓN N° 31: PERIODO DÍA DE SEMANA - TARDE	74
ILUSTRACIÓN N° 32:PERIODO DÍA DE SEMANA - NOCHE.....	75
ILUSTRACIÓN N° 33: PERIODO FINES DE SEMANA - MAÑANA.....	76
ILUSTRACIÓN N° 34: PERIODO FINES DE SEMANA - TARDE	77
ILUSTRACIÓN N° 35: PERIODO FIN DE SEMANA - TARDE.....	78
ILUSTRACIÓN N° 36: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA FLUCTUACIÓN – DÍA MAÑANA.....	78
ILUSTRACIÓN N° 37: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA FLUCTUACIÓN – FIN DE SEMANA	82
ILUSTRACIÓN N° 38: ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR – DÍA DE SEMANA	96
ILUSTRACIÓN N° 39: ANÁLISIS DE DATOS- FINES DE SEMANA	96
ILUSTRACIÓN N° 40: MONITOREO EN EL P-7 EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 1 (FRENTE A CLÍNICA AREQUIPA Y EDIFICIO NASYA).....	140
ILUSTRACIÓN N° 41: VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 1 (FRENTE A CLÍNICA AREQUIPA Y EDIFICIO NASYA)	140
ILUSTRACIÓN N° 42 MONITOREO P-8 EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 3 (EN LA BERMA CENTRAL)	141
ILUSTRACIÓN N° 43 UBICACIÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN EL P-8 DE LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 3 (BERMA CENTRAL).....	141
ILUSTRACIÓN N° 44: MONITOREO EN EL P-10 EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 8 (FRENTE AL MALL PLAZA Y BBVA).....	142
ILUSTRACIÓN N° 45 UBICACIÓN DE LA MINI ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN EL P-15 CALLE JERUSALÉN, CUADRA 5 (PLAZA DE YANAHUARA)	142
ILUSTRACIÓN N° 46: MONITOREO EN EL P-3 EN LA AV. BOLOGNESI CON CALLE LEÓN VELARDE	143
ILUSTRACIÓN N° 47: MONITOREO NOCTURNO EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 1 (FRENTE A CLÍNICA AREQUIPA Y EDIFICIO NASYA).....	143
ILUSTRACIÓN N° 48: MONITOREO EN EL P-18 EN LA CALLE LEÓN VELARDE CON CALLE MISTI	144

ILUSTRACIÓN N° 49: MONITOREO EN EL P-16 EN LA CALLE JERUSALÉN CON CALLE MANCO CÁPAC.	144
ILUSTRACIÓN N° 50: MONITOREO EN EL P-7 EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 1 (FRENTE A CLÍNICA AREQUIPA Y EDIFICIO NASYA).....	145
ILUSTRACIÓN N° 51: MONITOREO EN EL P-12 EN LA CALLE ALFONSO UGARTE CON CALLE CUESTA DEL ÁNGEL.....	145
ILUSTRACIÓN N° 52: MONITOREO EN EL P-12 EN LA CALLE TRONCHADERO 410	146
ILUSTRACIÓN N° 53: MONITOREO EN EL P-8 EN LA AV. EJÉRCITO, CUADRA 3 (BERMA CENTRAL)	146



INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: VELOCIDAD DEL SONIDO	16
TABLA N° 2: EMISIÓN DEL RUIDO	23
TABLA N° 3: VALORES SONOROS Y EFECTOS EN EL ORGANISMO	27
TABLA N° 4: ESTÁNDARES NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO.....	31
TABLA N° 5: ZONIFICACIÓN DE ECA DE RUIDO.....	31
TABLA N° 6: DATOS GEOGRÁFICOS DEL DISTRITO DE YANAHUARA	37
TABLA N° 7: TURNO DE MONITOREO - PERIODOS	41
TABLA N° 8: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	45
TABLA N° 9: CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES.....	48
TABLA N° 10: HORARIOS DE MEDICIÓN	53
TABLA N° 11: DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA "LA PAMPILLA"	54
TABLA N° 12: TÉCNICA DE MEDICIÓN UTILIZADA PARA RUIDO AMBIENTAL.	57
TABLA N° 13: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE DÍAS HÁBILES	66
TABLA N° 14: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE FIN DE SEMANA.....	69
TABLA N° 15: NIVELES DE PRESIÓN SONORO EQUIVALENTE – PERIODO	79
TABLA N° 16: VARIACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA – DÍA DE SEMANA.....	80
TABLA N° 17: VARIACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA – FIN DE SEMANA.....	83
TABLA N° 18: VARIACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA – FIN DE SEMANA.....	83
TABLA N° 19: RESULTADOS DEL MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL	86
TABLA N° 20: VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	87
TABLA N° 21: RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR- DIA DE SEMANA..	94
TABLA N° 22: RESULTADOS DEL CONTEO DE VEHÍCULOS - FIN DE SEMANA	95
TABLA N° 23: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	98
TABLA N° 24: TABLA DE COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN.....	99
TABLA N° 25: INTERPRETACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS	100

CAPITULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los gobiernos locales tienen como función supervisar los impactos que produce la contaminación sonora; y sancionar las infracciones de las normas que existen sobre dicho tema, ya que ésta es uno de los graves problemas que afectan a las ciudades modernas (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2016).

Desde hace algunos años, el OEFA, como ente rector del sistema de evaluación y fiscalización ambiental, realiza monitoreos de mediciones de los niveles de ruido ambiental con el objetivo de obtener información actualizada que le brinde información y datos objetivos a los gobiernos locales para que puedan desarrollar políticas y mecanismos de prevención y control del ruido (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2016).

En Arequipa, la contaminación sonora es un problema evidente que afecta a toda la ciudad, sobre todo, en el área metropolitana y las entidades respectivas de su gestión, no toman las acciones correspondientes para poder ejecutar planes de prevención y estrategias de control y mitigación de este fenómeno.

Los actores principales involucrados en la prevención de esta forma de contaminación son los gobiernos locales; y la población involucrada, debería exigir la fiscalización correspondiente a nuestras autoridades para prevenir y sancionar a los usuarios que infrinjan los niveles máximos permitidos, asegurando un óptimo nivel de calidad de vida.

Algunas zonas de especial importancia, como los centros educativos, hospitales, áreas de esparcimiento público, área de reglamentación especial y el área residencial, son especialmente sensibles a este problema ya que, para una adecuada función de las actividades humanas, se necesita ciertas condiciones donde el ruido no está considerado de ninguna manera (Colque, 2017).

En Yanahuara, la contaminación sonora causada por distintos agentes, tales como el tráfico vehicular, actividades industriales, comerciales y recreativas, constituyen uno de los principales problemas ambientales tanto exterior o en el interior de las edificaciones y generar riesgos a la salud como la pérdida de audición inducida por el ruido, que es irreversible por la incapacidad de regeneración de las células de la audición.

La Municipalidad Distrital de Yanahuara realiza monitoreos parciales en la Avenida Metropolitana y fiscaliza algunas fuentes de contaminación sonora en su jurisdicción, pese a que el OEFA lo obliga a contemplar en el PLANEFA del Distrito; por lo cual se emitió una Ordenanza N° 08-2010-MDY “Ordenanza Sobre Prevención y Control de Ruidos Molestos y Nocivos en el Distrito de Yanahuara”, en la cual se establece la prevención, control, y prohibición de todo ruido o sonido que por su intensidad, tiempo de duración, esté sobre los valores máximos permisibles, que ocasionen molestias, perturben la tranquilidad o causen problemas de salud en los habitantes de la jurisdicción de Yanahuara; sean producidos en lugares públicos como calles, plazas, alamedas, iglesias, salones sociales y otros; así como todos los inmuebles donde se realicen actividades privadas.

Sin embargo, esta Ordenanza fue emitida sin ningún aval técnico ni estudio de calidad del ruido, por lo cual, la Municipalidad no puede ejecutar el procedimiento administrativo sancionador correspondiente para gestionar la contaminación sonora en su jurisdicción (Municipalidad distrital de Yanahuara, 2010).

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

GENERAL: La contaminación sonora es probablemente la forma de contaminación más común, y más aún dentro del ámbito de una ciudad, debido a que existen diversas de fuentes de ruido que contribuyen cualitativa y cuantitativamente al ruido urbano. Determinar los puntos críticos significará la base de un planteamiento de medidas correctivas.

SOCIAL: La población del distrito de Yanahuara tiene derecho a vivir en un ambiente sano, equilibrado y adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas, por lo que la contaminación sonora es un problema incidente en

el día a día de la población afectada y que, a partir de los 40 dB de exposición continua, se generan estrés y pérdidas auditivas en las personas de carácter moderado y que pueden llegar hasta una pérdida auditiva severa.

ECONOMICO: Al elaborar el mapa de ruidos, se le brindará a la Municipalidad una herramienta de gestión para aplicar sanciones económicas, lo que significa ingresos para la comuna distrital.

AMBIENTAL: La evaluación del nivel sonoro mediante el monitoreo del ruido ambiental mide el impacto sobre el medio ambiente, por lo que un aumento de la contaminación sonora en el distrito implicaría una disminución de la calidad ambiental del ecosistema urbano; dicha información brinda los insumos necesarios para que los gobiernos locales puedan elaborar sus mapas de ruido.

1.3. HIPÓTESIS

Dada la existencia de contaminación sonora en el distrito de Yanahuara, se cree posible poder identificar las zonas críticas de la contaminación sonora mediante la elaboración de un mapa de ruido para el control y gestión ambiental.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y ubicar los puntos de monitoreo de las fuentes de ruido en el Centro Histórico de Yanahuara (Zona de Reglamentación Especial)
- Medir los niveles de presión sonora presentes en el Centro Histórico (Zona de Reglamentación Especial), en el horario diurno y nocturno del distrito de Yanahuara.

- Evaluar los niveles de presión sonora obtenidos con respecto al Decreto Supremo 085-2003-PCM “Estándares Nacional de Calidad Ambiental para el ruido”.
- Analizar el comportamiento acústico en el Centro Histórico entre una semana regular y un fin de semana considerando los diferentes intervalos de horarios durante todo el día.
- Representar los puntos críticos de contaminación sonora en los diferentes horarios de las zonas evaluadas mediante la elaboración del mapa de ruidos del centro Histórico del Distrito de Yanahuara.
- Analizar las causas de las emisiones de la contaminación sonora presentes en los puntos críticos identificados.



1.5. VARIABLES

1.5.1. UNIVARIABLE

Mapa de Ruidos

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLE	INDICADORES	SUB INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Mapa de Ruidos	Instrumento de Gestión Ambiental que permite mostrar el diagnóstico correspondiente al ruido generado por el tráfico y otras actividades humanas en cuál será determinado nivel de la vía pública.	Nivel de presión sonora equivalente	Niveles de Presión Sonora Equivalente (LAeqT) en Periodo Semanal y Fines de Semana, en los turnos mañana, tarde y noche.	Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2008): Descripción, medición, evaluación del ruido ambiental. Determinación de los niveles de ruido ambiental. (NTP-ISO 1996-2 2008 NTP-ISO 1996-1 2008).	Sonómetro Calibrador Acústico Software ArcGis 10.5 D.S. N° 085- 2003-PCM

1.6. ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevará a cabo en el Centro Histórico (Zona de Reglamentación Especial) del distrito de Yanahuara, cuyos límites se encuentran entre la calle Antiquilla, calle Tronchadero, calle León Velarde y la avenida Francisco Bolognesi.

1.7. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.7.1. ALCANCES

El presente trabajo de investigación tiene como alcance el Centro Histórico del distrito de Yanahuara – Zona Reglamentación Especial.

1.7.2. DELIMITACIONES

- 1) Los costos elevados de alquiler diario del sonómetro, la estación meteorológica y del GPS.
- 2) La cantidad de muestras de ruido ambiental para que el monitoreo, y posteriormente el mapa, sean lo más exactos y acordes a la realidad posible.
- 3) El horario nocturno de monitoreo según los ECA de ruido, puesto que se debe monitorear algunas zonas oscuras y alejadas a partir de las 10:00 pm.
- 4) La dificultad y demora para la obtención de información geográfica (mapas base) por parte de la municipalidad.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. NORMATIVA VIGENTE

2.1.1. NORMATIVA INTERNACIONAL

I. Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-1: 2007. ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación.

La Norma ISO 1996-1:2016 define los índices y magnitudes básicas para la descripción de los niveles de presión sonora en el ambiente y establece los procedimientos básicos para su evaluación. Así mismo especifica los métodos para la evaluación ambiental de ruido y otorga una guía para la predicción de las principales fuentes potenciales que ocasionan dichos niveles de presión sonora (INDECOPI, 2007).

II. Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2: 2008. ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

La Norma ISO 1996-2:2007 describe las distintas formas en que se pueden determinar los niveles de presión sonora: por medición directa, mediante cálculos que permitan la extrapolación de datos o exclusivamente por cálculos matemáticos. Así mismo establece las condiciones que se deben tener para la medición o cálculo de estos niveles (INDECOPI, 2008).

2.1.2. NORMATIVA NACIONAL

I. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

El Capítulo I establece los derechos fundamentales de la persona, en el cual el artículo 2 inciso 22, indica que: “Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Constitución política del Perú, 1993, pág. 12).

II. LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611

En el Título III, Capítulo 3: Calidad Ambiental, Artículo 115: De los ruidos y vibraciones; menciona:

- **Artículo 115.1**

Las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones.

- **Artículo 115.2**

Los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA (Ministerio del ambiente, 2019).

III. LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES – LEY N° 27972

En el Título V, Capítulo 2: Las Competencias y Funciones Específicas, Artículo 80: SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD, menciona:

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

- Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales:
- Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos

contaminantes de la atmósfera y el ambiente (Sistema Peruano de Información Jurídica, 2003).

IV. DECRETO SUPREMO N° 012-2009-MINAM: “POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE”

Es un instrumento de gestión estratégico que indica los ejes prioritarios para la gestión ambiental en el estado peruano, en el cual indica lo siguiente:

Eje de Política número 2: Gestión Integral de la calidad ambiental:

Objetivos:

1. Lograr una gestión sostenible de las actividades productivas, extractivas, de transformación, comerciales y de servicios, para asegurar una adecuada calidad ambiental en el país.
2. Desarrollar y consolidar mecanismos de carácter técnico, normativo, económico y financiero, para la prevención y control de los impactos ambientales negativos significativos de las actividades de origen natural y antrópico.
4. Incorporar criterios de ecoeficiencia y control de riesgos ambientales y de la salud en las acciones de los sectores público y privado.
5. Lograr el control eficaz de las fuentes de contaminación y a los responsables de su generación, estableciendo instrumentos y mecanismos para la vigilancia, supervisión, evaluación y fiscalización ambiental (Ministerio del Ambiente, 2009).

V. CONTROL INTEGRADO DE LA CONTAMINACIÓN

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA

- a) Integrar los mecanismos e instrumentos para el control de la contaminación, bajo criterios intersectoriales, de simplificación administrativa y mejora continua.
- b) Contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del agua, aire y suelo, considerando el aporte de las fuentes fijas y móviles (Ministerio del ambiente, 2009).

VI. LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE LA CALIDAD DEL AIRE

- a) Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de las personas.
- b) Implementar sistemas de alerta y prevención de emergencias por contaminación del aire, privilegiando las zonas con mayor población expuesta a contaminantes críticos. (Ministerio del ambiente, 2009)

VII. DECRETO SUPREMO Nº 085-2003-PCM: “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido establecen aquellos niveles máximos de presión sonora, tal que si son superados pueden afectar la salud de las personas y comprometer la calidad de vida de estos. Los ECA consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A. Dichos niveles se establecen de acuerdo con intervalos Horarios Diurnos y Nocturnos y así mismo de acuerdo con distintos ámbitos de aplicación: Zonas Urbanas, Comerciales, Industriales y de Protección Especial (Ministerio del Ambiente, 2009).

VIII. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 227-2013-MINAM: “Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental”

Este Protocolo fue concebido para establecer las metodologías, técnicas y procedimientos para que el monitoreo de ruido ambiental a realizarse sea el adecuado. El alcance del Protocolo es Nacional y debe ser usado por toda persona natural o jurídica pública o privada que desee realizar un monitoreo de ruido ambiental con fines de comparación con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Ruido (Ministerio del Ambiente, 2009).

2.1.3. NORMATIVA LOCAL

I. ORDENANZA MUNICIPAL N° 961-2016-MPA: Ordenanza: Aprobación del Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025.

En esta ordenanza municipal se establece la zonificación de la ciudad de Arequipa de acuerdo con los usos de suelo, debido al crecimiento demográfico y urbanístico de la Ciudad de Arequipa. Es de suma utilidad ya que, para establecer los valores correspondientes a los ECA, se debe tener en cuenta la zonificación en la cual se va a realizar el monitoreo. La zona del Centro Histórico de Yanahuara está calificada como una Zona de Protección Especial, por lo que se le atribuye una especial consideración (Municipalidad provincial de Arequipa, 2016).

II. ORDENANZA MUNICIPAL N° 007-2007-MDY: Ordenanza que Reglamenta las Infracciones y Sanciones sobre Ruidos Molestos

Esta ordenanza municipal se aprueba en el 2007 con la finalidad de regular la limitación y/o supresión de los ruidos molestos y nocivos, pero no dice cómo ni qué procedimiento administrativo sancionador es el que se va a efectuar en caso ésta norma se infrinja en la jurisdicción del distrito de Yanahuara (Municipalidad distrital de Yanahuara, 2007).

III. ORDENANZA MUNICIPAL N° 008-2010-MDY: Ordenanza sobre Prevención y Control de Ruidos Molestos y Nocivos en el Distrito de Yanahuara

Esta nueva ordenanza data del año 2010, estableciendo medidas de prevención, control y prohibición de todo ruido o sonido que supere los ECA, el error está en que no se establece con claridad la manera de fiscalizar ni el tipo de monitoreo que establecerá la Municipalidad de Yanahuara (Municipalidad distrital de Yanahuara, 2010).

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. SONIDO

Se define el sonido como la variación de presión en la atmosfera que se propagan a través de un medio físico, siendo percibidas por el oído humano. Según Moreno & Martínez (2005) define el sonido como el resultado de la vibración de un cuerpo, genera ondas que se expanden por todo el medio en que se encuentra, produciendo una vibración con una intensidad suficiente puede ser captada por humanos, animales, etc.

El sonido comienza con el desprendimiento de energía procedente de una fuente sonora y se transmite en forma de ondas con relación a las ondas sonoras, tomando en cuenta dos factores: "Primero que la energía se transporta a través del aire mediante ondas, y segundo que las ondas son sensibles al oído, como resultado produce las variaciones de presión de aire captando el oído interno mediante los nervios situados en ellos (Rejano de la Rosa, 2000).

El sonido viaja en mayor velocidad en sólidos (6100 m/s en acero), en líquidos (1479m/s en agua) y en gases varía de acuerdo a la temperatura a una temperatura de 0°C (331.31m/s en aire), energía que es transmitida como ondas de presión en los diferentes medios (Morales, 2018).

2.2.2. TRANSMISIÓN DEL SONIDO

Para que el sonido se produzca es imprescindible que la fuente libere cantidades de energía en el medio que lo rodea, esta energía producirá

vibraciones en las moléculas del medio que se transmite en forma de ondas de compresión y expansión (Harris, 1995).

La transmisión de sonido de una fuente a un receptor está representada en donde los componentes se ubican separados, tienen una interacción entre ellos, y se representan en el siguiente diagrama de transmisión del sonido.



Ilustración N° 1: Diagrama en la transmisión del sonido
FUENTE: (Harris, 1995)



2.2.3. PROPIEDADES DEL SONIDO

2.2.3.1. FRECUENCIA (F)

Es el número de oscilaciones que se repiten en un segundo o ciclos completos por segundo o Hertz (Hz). Para la percepción del oído humano es capaz de detectar entre 20 Hz y 20000 Hz. La altura de un sonido depende de la frecuencia (número de oscilaciones por segundo).

El tono o altura de un sonido depende de su frecuencia, es decir, del número de oscilaciones por segundo. Esta medida, que puede tener cualquier longitud, se conoce como longitud de onda y el número de veces que pasa esto en un segundo, se conoce como frecuencia de la onda (Bartí Domingo, 2010).

2.2.3.2. LONGITUD DE ONDA (λ)

Se define como la distancia en metros (m) entre el inicio de una onda y el final de esta, durante una oscilación, siendo la longitud de onda necesaria para completar un ciclo

Esta distancia dependerá de la velocidad del sonido en el medio que se deslice (mayormente en aire, líquido o sólido) y frecuencia (Bartí Domingo, 2010).

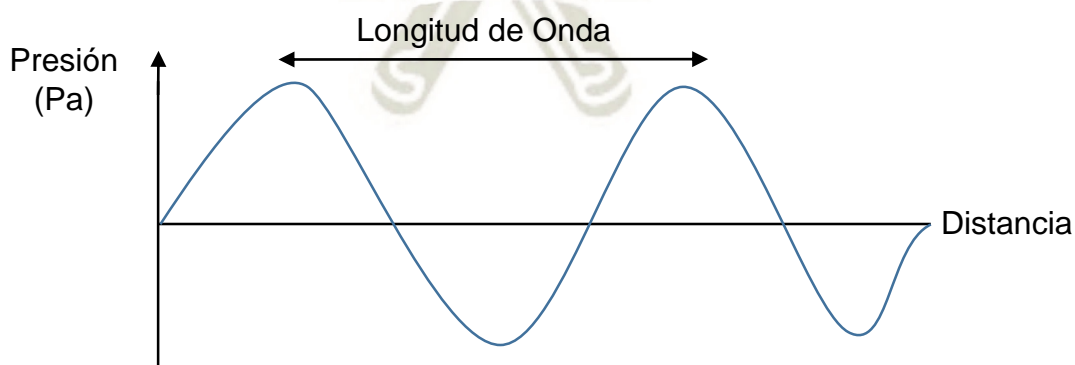


Ilustración N° 2: Longitud de onda

FUENTE: (Ballesteros & Daponte, 2011)

2.2.3.3. AMPLITUD (A)

La amplitud viene hacer la medida de las alturas máximas de las ondulaciones desde la línea horizontal (llamado cero grados) por encima y por debajo: además, se considera, cuanto mayor sea la amplitud de onda, aumentará la intensidad que golpea las moléculas.

La amplitud puede expresarse en unidades absolutas midiendo la distancia o diferencia de las presiones entre la compresión o la energía trasportada (Birlis, 2003).

2.2.3.4. PERIODO (T)

Es el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación (ciclo repetitivo), medido en segundos (s) y representada con (T).

El periodo se relaciona inversamente con la frecuencia (Ballesteros & Daponte, 2011).

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

Ilustración N° 3: Formula de Periodo

T = Periodo L = Longitud F = Frecuencia

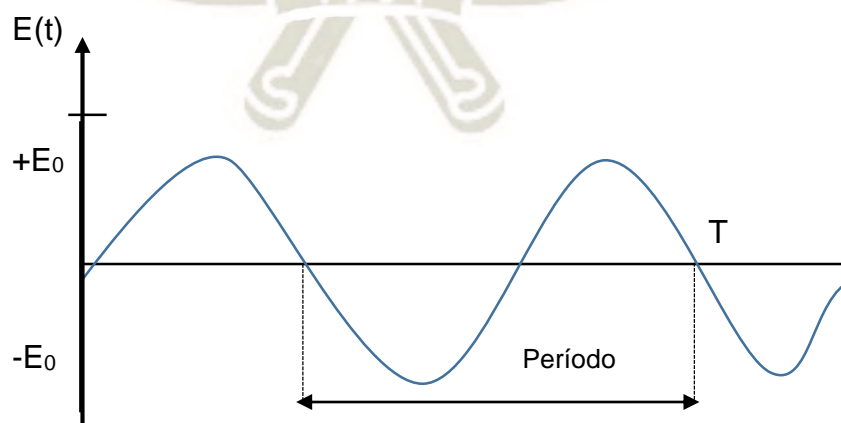


Ilustración N° 4: Diagrama en la trasmisión del sonido

FUENTE: Ballesteros & Daponte 2011

2.2.3.5. VELOCIDAD DEL SONIDO (V)

Es el movimiento que se desplazan las ondas sonoras, dependerá de la masa, temperatura, humedad, elasticidad del medio y a la vez independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido (Suasaca, 2014) . En caso que sea el aire se debe considerar el medio de propagación, y la temperatura que varía dependiendo al grado de excitación de las moléculas (Birlis, 2003). En el aire, con condiciones normales, es de 330.7 m/s.

Tabla N° 1: Velocidad del Sonido

VELOCIDAD DEL SONIDO	
<i>Temperatura del Aire</i>	<i>Velocidad del sonido</i>
A 0°C	331.31 m/s
A 20°C	334 m/s
A 100°C	385.87 m/s

FUENTE: Birlis, 2003

2.2.3.6. PRESIÓN SONORA (P)

Se define como la energía provocada por las ondas sonoras que provocan un movimiento ondulatorio en las partículas del aire, según avanza la onda de propagación genera un aumento y disminución en pequeñas fracciones de segundo.

La presión sonora es la diferencia entre la presión sonora instantánea y la presión atmosférica (presión del aire ambiental en ausencia de sonido). Una presión sonora mil veces menor que la atmosférica generara daños irreparables al oído, saturación del foco de la visión, convulsiones e incluso el riesgo de pérdida auditiva (Garrido, 1997).

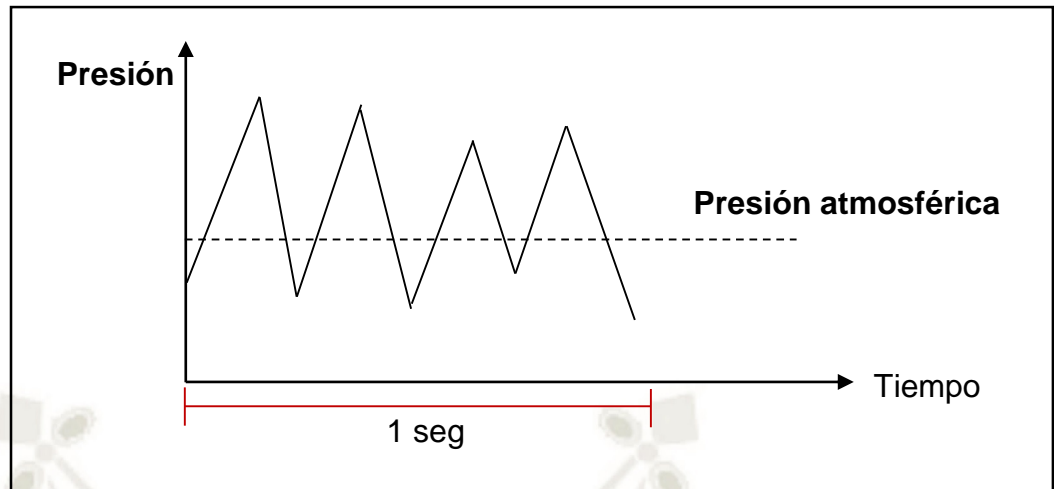


Figura N° 01: Presión Sonora

Ilustración N° 5: Presión Sonora

FUENTE: (Ballesteros & Daponte, 2011)

2.2.3.7. POTENCIAL SONORO (PS)

Se define como la cantidad de energía emitida en cada unidad de tiempo por una fuente sonora, además la potencia sonora se le conoce como volumen y esta expresado en decibelios (dB) (Cabrera Ortiz., 2010).

2.2.3.8. INTENSIDAD (I)

La intensidad sonora es el promedio de la energía sonora que fluye en la unidad de tiempo sobre una superficie, situada perpendicular a la dirección de propagación de las ondas sonoras, la unidad de medida es el Watios/m². Esta magnitud depende de la amplitud, cuanto mayor sea la amplitud de la onda, mayor será el sonido percibido por el choque de moléculas en el tímpano, cuanto mejor sea la amplitud de la onda, el sonido será más débil (Callejo & Ruiz, 2013).

Según Baca & Seminario (2012) propone un ejemplo de intensidad sonora, en la percepción del umbral de la audición de una persona viene hacer 0 dB, la intensidad de un susurro al odio es 10 dB y el ruido de las olas en la costa es 40 dB,

2.2.4. RUIDO

El ruido es considerado un sonido no deseado (Recuero, 1995), en algunas situaciones puede afectar negativamente a la salud debido a la energía acústica que contiene (Who, 1999).

El ruido se define según Rejano de la Rosa (2000) como “la propagación de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído de una persona y que puede provocar una sensación de dolor o molestia”.

Indica Seoanez M, (1998) que, “el ruido se trata de un sonido no deseado y desagradable, y por lo cual se puede estudiar como tal sonido y también por las sensaciones auditivas que produce al ser captado por el órgano auditivo del hombre”.

Según Ugr.es (2015) ,define al ruido como el conjunto de sonidos no armónicos que genera desagrado Psicológicamente y físicamente como molestias para el oído.

Se considera uno de los problemas ambientales al ruido, provocados por las diferentes actividades humanas como: la circulación de vehículos, bocinas, fabricas, alarmas, música, construcciones, etc.

Una de las características más importantes para su fiscalización es que es compleja, ya que se trata de un fenómeno espontaneo, relacionado con las actividades y el horario (diurno y nocturno).

2.2.5. FUENTES DEL RUIDO

Las fuentes generadoras de ruido las conforman una amplia variedad de sonidos, desde el origen natural como el viento, oleajes, truenos; desde su origen antrópico, causantes del 99% del ruido ambiental viene hacer el tráfico vehicular, actividades de ocio, construcciones, obras públicas industrias, etc (Ugr.es, 2015).

2.2.5.1. FUENTES FIJAS O PUNTUALES

Son todas aquellas fuentes que generan una potencia de emisión sonora, la cual está concentrada en un punto, donde se extienden las ondas uniformemente en todas las direcciones, según se alejan de la

fuerza disminuye su amplitud (Ministerio del Ambiente, 2011, pág. 18).

a) Ruido Industrial

La industria crea serios problemas de ruido, considerado como gran amenaza a la salud de los trabajadores y personas que están ubicados dentro y/o fuera de su área de operación, además para el medio ambiente, generalmente son afectadas las poblaciones ubicadas en la cercanía de las instalaciones.

El ruido se debe a las diferentes maquinarias, predominando la potencia, las bajas o altas frecuencias que se maneja, patrones desagradables, flujos de gases que se mueven a gran velocidad, por ejemplo, sistemas de ventilación que generan ruido con un cambio rango de frecuencias (Who, 1999).

b) Ruido por Construcción

La actividad de la construcción genera grandes emisiones de ruido, esto se debe al uso de maquinarias, excavadoras, soldadoras, taladros. Generalmente las operaciones de construcción se realizan sin tener las consecuencias ambientales que estas puedan ocasionar.

c) Otras Fuentes

Son provocados por instrumentos de amplificadores y transmisión con fines publicitarios, comercio ambulante, sitios recreacionales, escuelas, señales de los sistemas de seguridad, sirena de ambulancias, bomberos y policías (Guidotti, 2019).

2.2.5.2. FIJAS ZONALES O DE ÁREA

Se caracterizan por ser fuentes puntuales donde están agrupadas en un área o zona, además consideras como fuente zonal por ser ubicadas en una zona relativamente restringida del territorio. En caso de que la localidad cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial, el operador podrá consultarlo con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área. Esta agrupación nos permite tener una mejor gestión, donde se puede regular y

establecer las medidas para atenuar al ruido (Ministerio del Ambiente, 2011, pág. 11).

2.2.5.3. MÓVILES DETENIDOS

Son fuentes móviles y al estar detenidas temporalmente siguen causando ruido en el área específica en el que se encuentran, por el funcionamiento del motor, la alarma, el claxon de un vehículo (Ministerio del Ambiente, 2011, pág. 11).

2.2.5.4. FUENTE LINEAL

El ruido se propaga por medio de ondas sonoras en forma cilíndrica de longitud indefinida, donde el movimiento es fluido, este sonido se propaga en dirección perpendicular, obteniendo una variación de energía en función a la distancia. Por ejemplo. carretera, vía ferroviaria (Ministerio del Ambiente, 2011, pág. 11).

2.2.6. TIPO DE RUIDO

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de ruido:

2.2.6.1. EN FUNCIÓN AL 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, discoteca sin variaciones. El nivel de presión sonora de este tipo de ruido se puede determinar en unos pocos minutos (INDECOPI, 2007).

- **Ruido Fluctuante:**

Es aquel ruido que presenta variaciones constantemente de presión sonora sin apreciarse, emitido 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 (INDECOPI, 2007).

- **Ruido Intermitente:**

El ruido intermitente es aquel que está presente bruscamente en ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas sobrepasa los 5 segundos, por ejemplo, cuando pasa el tren o aviones ruido, o una avenida con poco tráfico vehicular (INDECOPI, 2007).

- **Ruido Impulsivo**

Se caracteriza por impulsos de corta duración de presión sonora, menores a 1 segundo, no obstante, puede ser más prolongados y causando mayor molestia. El ruido impulsivo proviene de impactos y explosiones, por ejemplo, explosiones mineras, disparo con pistola, despegue del avión (INDECOPI, 2007).

2.2.6.2. EN FUNCIÓN AL TIPO DE ACTIVIDAD GENERADORA DE RUIDO:

- Ruido generado por tráfico vehicular
- Ruido generado por tráfico ferroviario
- Ruido generado por tráfico de aeronaves
- Ruido generado por industrias, edificaciones, etc (INDECOPI, 2007).

2.3. CONTAMINACIÓN SONORA

La contaminación es la alteración del medio por la presencia de sustancias, elementó o formas de energía extraña que alteran el equilibrio ecológico y afectan a las especies animales, vegetales, y a la salud humana.

El elemento con mayor presencia que se encuentra en nuestro entorno, es el ruido.

Es la molestia más común que se soporta en la zona urbana o rural dependiendo de la actividad que se realice.

La contaminación sonora es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano (Presidencia de consejo de ministros, 2003).

La contaminación sonora, según Martínez & Peters (2015) define como la presencia de ruido en el ambiente cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

Y tiene dos fuentes fundamentales:

1. El tráfico vehicular
2. Las actividades de ocio o funcionamiento nocturno y pública y tienen una mayor o menor incidencia en función de condicionantes climatológicos.

Toda fuente sonora es potencialmente una fuente contaminante y de no contar con las precauciones necesarias, puede llegar a generar problemas como lesiones auditivas por altas dosis, deterioro a la salud mental y progresivamente enfermedades irreparables.

2.4. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

En nuestro entorno, el sonido es un hecho tan común en la vida diaria que raramente se aprecia sus efectos. Nos proporciona experiencias gratificantes desde el canto de los pájaros, escuchar música, etc. y permite la comunicación entre personas, y forma parte del ritmo cotidiano que nos rodea. Pero el sonido se puede convertir en ruido encontrándose en cualquier ambiente, pero depende del tiempo e intensidad de exposición, siendo un contaminante de primer orden y causando daño al sistema auditivo de las personas.

Se tiene referencias históricas de la contaminación sonora y los daños a la salud. Desde la Antigua Grecia 600 AC, los artesanos que martillaban eran obligados a salir de las murallas en construcción para evitar molestias.

En la antigua Roma ya existían quejas de ruido ambiental y se dictaron normas específicas. A medida que las sociedades iban evolucionando, las causas del ruido aumentaban, sobre todo a partir de la revolución industrial.

En su libro "Morbis Artificum", el pionero y padre de la medicina en el trabajo, médico italiano, Bernadino Ramazzini,, describió los riesgos para 100

ocupaciones y dentro de estos resaltó la exposición a ruidos ,publicado en el año 1702.

En el año 1830 ,el Dr. Fosbroke describe la pérdida de audición de trabajadores de fraguas, en el siglo XX ,otros autores explican la exposición en un periodo largo de tiempo, el ruido produce lesiones y se empiezan hacer estudios del oído interno (Morales, 2018).

La Organización Mundial de la Salud Guidelines for Community Noise (1999) establece que un ruido emitido a partir:

Tabla N° 2:Emisión del Ruido

RUIDO EMITIDO (dB)	CAUSA
30	Dificultad para conciliar el sueño, e influye en la pérdida de su calidad
40	Produce dificultad en la comunicación verbal. El sueño puede ser interrumpido con valores superiores a 45 dB
Entre 50 y 55	Puede causar malestar diurno entre moderado y fuerte para las personas expuestas
65	La comunicación verbal se hace extremadamente difícil
75 y 140	Pueden causar pérdida de oído (a largo, medio o corto plazo, en función de la duración del sonido y del número de exposiciones al mismo)

FUENTE: (Guidelines for Community Noise, 1999)

Otros estudios, relacionados por Bedoya (2003), observa efectos sobre el sistema nervioso central, como la modificación del ritmo cardiaco, señala que entre los 80 y 105 dB produce:

- Producen afecciones en el riego cerebral

- Dilatación de la pupila
- Aumento de la tensión muscular
- Presión arterial Cólicos y otros trastornos intestinales
- Alterando la visión nocturno
- Acarrear úlceras duodenales
- Alteraciones en el proceso digestivo

2.4.1. FACTORES DEL RUIDO EN LA SALUD

El ruido es considerado un elemento molesto para unas personas mientras que para otras no. Depende de las características del receptor del momento y el lugar en que se produce el ruido, los factores principales según Peñuela que influyen son:

- Según la frecuencia y intensidad del sonido, dependerá de la edad y sexo del receptor.
- Según la naturaleza del ruido, un ruido intermitente es más molesto que un ruido continuo.
- Según los antecedentes socioculturales, una música puede ser considerada con sonido o ruido para otros.
- Según el horario, durante las noches el ruido es más molesto que el día.
- Según la actividad de la persona el receptor apreciara menos ruido en la actividad generadora de ruido (Peñuela, 2008).

2.4.2. ANATOMIA DEL RUIDO

Para interpretar los efectos producidos por el ruido, es necesario conocer el comportamiento del oído. El oído es un órgano par, que permite el registro de las oscilaciones o vibraciones, capacidad para detectar un amplio rango de variación de presión.

El oído humano es capaz de percibir desde los 0 dB (mínima intensidad de estímulo) y soportar hasta 120 dB (umbral de dolor) (Suasaca, 2014). En la Ilustración 06 se observa la Curva de Wegel, en donde se distinguen los umbrales de la audición humana.

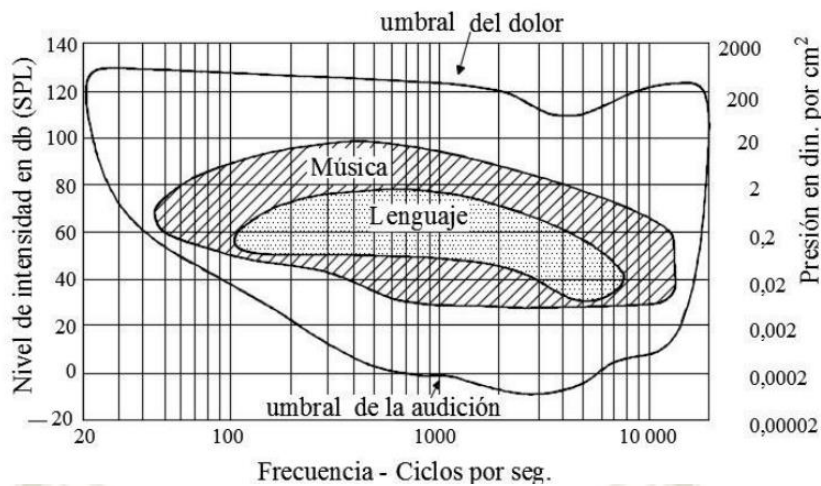


Ilustración N° 6: Curva de Wegel

FUENTE: Suasaca, 2014

2.4.3. EFECTOS DEL RUIDO

- **MALESTAR:**

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas, sino también de factores como miedos asociados a la fuente del ruido.

- **PÉRDIDA DE ATENCIÓN, DE CONCENTRACIÓN Y DE RENDIMIENTO:**

La contaminación sonora afecta en el rendimiento de las tareas cognitivas, concentración y pérdida de la atención, deteriorando también el rendimiento, se incrementa los errores, disminuye la concentración y la motivación, la memoria se ve afectada por el ruido. En el proyecto "Ranch", estudio realizado en Reino Unido, Holanda y España, estudiaron la relación de la exposición al ruido del tráfico y los efectos cognitivos y de salud.

El análisis de los datos demostró que la exposición crónica al ruido está asociada con un deterioro significativo en la comprensión lectora. Con respecto a los efectos sobre la salud, se demostró que está asociado a la pérdida de la capacidad auditiva (Stansfeld, Berglund, & Clark, 2005).

- **EFECTOS EN EL SUEÑO:**

Muchas personas experimentan problemas para dormir debido al ruido. Estudios sociales indican que la perturbación del sueño es

considerada uno de los efectos más perjudiciales del ruido ambiente, alterando el funcionamiento mental y psicológico de una persona (Lambert & Vallet, 1994).

La exposición al ruido puede inducir perturbaciones para dormir desde interrupciones de sueño, cambios de humor, disminución del rendimiento, alteraciones en los ciclos del sueño y profundidad y en el proceso de despertar.

La exposición al ruido nocturno puede inducir efectos secundarios, efectos que se pueden medir en la mañana del día después de estar expuesto al ruido. Los efectos son:

- Dificultad para dormir
- Disminución del rendimiento
- Insomnio.
- Despertares frecuentes por la noche
- Levantarse temprano
- Alteraciones en las etapas del sueño
- Incremento de la presión arterial
- Arritmias cardíacas
- Cambios en la respiración (Griefahn, 1990).

• **EFFECTOS EN LA AUDICIN:**

El deterioro del oído se produce en frecuencias de 3 000 a 6 000 Hz, puede también estar acompañada de zumbidos en los oídos.

La pérdida de audición, se produce gradualmente, durante un período de años. La velocidad y el grado de pérdida dependen de los niveles de sonido, el tiempo de exposición y la sensibilidad del receptor. Otros factores son el número y duración de los periodos de tranquilidad entre exposiciones, el tipo de sonido y su distribución de frecuencias (Kiely, 1999).

Tabla N° 3: Valores sonoros y efectos en el organismo

PRESIÓN SONORA (dB)	AMBIENTES O ACTIVIDADES	SENSACIÓN/ EFECTOS EN EL OÍDO
140-160	Explosión, petardo a 1 m	Daños permanentes inmediatos del oído, rotura tímpano
130	Avión en despegue a 10 m, disparo de arma de fuego	
120	Motor de avión en marcha, martillo neumático (1m)	Umbral del dolor
110	Concierto de rock, motocicleta a escapa libre a 1 m	Daños permanentes del oído a exposición de corta duración
100	Sierra circular a 1 m, discoteca, sirena de ambulancia a 10 m	Sensación insoportable y necesidad de salir del ambiente
90	Calle principal a 10 m , taller mecánico	Sensación molesta daños permanentes al oído a exposición a largo tiempo
80	Bar animado calle ruidosa a 10 m	
70	Coche normal a 10 m, aspirador a 1 m , conversación en voz alta	Ruido de fondo incómodo para conversar
60	Conversación animada, televisión a volumen normal a 1 m	Ruido de fondo agradable para la vida social
50	Oficina , conversación normal a 1 m de distancia	
40	Biblioteca ,conversación susurrada	
30	Frigorífico silencioso, dormitorio	Nivel de fondo necesario para descansar
20	Habitación muy silenciosa ,rumor suave de las hojas de un árbol	
10	Respiración tranquila	
0	Umbral de audición	Silencio

FUENTE: Organización Mundial de la Salud

- **ESTRÉS Y SUS MANIFESTACIONES Y CONSECUENCIAS:**

Las personas sometidas a situaciones perturbadoras, suelen desarrollar algunos de los siguientes síndromes:

- Cansancio crónico.
- Tendencia al insomnio.

- **ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES:**

- Cambios conductuales
- Hipertensión
- Cambios en la composición química de la sangre
- Náuseas
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad
- Depresión
- Especialmente agresividad
- Manía
- Irritabilidad
- Intolerancia, aislamiento social (World Health Organization, 1999).

- **EFFECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS:**

La sensación de molestia varía en las personas, siendo la capacidad de causar molestia de un ruido depende sus características físicas, también influyen factores de carácter social, psicológico o económico.

La molestia, es uno de los efectos sociales y de comportamiento que presentan los altos niveles de ruido, se produce interferencia en la comunicación, y puede llegar a causar accidentes en el ámbito laboral.

Esta interferencia es el enmascaramiento de procesos, que se traducen en que la comunicación no sea entendida.

El ruido ambiental puede enmascarar a otras señales acústicas que tienen importancia en la vida cotidiana como los sonidos, avisos de fuego, timbres, alarmas, etc (World Health Organization, 1999).

2.5. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

2.5.1. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

“Son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora, sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud y promover el desarrollo sostenible” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA, 2015).

2.5.2. IMPORTANCIA DE LOS ECA ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

Sirven para el diseño de normas legales y políticas públicas destinadas a la prevención y control del ruido ambiental; así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental y la posterior certificación ambiental (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA, 2015).

Se aplican los Estándares de Calidad Ambiental de Ruido para:

- Acciones de vigilancia y monitoreo ambiental del sonido que se emite, y son ejecutadas en función de la zona y horario del cual se trate.
- Se aplican también para verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, establecidas en el instrumento de gestión ambiental (DIA, EIA) por parte del titular de la actividad.

Cuando se superan los ECA para ruido, se produce contaminación sonora. Los titulares de la actividad podrán implementar acciones de mitigación que permitan reducir la exposición al ruido, como las barreras acústicas u otras que consideren necesarias para mitigar el impacto generado en la zona (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA, 2015).

Las municipalidades provinciales y distritales, deberán utilizar los ECA para ruido, a fin de establecer —en el marco de su competencia— normas que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Según este Reglamento (Presidencia de consejo de ministros, 2003), para evaluar el ruido se debe considerar como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT). Se han determinado niveles sonoros de acuerdo a zonas de aplicación y horarios (diurno y nocturno), las mismas que son definidas a continuación:

En el Tabla N° 04 se muestran los niveles de presión sonora para cada Zona residencial, comercial, industrial, mixtas, protección especial. La demarcación de las zonas deberá haber sido establecido por la municipalidad competente.

- **Zona de Protección Especial:** Son aquellos sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido ya que en él se ubican establecimientos de salud, educativos, asilos, orfanatos, zona de turismo.
- **Zona comercial:** Son aquellas áreas autorizadas por el gobierno local para el desarrollo de actividades comerciales y de servicios.
- **Zona Industrial:** Área autorizada por el gobierno local para el desarrollo de actividades industriales.

Zona Residencial: Área autorizada por el gobierno local para el establecimiento de viviendas o residencias (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA, 2015).

Tabla N° 4: Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Ruido

Zona de Aplicación	Horario Diurno ⁽¹⁾ en LAeqT * en dB	Horario Nocturno ⁽²⁾ en LA2eqT * en dB
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

FUENTE: D.S. N° 085-2003-PCM-Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Ruido

(*) Nivel de presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)

(1) Horario Diurno: Comprende desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

(2) Horario Nocturno: comprende desde las 22:01 hora hasta las 07:00 horas del día siguiente.

Tabla N° 5: Zonificación de ECA de Ruido

ZONIFICACIÓN	ECA
Residencial – Comercial Comercial – Industrial Industrial – Residencial Residencial - Comercial – Industrial	Residencial Comercial Residencial Residencial
Zona Mixta: Se aplica siempre el valor que corresponde a la zonificación de menor tolerancia a ruidos.	

Fuente: (Carlos Andaluz W., 2011).

2.6. MEDICION DEL RUIDO

2.6.1. DECIBEL:

Las ondas sonoras producen variaciones de presión en el medio donde se transmiten.

La norma ISO adopta como unidad de medida de presión sonora el Pascal que es N/m^2 que equivale a 10 microbares (Cantor & López, 2013).

No obstante, en la práctica estas medidas no son usuales debido a los grandes márgenes de variación de presión, estas variaciones comprenden un rango que puede ir desde los 20×10^{-6} Pa (20 m Pa) y 200 Pa (200 000 000 m Pa). Por esta razón es que se utiliza una escala logarítmica en la que se introduce el concepto de nivel de presión acústica en decibeles (dB) dada por la siguiente expresión (Cantor & López, 2013).

$$L_p = 10 \times \log \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \dots \dots [ec. 1]$$

- L_p : Nivel de presión acústica en dB.
- P_1 : Presión sonora medida en N/m^2 .
- P_0 : Presión sonora de referencia, fijado en 2×10^{-5} N/m^2 .

La sensación de nuestros oídos debida a las ondas sonoras es aproximadamente proporcional al logaritmo de la energía de la onda sonora y no es proporcional a la magnitud de dicha energía. Por esta razón, se emplea una unidad logarítmica para aproximarse a la respuesta del oído (Sánchez, 2013).

2.6.2. NIVEL PRESIÓN SONORO (LP)

La presión sonora es una medida básica de las vibraciones del aire que constituyen el sonido. Ya que el rango de presión sonora que puede detectar el oído humano es muy amplio, se mide en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel. Al expresar la presión sonora sobre una escala logarítmica, es costumbre comparar la presión sonora

de todos los sonidos en el aire con un valor de referencia de 20 μPa , los mismos que corresponden a 0 dB (Harris, 1995).

2.6.3. NIVEL PRESIÓN SONORO CONTINUO EQUIVALENTE CON PONDERACIÓN A (LAEQT)

El nivel sonoro continuo equivalente, en decibeles, es 10 veces el logaritmo en base 10 de la relación entre la presión sonora con ponderación A al cuadrado integrada en el tiempo de referencia T y la presión sonora de referencia estandarizada al cuadrado. Así el nivel sonoro continuo equivalente (símbolo L_{eq} o $L_{Aeq,T}$) durante el intervalo de tiempo especificado T viene dado por: El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A es (Ugr.es, 2015).

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

Donde:

- $P_A(t)$: Es la presión sonora instantánea ponderada A, a lo largo de un tiempo variable t.
- P_0 : Es la presión sonora referencial (igual a 20 μPa).

2.6.4. NIVEL PRESIÓN SONORO MÁXIMO (LMAX)

El Nivel sonoro máximo (LMAX) Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado. Los instrumentos utilizados para realizar el proceso de medición fueron acordes a lo exigido en ISO 1996-2 para el monitoreo de ruido ambiental.

2.6.5. NIVEL PRESIÓN SONORO MINIMO (LMIN)

Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición.

2.6.6. PONDERACION DEL TIEMPO

Las ponderaciones de tiempo representan el periodo de tiempo considerado para tomar la medición o el valor medio de la señal captada durante las mediciones de presión sonora (Brüel & Kjaer, 2000).

Los sonómetros comerciales tienen disponibles tres ponderaciones de tiempo:

- Lento (Slow): La constante del tiempo de respuesta es de 1 segundo. El sonómetro registra durante un intervalo de tiempo de un segundo los cambios en la energía y con esta información determina un valor equivalente de presión sonora para dicho intervalo de tiempo.
- Rápido (Fast): La constante del tiempo de respuesta es de 0.125 segundos. Esta ponderación temporal se asemeja a la constante de tiempo usada por el sistema auditivo humano.
- Impulso (Impulse): La constante del tiempo de respuesta es de 0.035 segundos para sonidos que van en aumento y de 1.5 segundos para sonidos que van decreciendo (Licla, 2016).

La ponderación fast proporciona una respuesta más precisa puesto que el tiempo de promediado es más rápido, así como en los casos en que se requiera muestrear niveles máximos (Brüel & Kjaer, 2000).

2.6.7. CURVA DE PONDERACIÓN

Debido a la característica que presenta el oído humano, de tener una respuesta no lineal a valores de presión sonoros en distintas frecuencias y niveles sonoros, para ello se estableció y normalizó diferentes curvas de ponderación en frecuencia:

- Curva A: Niveles sonoros Bajos
- Curva B: Niveles sonoros medios
- Curva C: Niveles sonoros altos.

Estas correcciones son necesarias para representar los niveles sonoros, que corresponden a una mejor percepción para el ser humano.

La curva de ponderación más común es la A. Diseñada para niveles de presión sonora bajos, como por ejemplo ruidos de fondo (-50 dB a 20 Hz

y casi -20 dB a 100 Hz) y en menor medida los agudos (casi -10 dB en 20KHz), además, es el parámetro más utilizado en las normativas internacionales. Esta curva se asemeja a la respuesta de la audición humana, además sirve para fines legales.

La curva de ponderación B, Creada para modelar la respuesta en frecuencia del oído humano a intensidades medias (-10 dB a 60 Hz). Estudios recientes demuestran que es la mejor ponderación para usar en la medida de niveles de escucha musical.

La curva de ponderación C, se utiliza para modelar la respuesta al oído ante sonidos de gran intensidad. En la actualidad, ha ganado prominencia en la evaluación de ruidos en la comunidad, así como en la evaluación de ruidos de baja frecuencia en la banda de frecuencias audibles (El Ruido, 2019).

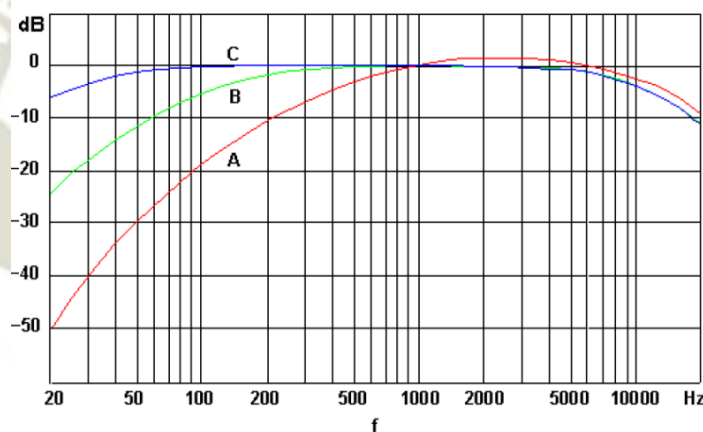


Figura N°02 :Curvas de ponderación

Fuente: Ripoll Gimeno, " ("Evolucion de la contaminacion acustica provocada por el tráfico de N-332 en Altea)."

2.7. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL.

2.7.1. SONOMETRO

El sonómetro es un instrumento que es utilizado para la toma de la medida del nivel de presión sonora, con ponderación en frecuencia y en tiempo (Harris, 1995).

Un sonómetro está constituido por un micrófono que capta la presión sonora, el preamplificador, el amplificador, la ponderación de frecuencia y, el control del rango de nivel, promediador de tiempo e indicador en que se realiza la lectura.

La sensibilidad de un sonómetro frente a un sonido está determinada por la sensibilidad del micrófono que lo capta.

El sonómetro se clasifica de la siguiente manera:

- Tipo 0, un instrumento que cumple con las tolerancias más estrictas, se usa en el laboratorio.
- Tipo 1, un instrumento de precisión que se utiliza para las mediciones de ruido en campo.
- Tipo 2, un instrumento de uso general que cumple con las tolerancias más amplias.
- Tipo 3, son los sonómetros más sencillos para efectuar sondeos, sin mayor precisión (Harris, 1995).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

- TIPO: CUANTITATIVO
- NIVEL: DESCRIPTIVO
- DISEÑO: NO EXPERIMENTAL

3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.2.1. UBICACIÓN GEOGRAFÍA DEL DISTRITO

El distrito de Yanahuara se ubica en la zona sur del Perú, Geográficamente en el hemisferio sur entre las coordenadas siendo sus coordenadas 16°23'28" de latitud Sur y 71°32'58" de longitud Oeste, presentando una extensión territorial de 2.20 km² (Municipalidad del distrito de Tupac Amaru Inca, 2019).

Tabla N° 6: Datos Geográficos del Distrito de Yanahuara

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
			LATITUD	LONGITUD
Yanahuara (2300 m.s.n.m)	Arequipa	Arequipa	16°23'28"	71°32'58"

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional

3.2.2. LÍMITES DISTRITALES

- Al Sur: Arequipa (Cercado)
- Al Oeste: Distrito de Cayma, Cerro Colorado, Sachaca y Tiabaya
- Al Norte: Cayma
- Al Este: Arequipa (Cercado)

3.2.3. AREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevará a cabo en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara (Zona de Reglamentación Especial), cuyos límites

se encuentran entre las calles Tronchadero, Perú, Huáscar, La Rinconada, León Velarde, Prolongación Magnopata, Av. Bolognesi, Av. Ejército, calles Pampita Zevallos, Antiquilla y La Recoleta.

La Zona de Reglamentación Especial de Yanahuara se encuentra ubicado en una zona caracterizada por ser un relieve relativamente plano y de mediana pendiente.

3.2.3.1. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Durante el periodo en el que se llevaron a cabo los monitoreos de los niveles de presión sonora, presentaron las siguientes características meteorológicas, de acuerdo a lo registrado por la Estación Meteorológica “La Pampilla” (SENAMHI, 2018) y al Monitoreo Meteorológico realizado.

Se registró una temperatura máxima promedio de 23.5 °C y una temperatura mínima de 9.9 °C. No se observaron precipitación con un valor 0.0 mm en el mes de octubre. Así mismo se registraron vientos cuya velocidad oscilaban entre los 2.6 con una dirección

3.2.3.2. ASPECTOS URBANÍSTICOS

Si bien el Centro Histórico del distrito de Yanahuara está catalogado como una Zona de Protección o Reglamentación Especial, está compuesto por dos sectores: Residencial y comercial. Además, se encuentra colindante a dos avenidas principales: Av. Ejército y Av. Bolognesi; y a las calles Misti y León Velarde, donde se observa el alto tráfico de vehículos con potencial afectación a una zona residencial con presencia de centros de salud y educativos (Municipalidad distrital de Yanahuara, 2010).

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. EQUIPOS

- Sonómetro Integrador-Promediador (Clase I) /Marca Larson Davis – Modelo LxT1
- Calibrador de Campo /Marca Larson Davis – Modelo LD CAL 200
- Mini Estación Meteorológica / Marca Kestrel – Modelo 5500

- GPS / Marca Garmin – Modelo Etrex 10
- Cámara fotográfica: Marca- Canon, Modelo: CMOS de 22,3 x 14,9 mm
- Computadora

3.3.2. MATERIALES

- 2 Trípodes
- Tableros
- Hojas de Campo
- Cargador Portátiles

3.3.3. RECURSOS HUMANOS

- 2 Tesistas
- 3 Ayudantes de campo

3.3.4. SOFTWARE

- Software de ARCGIS Desktop 10.5
- Software de Microsoft Office 2013 Excel, Word y Power Point.
- Software de navegación por internet Google Chrome.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

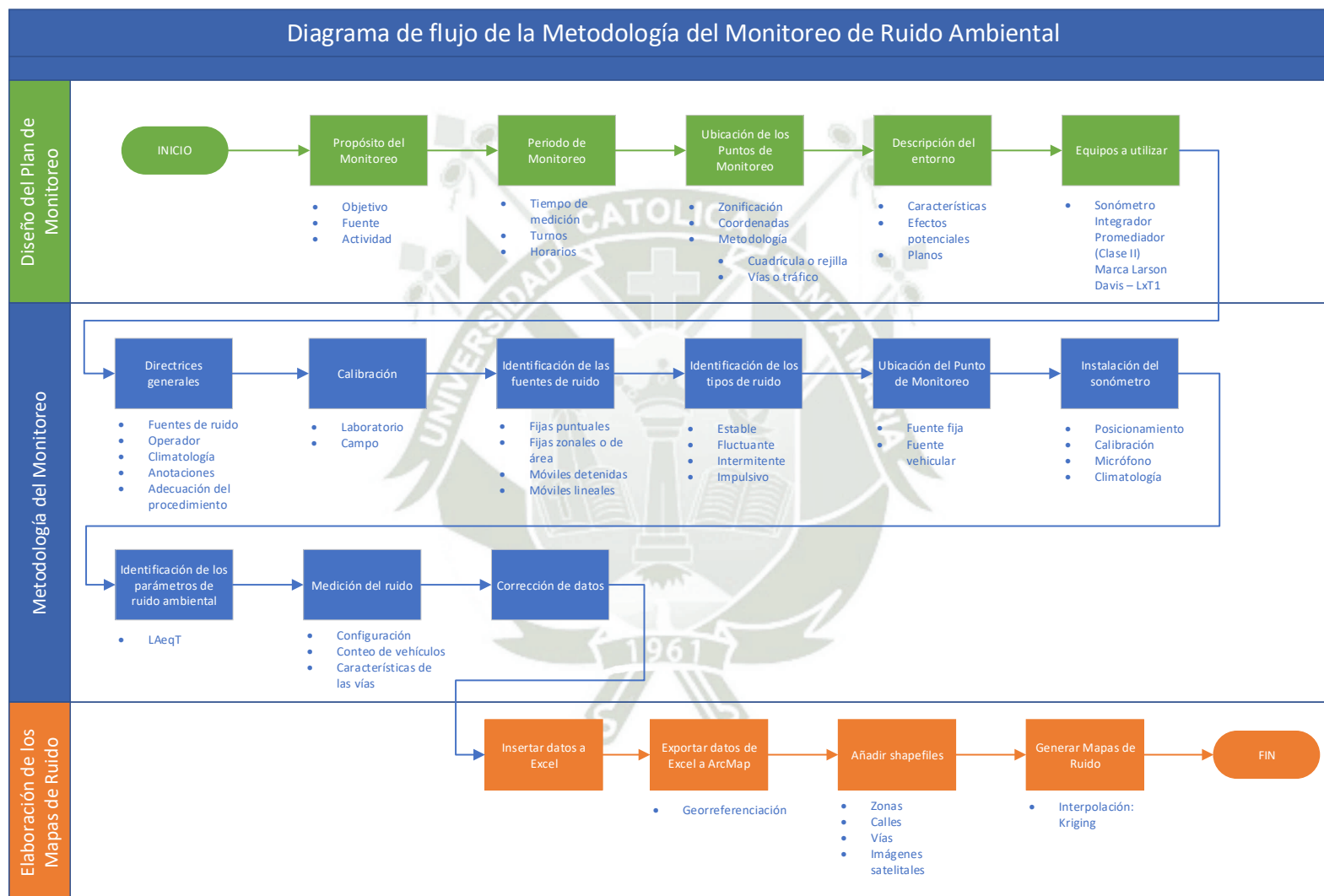
Esta investigación tiene un diseño no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se observan los fenómenos tal como se dan en la naturaleza, siendo después analizados. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

Basando en la Norma ISO 1996 - Descripción y Mediciones de Ruido Ambiental, considerado un estándar para establecer los límites de ruido.

Este diseño se divide en 3 partes:

- Diseño del Plan de Monitoreo
- Metodología de Monitoreo
- Elaboración del Mapa de Ruido

Ilustración N° 7: Diagrama de flujo de la Metodología del monitoreo de Ruido Ambiental



FUENTE: Elaboración Propia

3.4.1. DISEÑO DEL PLAN DE MONITOREO

I. PROPÓSITO DEL MONITOREO

- **Objetivo:** Identificar el nivel de presión sonora LAeqT en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara.
- **Fuente:** Se evaluará el nivel de presión sonora producido por las diferentes fuentes generadoras de ruido: fijas puntuales, fijas zonales, móviles detenidas o móviles lineales.
- **Actividad:** Transporte de vehículos y comercio zonal dentro del Centro Histórico del distrito de Yanahuara

II. PERIODO DEL MONITOREO

- **Tiempo de medición:** Se debe cubrir las variaciones significativas de la fuente generadora de ruido, por lo que cada intervalo de medición durará 10 minutos.
- **Turnos:** Se monitorearán tres turnos durante un periodo de una semana: mañana, tarde y noche. Se debe considerar que el turno mañana y tarde se encuentran dentro de la categoría de “Diurno” y el turno noche se encuentra dentro de la categoría “Nocturno” de los ECAs del Ruido (Presidencia de consejo de ministros, 2003).
- **Horarios:**

Tabla N° 7: Turno de Monitoreo - Periodos

TURNO	MAÑANA	TARDE	NOCHE
Categoría ECA	Diurno	Diurno	Nocturno
Horario	08:00 – 13:00	17:00 – 21:00	22:00 – 02:00

FUENTE: Elaboración Propia

III. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

- **Zonificación:** Según el Plan De Desarrollo Metropolitano De Arequipa (PDM 2016-2025) el Centro Histórico del distrito de Yanahuara está catalogado como una Zona de Protección o Reglamentación Especial

- **Coordenadas:** 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.

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, establecido en el R.M. N° 227-2013-MINAM (Ministerio del ambiente, 2019).

- **Metodología:** Según el Protocolo de Monitoreo de Ruido Ambiental se muestran diferentes metodologías para la ubicación de los puntos de monitoreo. Para realizar dicho estudio, se determinó por conveniente considerar dos metodologías conjuntas:

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. La distancia considerada entre punto y punto es de aproximadamente 100 metros.

La metodología de vías o tráfico, que consiste en realizar una categorización de las vías y monitorear distintos puntos de ella. Para esto se consideró establecer los puntos de monitoreo en las avenidas principales (Av. Ejército, Av. Bolognesi) y en las calles de mayor tráfico vehicular (Calle Misti, calle León Velarde) (Jara Rojas, 2016).

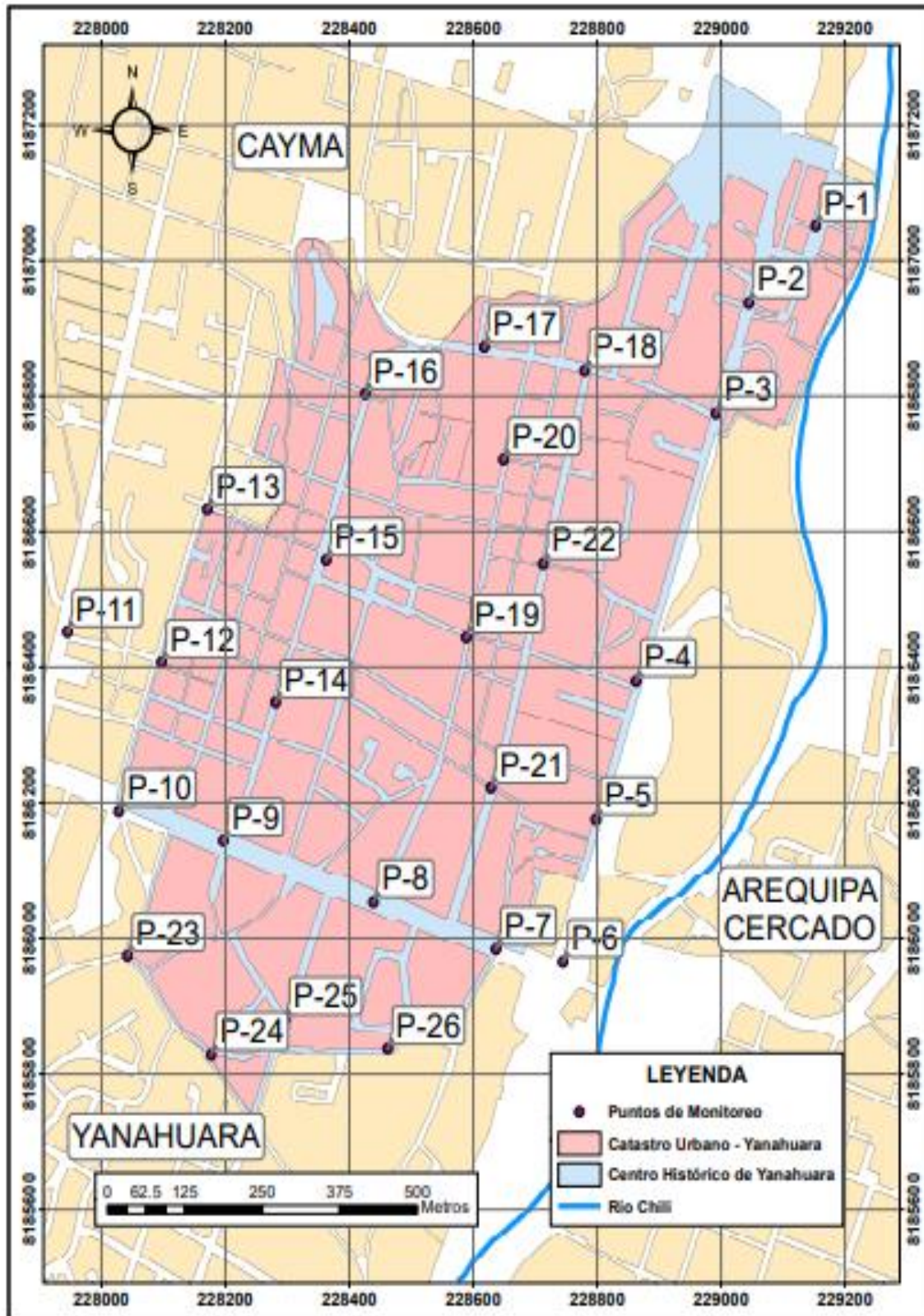


Ilustración N° 8: Mapa de Ubicación de Cuadrícula del Centro Histórico de Yanahuara

FUENTE: Elaboración Propia

Para el método de viales se identificaron previamente las vías más importantes de la Zona de Reglamentación Especial de Yanahuara. Los puntos de monitoreo se ubicaron en las vías principales dentro de cada cuadrícula, tomando en cuenta los criterios de ubicación de zonas representativas, es decir, una vez ubicadas las vías principales se distribuyeron los puntos en zonas en las que las personas están más expuestas, como instituciones públicas y privadas, cuadras comerciales, centros educativos y densidad de tráfico vehicular.

Estos criterios sirvieron para distribuir los puntos de tal manera que abarcara la mayor parte del área delimitada del Zona de Reglamentación Especial de Yanahuara (Jara Rojas, 2016).

Las vías principales, las que se caracterizan por su mayor continuidad y alto flujo vehicular, dentro del área urbana del Distrito de Yanahuara son:

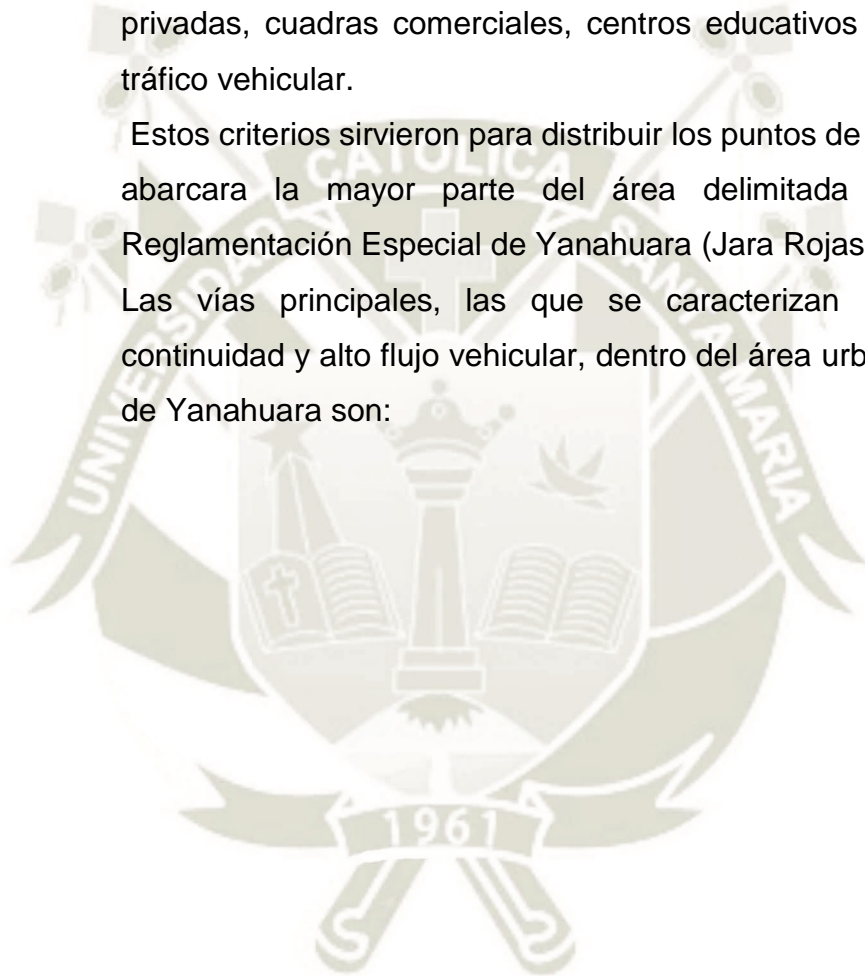


Tabla N° 8: Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental

ESTACIÓN DE MONITOREO	COORDENADAS WGS-84 Zona 19 K		ALTITUD m.s.n.m.	UBICACIÓN
	ESTE (X)	NORTE (Y)	Z	
P-1	229153	8187051	2362	Urb. Magnopata
P-2	229045	8186937	2367	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)
P-3	228992	8186774	2362	Av. Bolognesi con Calle León Velarde
P-4	228863	8186379	2353	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel
P-5	228798	8186175	2348	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)
P-6	228745	8185965	2343	Óvalo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)
P-7	228637	8185984	2352	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)
P-8	228439	8186053	2357	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)
P-9	228197	8186144	2361	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)
P-10	228028	8186187	2362	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)
P-11	227945	8186452	2373	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas
P-12	228097	8186407	2375	Calle Tronchadero 410

P-13	228171	8186633	2383	Calle Tronchadero con Calle Perú
P-14	228281	8186348	2370	Calle Jerusalén 304
P-15	228363	8186558	2377	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)
P-16	228426	8186803	2385	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac
P-17	228618	8186872	2384	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)
P-18	228780	8186837	2379	Calle León Velarde con Calle Misti
P-19	228589	8186444	2369	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel
P-20	228649	8186706	2376	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Convenciones)
P-21	228629	8186222	2361	Calle Misti con Calle Arica
P-22	228713	8186552	2370	Calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)
P-23	228042	8185974	2356	Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo
P-24	228177	8185828	2351	Calle Antiquilla con Ronda Recoleta
P-25	228296	8185880	2355	Av. Emmel 202 (Esquina de la Pollería "El Pollo Real")
P-26	228462	8185837	2354	Ronda Recoleta s/n (Frente a la puerta de la GREA)

FUENTE: Elaboración Propia

3.4.2. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

I. DIRECTRICES GENERALES CALIBRACIÓN

- **Laboratorio:**

El Sonómetro fue calibrado en los Laboratorios del INACAL.

- **Campo:**

Previo al inicio de cada día de monitoreo, el sonómetro fue calibrado en campo. Se ajustó el Sonómetro con el valor patrón del Calibrador de campo de 114.0 dB y frecuencia de 1 kHz (Ministerio de la producción, 2019).

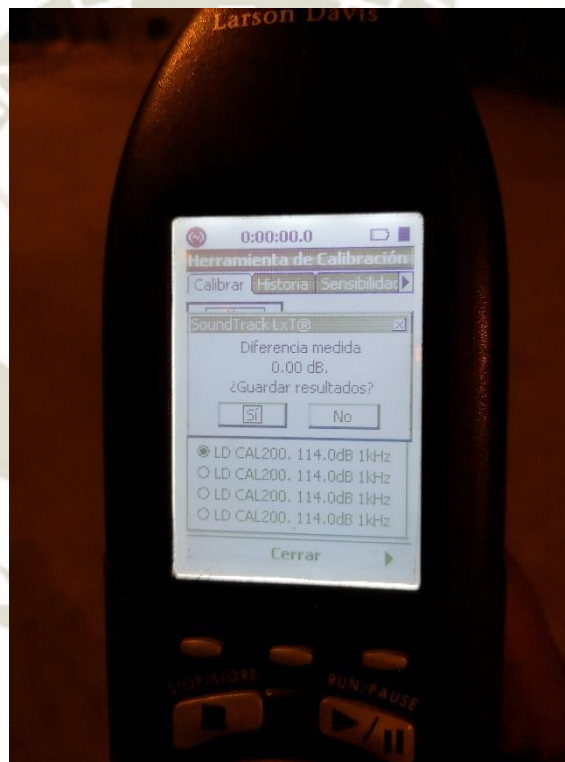


Ilustración N° 9: Calibración del Sonómetro den Campo

II. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

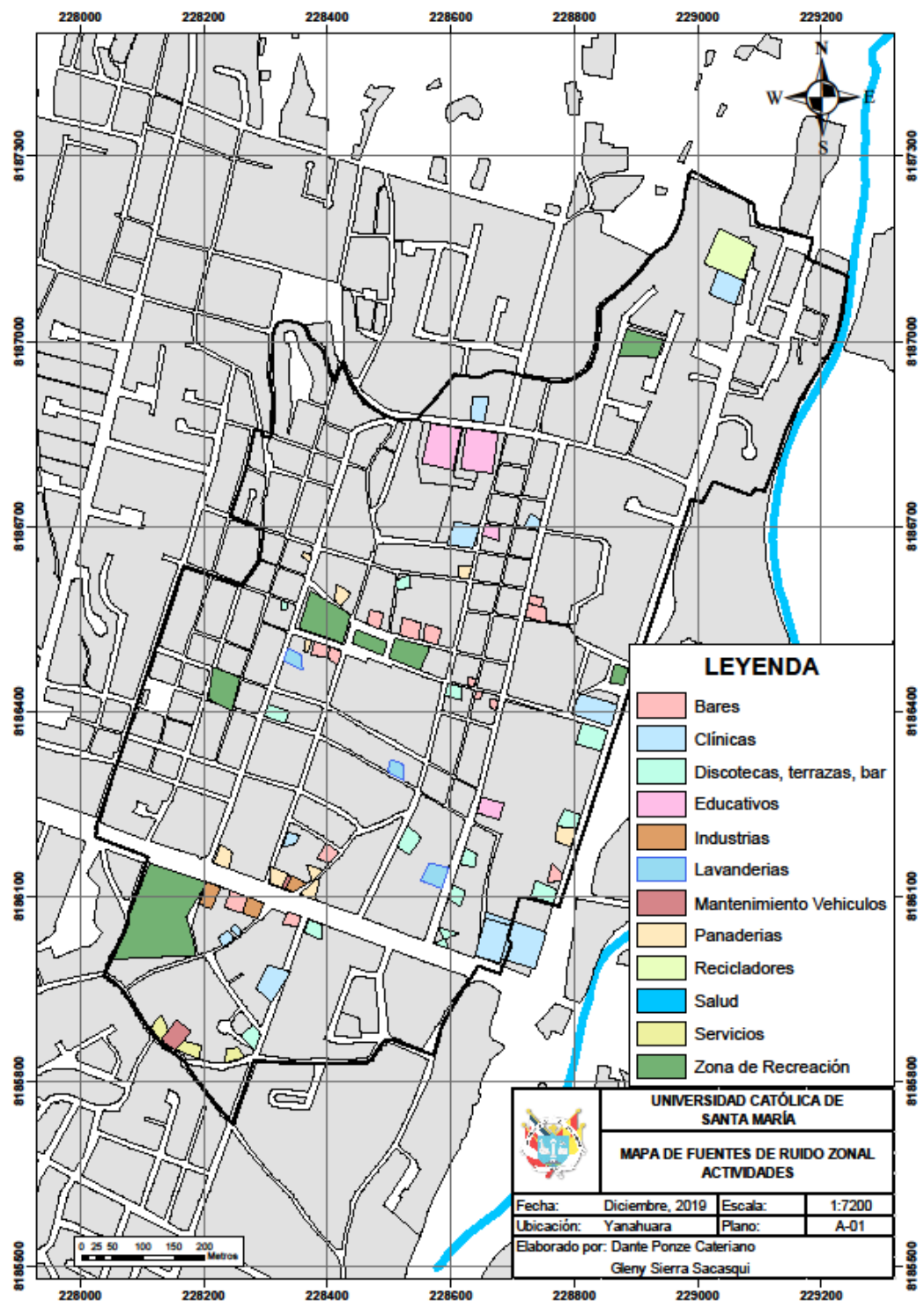
Se realiza un diagnóstico del número de fuentes generadoras de ruido, este proceso de llevo a cabo realizando un recorrido a lo largo y ancho de la Zona de Reglamentación Especial – Distrito de Yanahuara, obteniendo como resultado una base de datos de 80 fuentes fijas de ruido, las cuales fueron agrupadas de acuerdo con el tipo de establecimiento que se muestra en la tabla 9 clasificando en 4 grupos:

- 1) Actividades de entretenimiento y diversión
- 2) Actividades empresariales
- 3) Actividades prestadoras de servicios
- 4) Otras actividades (Ministerio de la producción, 2019).

Tabla N° 9: Clasificación de actividades

CODIGO	TIPOLOGÍA
1	Actividades de entretenimiento y diversión
1.1	Zona de recreación
1.2	Restaurante
1.3	Discotecas, terrazas, Bar
2	Actividades empresariales
2.1	Comercio
2.2	Lavanderías
2.3	Panaderías
3	Actividades prestadoras de servicios
3.1	Educativos
3.2	Salud
3.3	Estaciones de Servicio
3.4	Mantenimiento, talleres de autos
4	Otras Actividades
4.1	Tráficos de Vehículos
4.2	Otros, Entidades Públicas

Ilustración N° 10: Mapa de fuentes de ruido - Actividades



Fuente: Elaboración Propia

III. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RUIDO

Se realiza un reconocimiento previo del tipo de ruido, basándose en (INDECOPI, 2007). Considerando en la categoría en función del ruido y en función al tipo de actividad generadora de ruido.

IV. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Una vez definidas las fuentes de generación de la Zona de Reglamentación Especial, se seleccionó las áreas afectadas, a las cuales, consideradas como áreas representativas, donde existe una fuente generadora de incidencia mayor en el ambiente exterior, considerando que los 26 puntos de monitoreo están ubicados en las áreas más representativas del exterior.

Basado en el Protocolo de Monitoreo de Ruido Ambiental, se identificaron de la siguiente manera:

- Fuentes Fijas:

Al presentar emisiones de fuentes hacia del exterior, los puntos se ubicaron al exterior del recinto donde se sitúen las fuentes, a mínimo 3 metros del área, considerando que no existan fuentes reflectantes (Ministerio del ambiente, 2013).

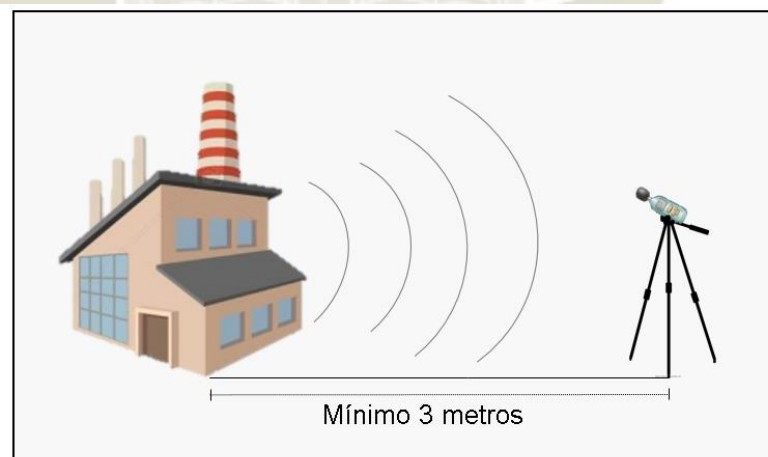


Ilustración N° 11: Fuente Fija de Emisión de Ruido



Ilustración N° 12: Toma de muestra Punto -13

- **Fuentes Móviles:**

Se consideró las fuentes vehiculares, donde se ubicó al límite de la calzada. En la siguiente Ilustración demuestra la ubicación del sonómetro:

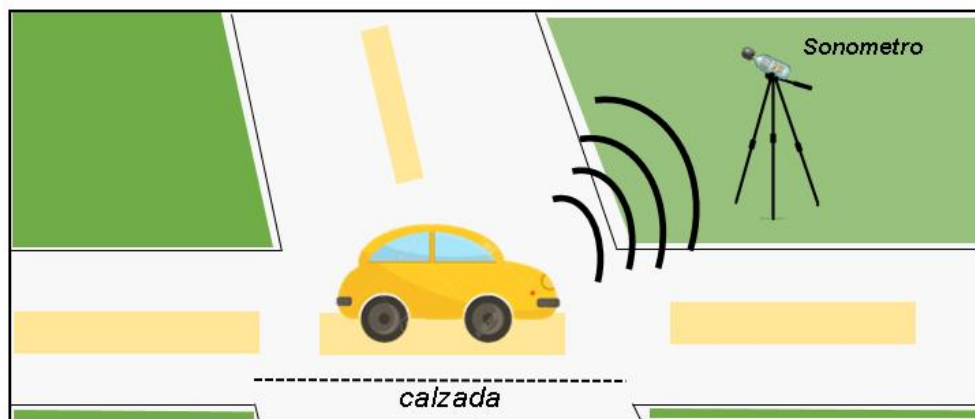


Ilustración N° 13: Fuente Móvil de Emisión de Ruido



Ilustración N° 14: Toma de muestra Punto 11

V. INSTALACIÓN DEL SONÓMETRO Y ESTACION METEREOLÓGICA

El tiempo de monitoreo de ruido ambiental se realizó de acuerdo a especificaciones de la NTP 1996-1:2007: Índices básicos y procedimiento de evaluación) y la NTP 1996- 2:2008: Parte2: Determinación de los niveles de ruido ambiental).

Se debe seleccionar aquellos intervalos de tiempo de medición que cubran todas las variaciones significativas en la emisión de ruido ambiental en la zona de estudio.

El día 20 de octubre se realizó un monitoreo preliminar en las 26 estaciones para establecer las condiciones climáticas, ubicación con GPS con el objetivo de determinar los periodos donde se producían las variaciones significativas de los niveles de presión sonora registrados, analizando los comportamientos de las principales fuentes de emisión del ruido y conocer los intervalos de hora pico. En base a los resultados obtenidos en el monitoreo preliminar se determinaron los periodos de medición (Ministerio del ambiente, 2013).



Ilustración N° 15: Monitoreo Preliminar Punto-5

Los días 21 de octubre al 27 de octubre del 2018, se realizaron los monitoreos en las 26 estaciones de Monitoreo de domingo a sábado (días laborables y fines de semana), los periodos de medición elegidos fueron: de 08:00 a 14:00 Pm, 15:00 a 21:00 pm y 22:00 a 3:00 pm.

El tiempo de medición en cada periodo de monitoreo fue 10 min como lo menciona el Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental (Ministerio del Ambiente, 2011).

Tabla N° 10: Horarios de medición

UNIDAD	REFERENCIA	SÍMBOLO	HORARIO
1	Mañana	M	08:00 - 14:00
2	Tarde	T	15:00 - 21:00
3	Noche	N	22:00 -3:00

Fuente: Análisis preliminar de Monitoreo,2018



Ilustración N° 16: Monitoreo ambiental Punto-8

FACTORES METEOROLÓGICOS

El registro de las condiciones meteorológicas influye en el monitoreo de ruido ambiental, ya que presenta las condiciones meteorológicas (Humedad, temperatura, velocidad y dirección del viento), pueden afectar el funcionamiento del sonómetro y la dispersión del sonido.

Existe la estación meteorológica “La Pampilla”, el cual permitió tener de referencia los parámetros meteorológicos; de igual manera se procedió con la caracterización meteorológica local mediante la instalación de una estación meteorológica portátil marca Marca Kestrel – Modelo 5500

Tabla N° 11: Datos Estación Meteorológica "La Pampilla"

ESTACIÓN METEREOLÓGICA “LA PAMPILLA”		
Departamento: Arequipa	Provincia :Arequipa	Distrito : Arequipa
Latitud: 16°24'49.66" S	Longitud: 71°32'4.31"W	Altitud: 2326 msnm.
Tipo: Convencional -Meteorológica		Codigo: 116017

FUENTE: SENAMHI

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE LA MINIESTACIÓN METEOROLÓGICA

INSPECCIÓN DEL EQUIPO MINI ESTACIÓN METEREOLÓGICA

Para la instalación del equipo, primero se tiene que realizar la inspección del equipo, para no tener ninguna falla durante el monitoreo:

- Verificar que la consola cuente con las baterías cargadas.
- Verificar el buen funcionamiento de la veleta y que los ejes donde se instalan se encuentren sin deformaciones que imposibiliten su uso, de igual manera el trípode del equipo.

INSTALACIÓN

- Se debe considerar la posición en un lugar que no presente restricciones.
- Se instaló la mini estación meteorológica sobre un trípode considerando: a una altura 1.5 m a 1.8 m sobre el nivel del suelo.
- Con el GPS, se posiciona la mini estación meteorológica direccionando hacia el Norte la Veleta



Ilustración N° 17:GPS



Ilustración N° 18: Miniestacion Meteorológica

CRITERIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SONÓMETRO

CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

Se verificó las baterías del equipo antes del uso, de igual manera, la respectiva calibración del equipo antes y después de cada medición, considerando la siguiente configuración:

- Fecha y hora actual
- Ponderación de frecuencia de tipo “A” y modo “Fast” y “Slow”
- Programación del tiempo de medición para 10 minutos con integración de datos por cada segundo.

INSTALACIÓN

Se instaló el equipo sobre un trípode considerando:

- Se ubicó aproximadamente a una altura 1.5 m sobre el nivel del suelo y formando un ángulo de 30 y 60 grados sobre el plano inclinado paralelo al suelo.
- El sonómetro fue ubicado al límite donde se encuentra ubicada la fuente de generación a una distancia libre mínima aproximada de 0,50 m del

evaluador y a una distancia de 3,5 m aproximadamente de superficies reflectantes distintas al piso.

- El micrófono del sonómetro siempre estuvo protegido por el protector de anti-vientos que evitaba las distorsiones causados por ráfagas de viento (velocidad mayor a 3 m/s).

VI. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE RUIDO

El Leq (Nivel de presión sonora continuo equivalente) con ponderación A es el parámetro que debe ser aplicado para comparación con la norma ambiental, sobre un intervalo de tiempo (LAeqT), en este caso 10 minutos. Al usar el sonómetro clase 1 permite integrar todos los parámetros para obtener el LAeqT.

Tabla N° 12: Técnica de medición utilizada para ruido ambiental.

ASPECTO	CARACTERÍSTICAS	
Configuración del Sonómetro	Filtro de ponderación A. Modo de respuesta exponencial Fast	Filtro de ponderación A. Modo de respuesta exponencial Slow
	Configurado para registrar en memoria los niveles integrados en cada medición	
Lecturas registradas	<p>Registro ruido ambiental:</p> <p>Hora de inicio, duración de la medición y memoria en que se almaceno.</p> <p>Niveles continuo equivalente Leq AT, mínimo (Lmin), máximo (Lmax), entre otros para cada proceso de medición.</p> <p>Localización del punto de medición, mediante lectura de GPS.</p>	

Fuente: (EQual Consultoria y Servicios Ambientales, 2015)

VII. DETERMINACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR

En cada estación se determinó el flujo vehicular correspondiente a cada ruta identificada mediante el uso de un contómetro de mano. Los vehículos contabilizados fueron clasificados como vehículos ligeros (menor a 3,5t) y pesados (mayor a 3.5 t), de acuerdo a la ISO 1996-2 (INDECOPI, 2008).



Ilustración N° 19: Conteo vehicular en la estación Punto-9



Ilustración N° 20: Conteo vehicular en la estación punto -10

VIII. CORRECCIÓN DE DATOS

La corrección de datos será basada de dos factores:

- RUIDO RESIDUAL

Durante el monitoreo de ruido ambiental se presentan ruidos que no son específicos de la investigación, a eso se le considera Ruido Residual.

La corrección se realiza cuando la diferencia del nivel sonora residual y el medido se encuentran en un rango de 3 a 10 dB, es ahí donde se aplica la corrección en base a (Ministerio del Ambiente, 2011).

$$L_{corr} = 10 \log (10^{L_{medi}/10} - 10^{L_{resid}/10}) \text{dB}$$

Donde:

L_{corr} : Nivel de presión sonora corregida

L_{medi} : Nivel de presión sonora medido

L_{resid} : Nivel de presión sonora residual

- CONDICIONES CLIMÁTICAS

Durante el monitoreo de ruido ambiental existen condiciones climáticas que favorecen a la propagación de ruido o amortiguamiento (velocidad, humedad relativa y dirección del viento). Se considera al viento el mayor factor de propagación de ruido. Al momento de realizar las actividades de monitoreo se deben identificar las condiciones y ser descritas en la hoja de campo. La incertidumbre generada debe ser corregida de acuerdo a la (INDECOPI, 2008), donde debe ser aplicada cuando no cumpla la siguiente condición:

$$(h_s + h_r) / r \geq 0,1$$

Donde:

h_s : es la altura de la fuente.

h_r : es la altura del receptor

r : es la distancia entre la fuente y el receptor.

Cuando no cumplan, es porque se ve afectado por condiciones meteorológicas

3.4.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO

I. INSERTAR DATOS A EXCEL

Se procede a tabular todos los datos de cada punto de monitoreo en una tabla de Excel.

Ilustración N° 21: Representación de inserción de datos a Excel

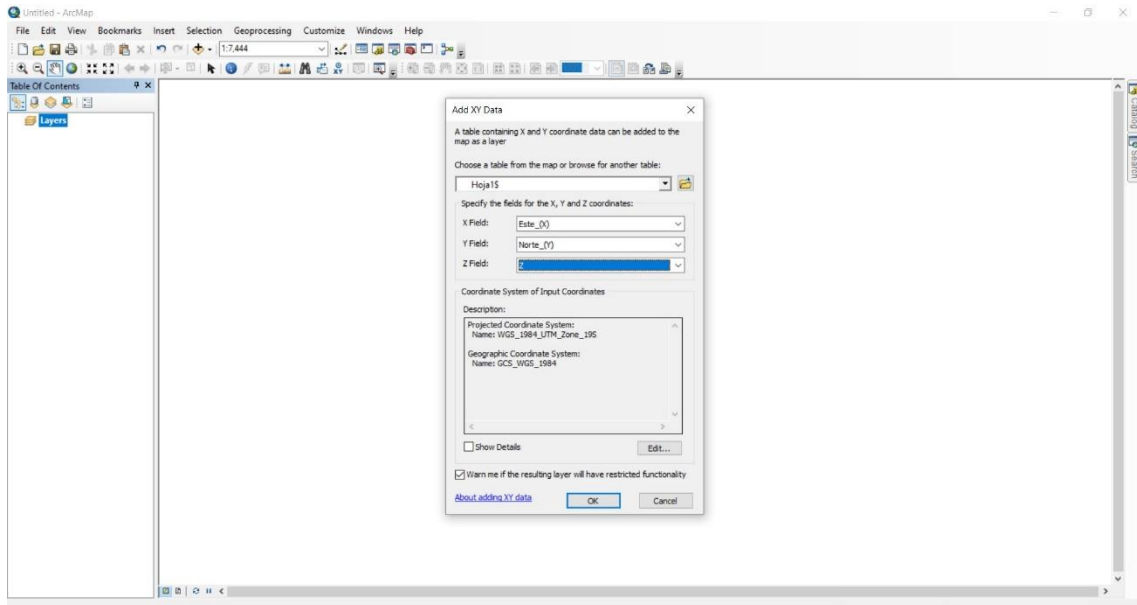
PUNTOS	Ubicación	Este_[X]	Norte_[Y]	Z	SEM_Mañ	SEM_TAR	SEM_NO	FDS_Mañ	FDS_TAR	FDS_NO
P-1	Urb. Magnopata	229153	8187051	2362	51.6	52.9	52.3	49.1	51.5	52
P-2	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)	229045	8186937	2367	57.3	52.6	43.7	53.6	48	42.8
P-3	Av. Bolognesi con Calle León Velarde	228992	8186774	2362	67.3	63.2	52	62.9	59.3	54.2
P-4	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel	228863	8186379	2353	64.5	63.9	57.9	68.8	66.2	62
P-5	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)	228798	8186175	2348	66	67.6	57.1	64	61.4	58.3
P-6	Osvaldo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)	228745	8185965	2343	70.3	73.9	66.8	66.9	68.4	69.7
P-7	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)	228637	8185984	2352	74.6	79.7	68.7	74.8	72.25	72.2
P-8	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)	228439	8186053	2357	71.6	80.1	69.6	70.2	70.4	68.8
P-9	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)	228157	8186144	2361	74.2	78.6	68	70.1	68.7	69.1
P-10	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)	228028	8186187	2362	65.9	77.5	66.5	71.7	71.6	66.8
P-11	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas	227945	8186452	2373	68.5	76	66.7	70.8	69.4	66.6
P-12	Calle Tronchadero 410	228097	8186407	2375	63.8	63.2	50.4	63.5	57.2	49.3
P-13	Calle Tronchadero con Calle Perú	228171	8186633	2383	66.8	60.7	47.6	61.3	54	48
P-14	Calle Jerusalén 304	228281	8186348	2370	64.4	62.7	61.1	60.7	56.5	57.8
P-15	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)	228363	8186558	2377	65.6	65.3	57.5	59	66.3	59.6
P-16	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac	228426	8186803	2385	66.6	63.6	58.6	62.4	59.2	57.3
P-17	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)	228618	8186872	2384	71.7	66.9	60.5	68.7	65.95	62.4
P-18	Calle León Velarde con Calle Misti	228780	8186837	2379	68.8	68.1	60.7	68.1	66.5	61.3
P-19	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel	228589	8186444	2369	67.1	64	59	65	64.5	56.8
P-20	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Comercios)	228649	8186706	2376	67	62.9	59.5	66.4	63.5	54.3
P-21	Calle Misti con Calle Arica	228629	8186222	2361	66.3	68.4	60.6	63.8	64.45	62
P-22	Calle Misti con Calle Leocadio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)	228713	8186552	2370	69.4	68.9	62.6	62.3	66.05	63.2
P-23	Calle Pampa Zevallos con Calle Francisco Mostajo	228042	8185974	2356	66.1	62.9	63	62.8	61.9	63.2

FUENTE: Elaboración Propia

II. EXPORTAR DATOS DE EXCEL A ARCMAP

Añadir XY Data desde la Hoja 1 del archivo Excel a ArcMap.

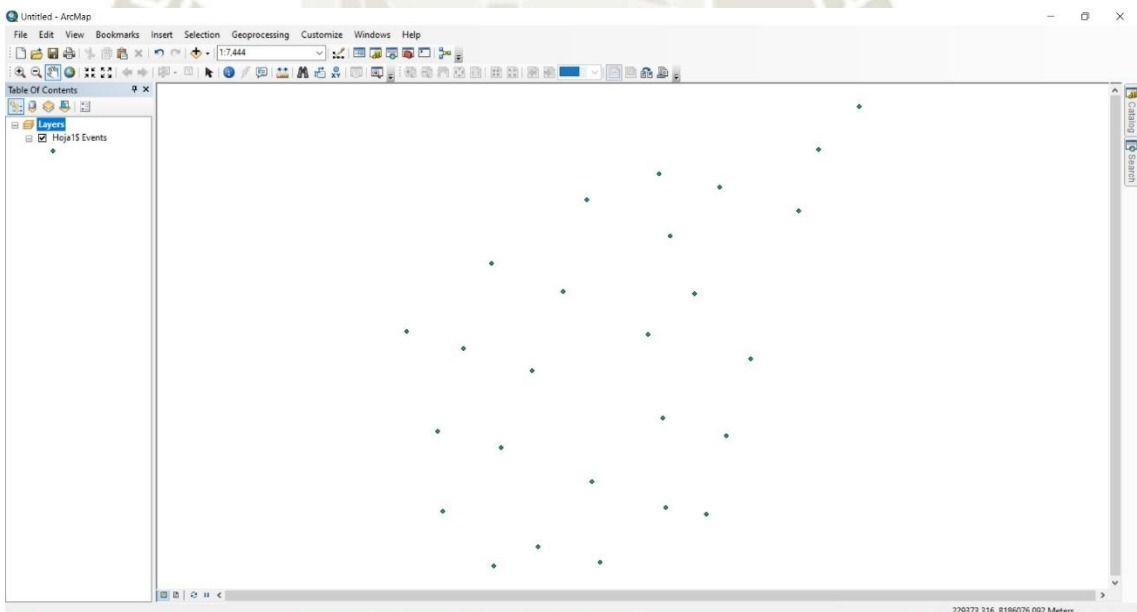
Ilustración N° 22: Representación de exportación a Arc Map



FUENTE: Elaboración Propia

- Establecer el Sistema de Coordenada WGS 1984 UTM Zone 19S.
- Se muestran los puntos sobre el mapa.

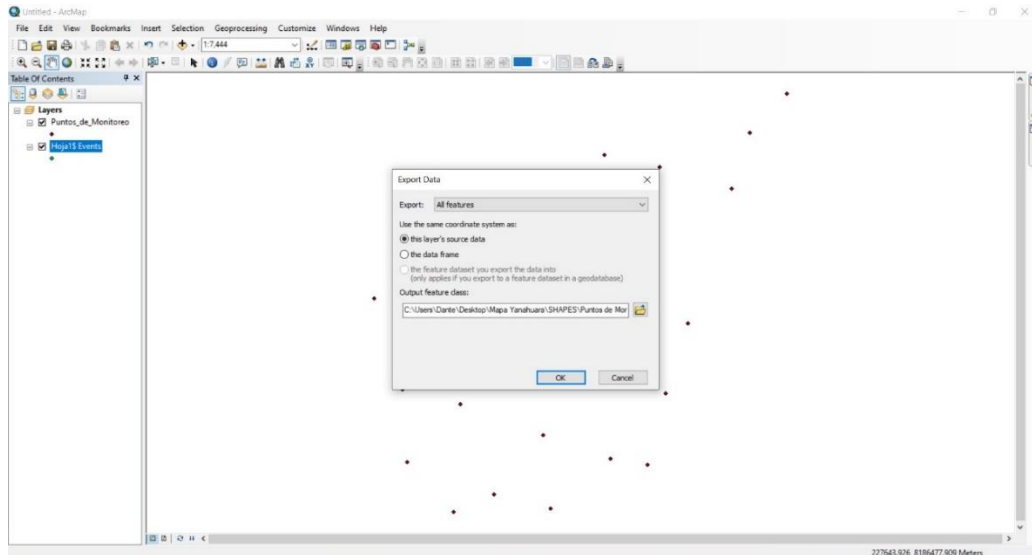
Ilustración N° 23: Representación de puntos



FUENTE: Elaboración Propia

- Se exporta la data para generar un shapefile de los puntos de monitoreo.

Ilustración N° 24: Exportación de data en shapefile

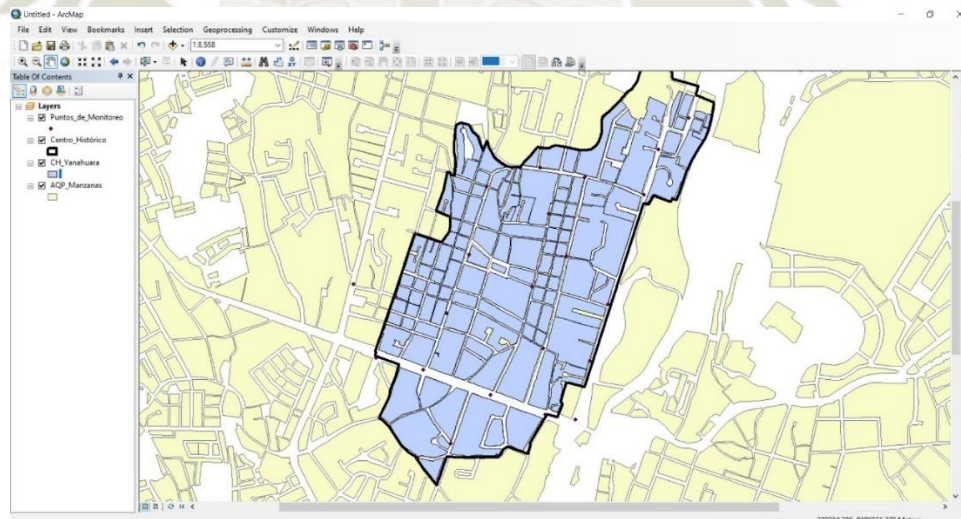


FUENTE: Elaboración Propia

III. AÑADIR OTROS SHAPEFILES

- Distrito (manzanas): Yanahuara
- Zonificación: Centro Histórico de Yanahuara.
- Mapa Base de imágenes satelitales: Google Earth I

Ilustración N° 25: Exportación de Mapas

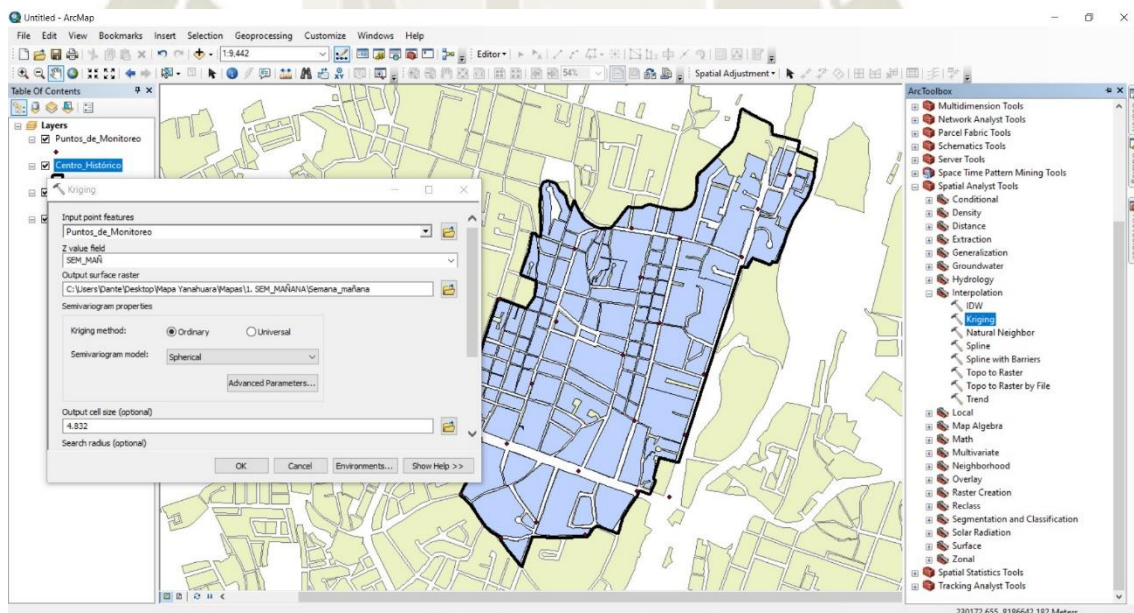


FUENTE: Elaboración Propia

IV. Generar los Mapas de Ruido:

- Para generar los mapas de ruido es necesario determinar la metodología de Interpolación de Datos Geoestadísticos para obtener una imagen raster correcta y confiable.
- Según (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo, & Rendón, 2012) El método más confiable para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos es el método de Kriging Ordinario ya que se correlaciona de mejor manera, evidenciando una alta congruencia entre los datos estadísticos de los puntos predichos y los medidos; además que la media fue la más cercana a cero (0) y la desviación estándar fue menor que en el método IDW.
- Seleccionar la herramienta: Spatial Analyst Tools – Interpolation – Kriging.

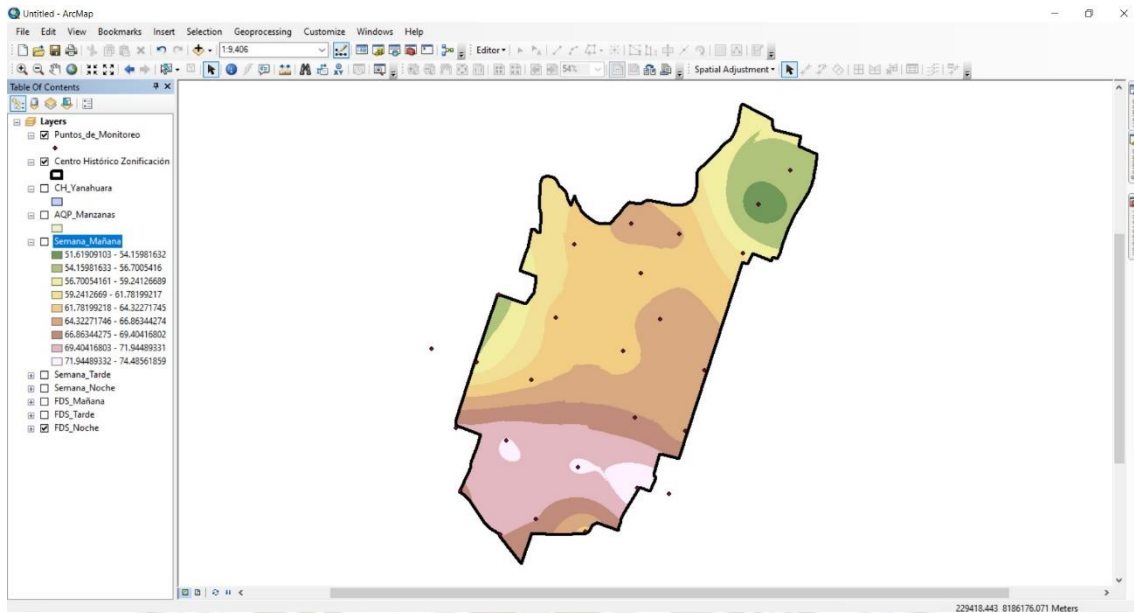
Ilustración N° 26: Generación de Mapas



FUENTE: Elaboración Propia

- Se selecciona los datos los Puntos de Monitoreo, su extensión y su máscara, para obtener un mapa de diferentes colores.

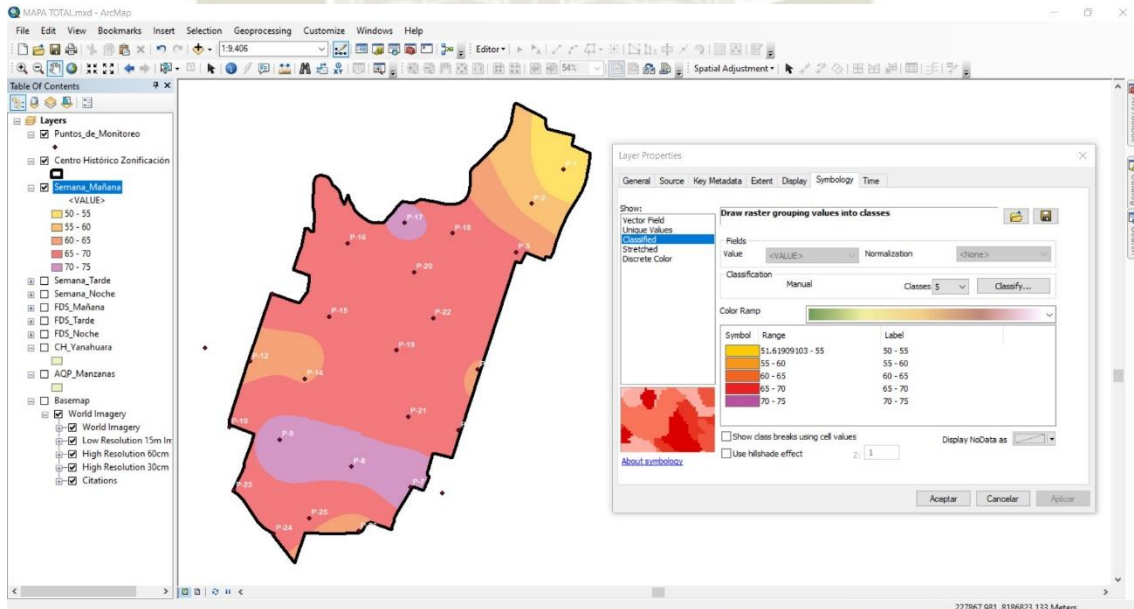
Ilustración N° 27: Selección de Puntos de Monitoreo



FUENTE: Elaboración Propia

- Se cambian las características del mapa según su simbología y sus valores; se le añade nombres y colores.

Ilustración N° 28: Simbología del Mapa



FUENTE: Elaboración Propia

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

A continuación, se presentan los resultados de la investigación obtenida en la información recogida en campo mediante las técnicas e instrumentos de estudio empleados.

El análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos presenta un orden de acuerdo a los objetivos específicos planteados como son: Medir y evaluar los niveles de ruido; Comparación de los niveles de ruido horario; Comparación de los niveles de ruido entre los 26 puntos de monitoreo; Comparación de los niveles de ruido, Identificando los puntos críticos y la obtención de mapas de ruido ,visualizando los niveles de ruido captados en la Zona de Protección Especial del Distrito de Yanahuara.

En total se realizaron 156 lecturas de 10 minutos en 7 días de monitoreo de ruido ambiental. A partir de los registros de nivel de Presión Sonora, se calcularon los Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{Aeq}) en cada punto de monitoreo.

4.1.1. RESULTADOS DE MEDICIONES DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA PARA LOS DÍAS HÁBILES POR HORARIOS

Los resultados del monitoreo de ruido ambiental se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 13: Resultados de las Mediciones de Días Hábiles

PUNTOS	UBICACIÓN	NIVELES DE RUIDO dB(A)		
		LAFeqT		
		DÍA DE SEMANA		
		MAÑANA	TARDE	NOCHE
		8:00-2:00	3:00-9:00	10:00-3:00
P-1	Urb. Magnopata	51.6	52.9	52.3
P-2	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)	57.3	52.6	43.7
P-3	Av. Bolognesi con Calle León Velarde	67.3	63.2	52
P-4	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel	64.5	63.9	57.9
P-5	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)	66	67.6	57.1
P-6	Óvalo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)	70.3	73.9	66.8
P-7	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)	74.6	79.7	68.7
P-8	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)	71.6	80.1	69.6
P-9	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)	74.2	78.6	68

P-10	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)	65.9	77.5	66.5
P-11	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas	68.5	76	66.7
P-12	Calle Tronchadero 410	63.8	63.2	50.4
P-13	Calle Tronchadero con Calle Perú	66.8	60.7	47.6
P-14	Calle Jerusalén 304	64.4	62.7	61.1
P-15	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)	65.6	65.3	57.5
P-16	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac	66.6	63.6	58.6
P-17	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)	71.7	66.9	60.5
P-18	Calle León Velarde con Calle Misti	68.8	68.1	60.7
P-19	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel	67.1	64	59
P-20	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Convenciones)	67	62.9	59.5
P-21	Calle Misti con Calle Arica	66.3	68.4	60.6
P-22	Calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)	69.4	68.9	62.6
P-23	Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo	66.1	62.9	63
P-24	Calle Antiquilla con Ronda Recoleta	66.6	65.9	57.6

P-25	Av. Emmel 202 (Esquina de la Pollería "El Pollo Real")	66.2	66.3	61
P-26	Ronda Recoleta s/n (Frente a la puerta de la GREA)	61.3	57.6	48

FUENTE: Elaboración Propia



4.1.2. RESULTADOS DE MEDICIONES DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA PARA LOS DÍAS FINES DE SEMANA POR HORARIOS

Tabla N° 14: Resultados de las Mediciones de fin de semana

PUNTOS	UBICACIÓN	NIVELES DE RUIDO dB(A)		
		LAFeqT		
		FIN DE SEMANA		
		MAÑANA	TARDE	NOCHE
		8:00-2:00	3:00-9:00	10:00-3:00
P-1	Urb. Magnopata	49.1	51.5	52
P-2	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)	53.6	48	42.8
P-3	Av. Bolognesi con Calle León Velarde	62.9	59.3	54.2
P-4	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel	68.8	66.2	62
P-5	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)	64	61.4	58.3
P-6	Óvalo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)	66.9	68.4	69.7
P-7	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)	74.8	72.25	72.2
P-8	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)	70.2	70.4	68.8
P-9	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)	70.1	68.7	69.1

P-10	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)	71.7	71.6	66.8
P-11	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas	70.8	69.4	66.6
P-12	Calle Tronchadero 410	63.5	57.2	49.3
P-13	Calle Tronchadero con Calle Perú	61.3	54	48
P-14	Calle Jerusalén 304	60.7	56.5	57.8
P-15	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)	59	66.3	59.6
P-16	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac	62.4	59.2	57.3
P-17	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)	68.7	65.95	62.4
P-18	Calle León Velarde con Calle Misti	68.1	66.5	61.3
P-19	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel	65	64.5	56.8
P-20	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Convenciones)	66.4	63.5	54.3
P-21	Calle Misti con Calle Arica	63.8	64.45	62
P-22	Calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)	62.3	66.05	63.2

P-23	Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo	62.8	61.9	63.2
P-24	Calle Antiquilla con Ronda Recoleta	64.5	67.8	65.1
P-25	Av. Emmel 202 (Esquina de la Pollería "El Pollo Real")	66.4	66.2	65.3
P-26	Ronda Recoleta s/n (Frente a la puerta de la GREA)	58.4	57.3	54.8

FUENTE: Elaboración Propia

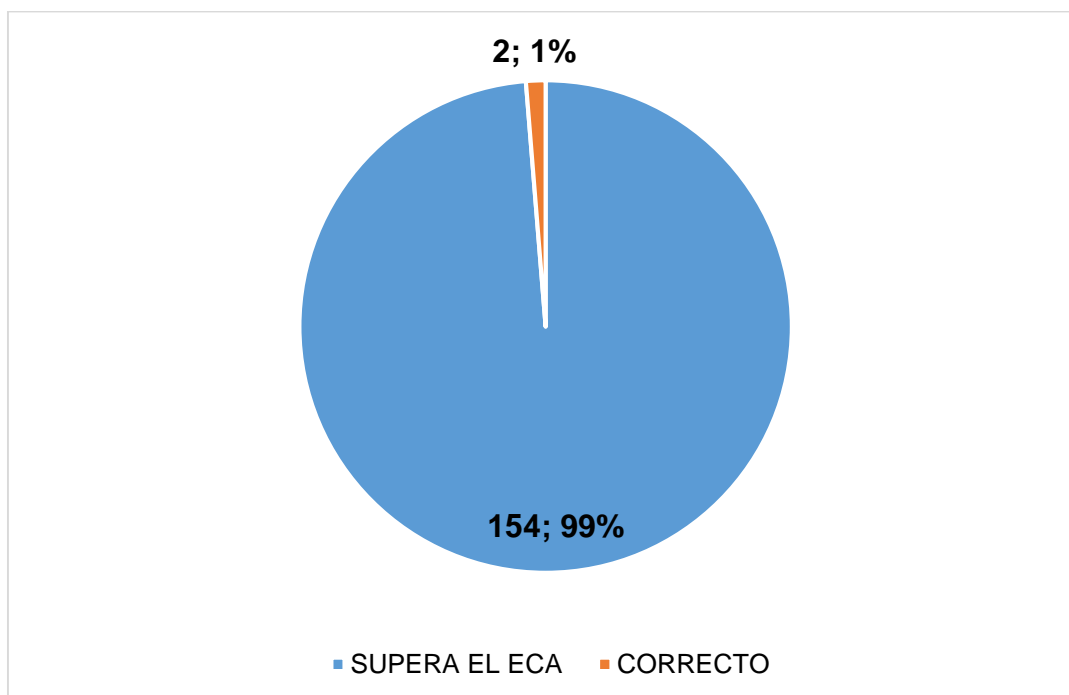
4.2. ANÁLISIS PUNTOS DE MONITOREO

De las 156 mediciones de los niveles de presión sonora LAeqT realizadas en los tres turnos (mañana, tarde y noche), durante el periodo semanal (días de semana y fin de semana), solamente el 1%, es decir, 2 mediciones, son correctas y se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

Estas mediciones se realizaron en el P-1 (Urb. Magnopata) durante el fin de semana en horario de la mañana y en el P-2 (Av. Bolognesi, cuadra 5 - frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara) durante el fin de semana en el horario de la tarde. Ambos valores se encuentran por debajo del valor permitido debido a que el ECA "Diurno" es de 50 dB.

Geográficamente ambos puntos de monitoreo son los más alejados de todo el Centro Histórico y pertenecen a una zona residencial en la que no hay tráfico vehicular y cuyos niveles de presión sonora equivalente se deben al ruido residual producido por el Río Chili y el tráfico vehicular en el Puente Chilina.

Ilustración N° 29: Análisis Puntos de Monitoreo



FUENTE: Elaboración propia

4.2.1. PERIODO: SEMANA - TURNO: MAÑANA

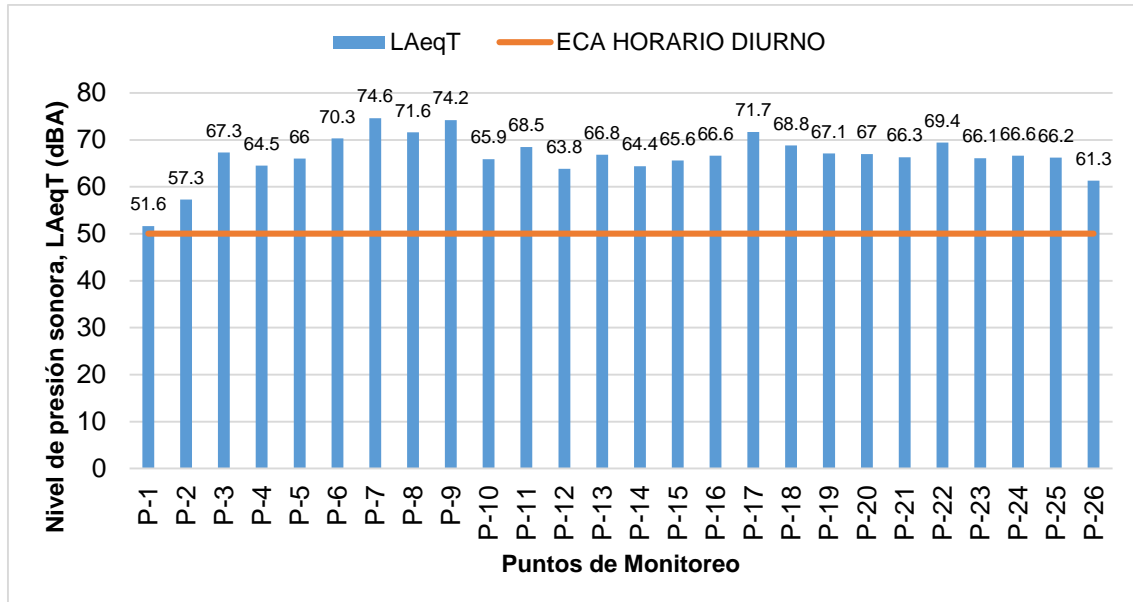
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT en el periodo de monitoreo semanal en el turno mañana variaron desde los 74.6 dB en el P-7 (Av. Ejército, cuadra 1 - frente a la Clínica Arequipa y el Edificio Nasya), hasta los 51.6 dB en el P-1 (Urb. Magnopata).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-6 (70.3 dB), P-7 (74.6 dB), P-8 (71.6 dB) y P-9 (74.2 dB), todos ellos ubicados en la Av. Ejército que es una avenida de alto tráfico vehicular. Además del P-17 (71.7 dB) que se ubica en la calle León Velarde 408 frente al Instituto SENCICO y a la Clínica Aliviari y que colindan con el colegio Antonio José de Sucre.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-1 (51.6 dB), P-2 (57.3 dB), ubicados en la parte residencial más alejada del Centro Histórico, la Urbanización Magnopata; y el P-26 (61.3 dB), ubicado en la calle Ronda Recoleta, frente a la Gerencia Regional de Educación de Arequipa.

Todos los niveles de presión sonora equivalente LAeqT medidos en los 26 puntos de monitoreo, superan el ECA para el periodo Diurno (50 dB).

Ilustración N° 30: Periodo Día de Semana- Mañana



FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. PERIODO: SEMANA - TURNO: TARDE

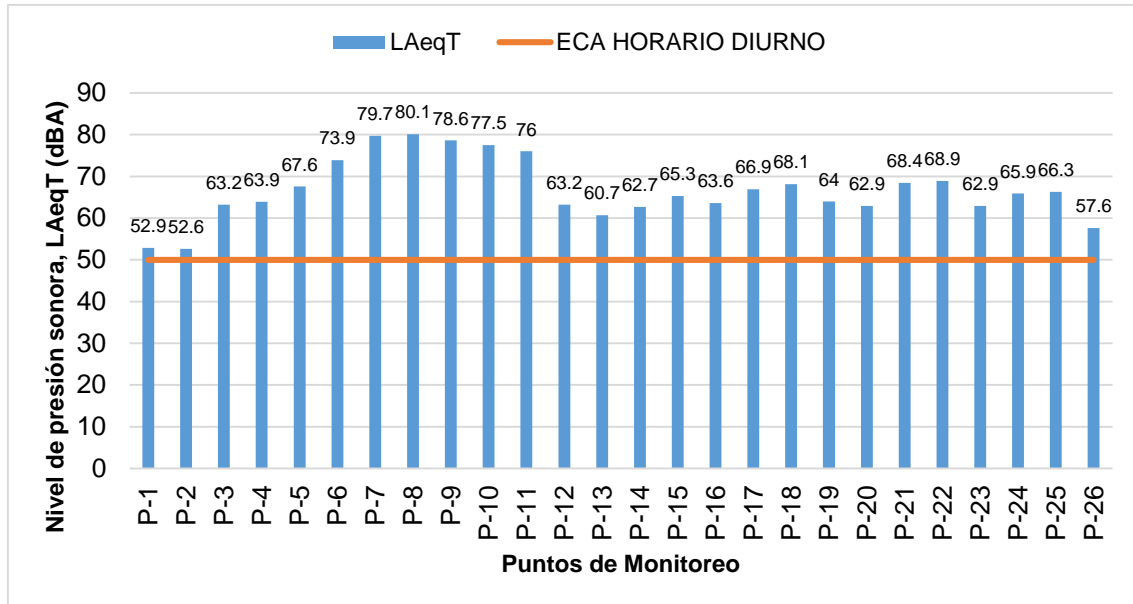
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT para el periodo de monitoreo semanal en el turno tarde oscilaron entre los 80.1 dB en el P-8 (Av. Ejército, cuadra 3 - ubicado en la berma central) y los 52.6 dB en el P-2 (Av. Bolognesi, cuadra 5 - frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-6 (73.9 dB), P-7 (79.7 dB), P-8 (80.1 dB), P-9 (78.6 dB) y P-10 (77.5 dB), los cuales están ubicados a lo largo de toda la Av. Ejército; y el P-11 (76 dB) ubicado en la Av. Cayma en la intersección con la calle Las Orquídeas.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-1 (51.6 dB), P-2 (57.3 dB), ubicados en la parte residencial más alejada del Centro Histórico, la Urbanización Magnopata; y el P-26 (61.3 dB), ubicado en la calle Ronda Recoleta, frente a la Gerencia Regional de Educación de Arequipa.

Todos los niveles de presión sonora equivalente LAeqT medidos en los 26 puntos de monitoreo, superan el ECA para el periodo Diurno (50 dB).

Ilustración N° 31: Periodo Día de Semana - Tarde



FUENTE: Elaboración propia

4.2.3. PERIODO: SEMANA - TURNO: NOCHE

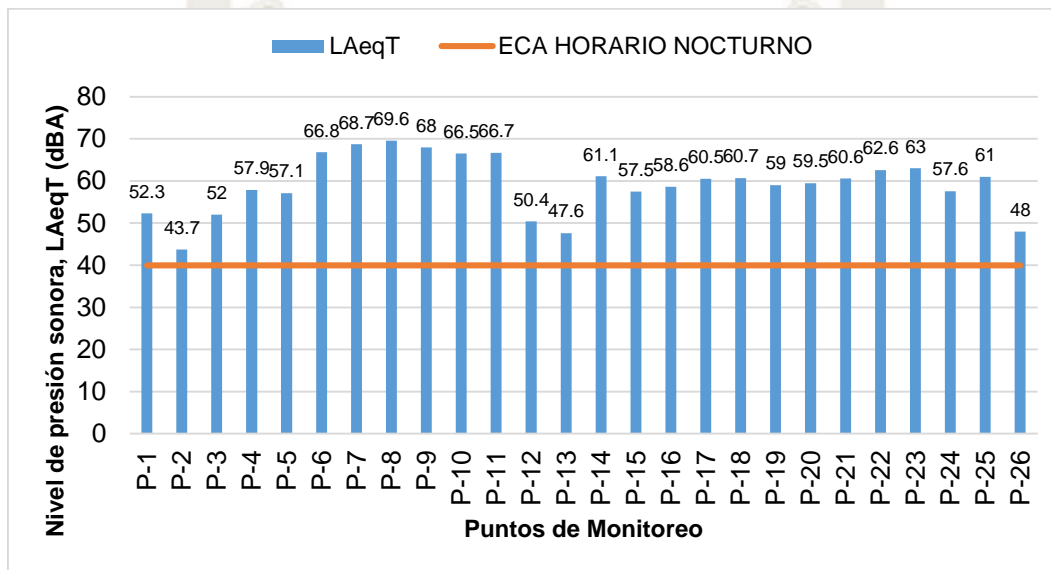
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT para el periodo de monitoreo semanal en el turno noche oscilaron entre los 69.6 dB en el P-8 (Av. Ejército, cuadra 3 - ubicado en la berma central) y los 43.7 dB en el P-2 (Av. Bolognesi, cuadra 5 - frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-6 (66.8 dB), P-7 (68.7 dB), P-8 (69.6 dB), P-9 (68 dB) y P-10 (66.5 dB), los cuales están ubicados a lo largo de toda la Av. Ejército; y el P-11 (66.7 dB) ubicado en la Av. Cayma en la intersección con la calle Las Orquídeas.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-2 (43.7 dB) ubicado en la Urbanización Magnopata; P-13 (47.6 dB) ubicado en la calle Tronchadero con la calle Perú y el P-26 (48 dB) ubicado en la calle Ronda Recoleta, frente a la Gerencia Regional de Educación de Arequipa.

Cabe resaltar que el comportamiento de los datos medidos es repetitivo tanto en el horario de la tarde como de la noche, siendo los mismos puntos clave los que tienen mayor y menor nivel de presión sonora. Todos los niveles de presión sonora equivalente LAeqT medidos en los 26 puntos de monitoreo, superan el ECA para el periodo Nocturno (40 dB).

Ilustración N° 32: Periodo Día de Semana - Noche



FUENTE: Elaboración propia

4.2.4. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: MAÑANA

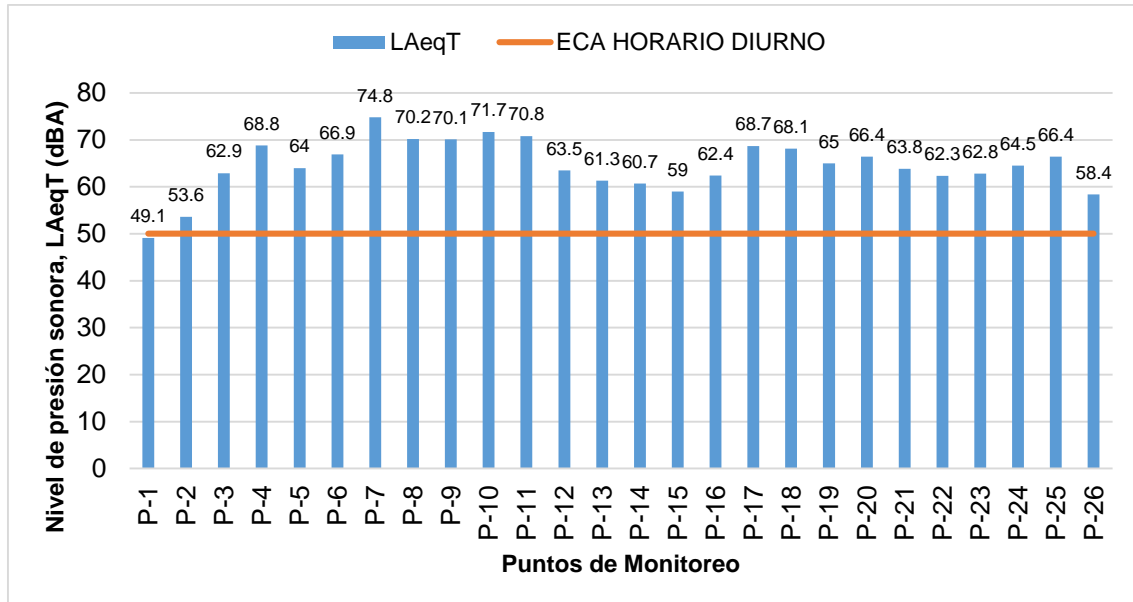
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT en el periodo de monitoreo del fin de semana en el turno mañana fluctuaron entre los 74.8 dB en el P-7 (Av. Ejército, cuadra 1 - frente a la Clínica Arequipa y el Edificio Nasya), y los 49.1 dB en el P-1 (Urb. Magnopata).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-7 (74.8 dB), P-8 (70.2 dB), P-9 (70.1 dB) y P-10 (71.7 dB), todos ellos ubicados en la Av. Ejército que es una avenida de alto tráfico vehicular; y el P-11 (76 dB) ubicado en la Av. Cayma en la intersección con la calle Las Orquídeas.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-1 (49.1 dB) y el P-2 (53.6 dB), ubicados en la Urbanización Magnopata.

El nivel de presión sonora equivalente medido en el P-1 (49.1 dB) es el único que cumple con el ECA para el periodo Diurno (50 dB).

Ilustración N° 33: Periodo Fines de Semana - Mañana



FUENTE: Elaboración propia

4.2.5. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: TARDE

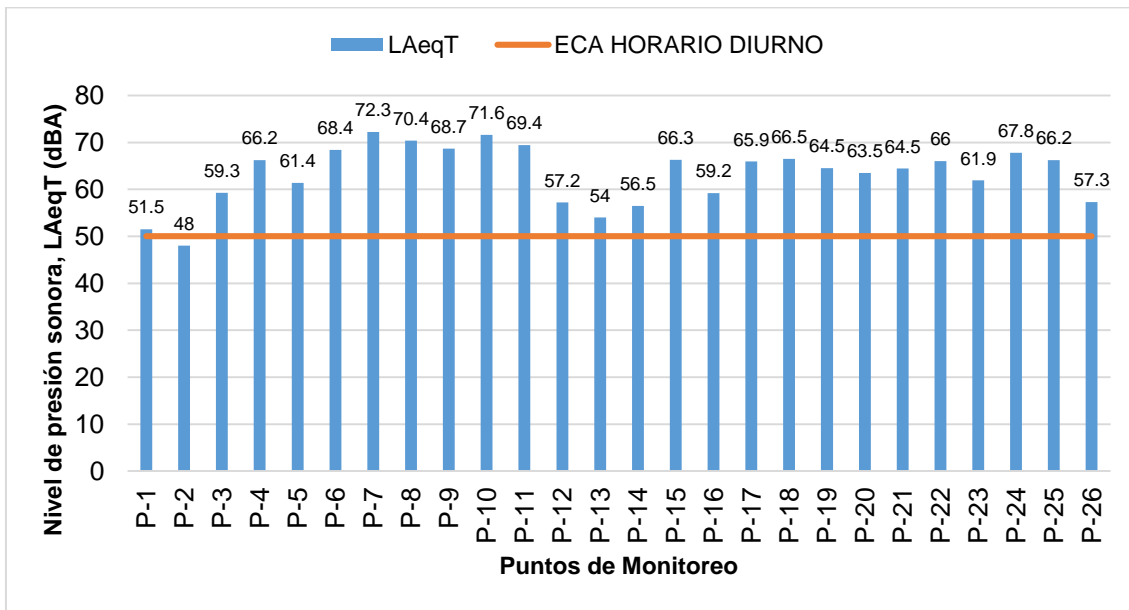
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT para el periodo de monitoreo del fin de semana en el turno tarde variaron entre los 72.3 dB en el P-7 (Av. Ejército, cuadra 1 - frente a la Clínica Arequipa y el Edificio Nasya) y los 48 dB en el P-2 (Av. Bolognesi, cuadra 5 - frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-7 (72.3 dB), P-8 (70.4 dB) y P-10 (71.6 dB), los cuales están ubicados en la Av. Ejército.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-1 (51.5 dB), P-2 (48 dB), ubicados en la Urbanización Magnopata; y el P-13 (47.6 dB) ubicado en la calle Tronchadero con la calle Perú.

El nivel de presión sonora equivalente medido en el P-2 (48 dB) es el único que cumple con el ECA para el periodo Diurno (50 dB).

Ilustración N° 34: Periodo Fines de Semana - Tarde



FUENTE: Elaboración propia

4.2.6. PERIODO: FIN DE SEMANA - TURNO: NOCHE

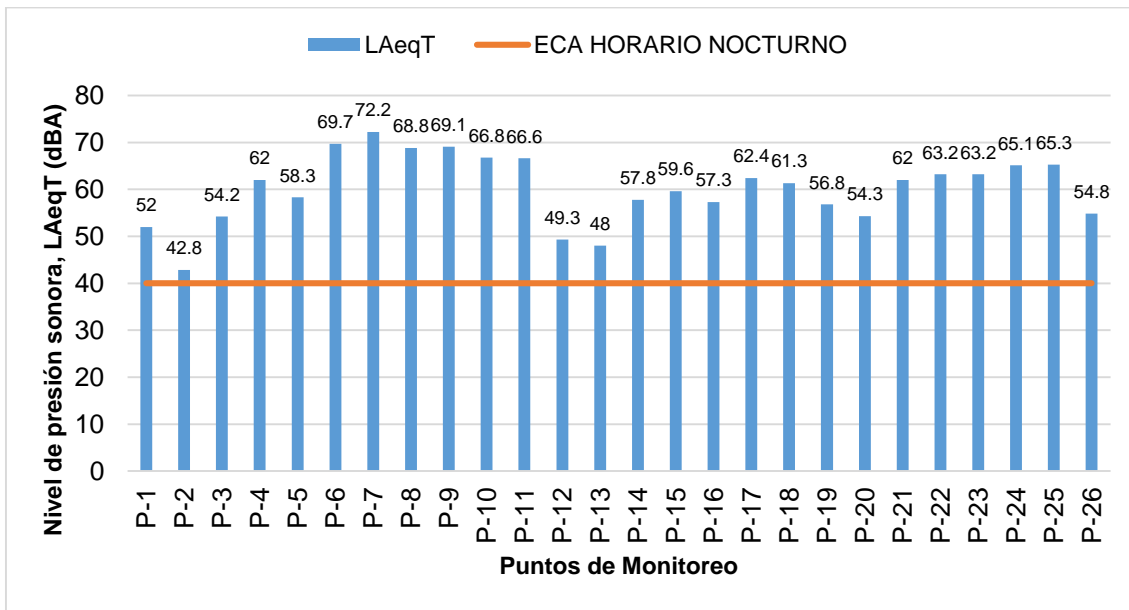
Los niveles de presión sonora equivalente LAeqT para el periodo de monitoreo semanal en el turno noche fluctuaron entre los 72.2 dB en el P-7 (Av. Ejército, cuadra 1 - frente a la Clínica Arequipa y el Edificio Nasya) y los 42.8 dB en el P-2 (Av. Bolognesi, cuadra 5 - frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara).

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más altos son: P-6 (66.8 dB), P-7 (68.7 dB), P-8 (69.6 dB) y P-9 (68 dB), los cuales están ubicados en la Av. Ejército.

Los puntos de monitoreo que registraron los valores más bajos son: P-2 (42.8 dB) ubicado en la Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara); P-12 (49.3 dB) y el P-13 (48 dB), ambos ubicados en la calle Tronchadero, en las intersecciones con las calles Las Orquídeas y Perú, respectivamente.

Ningún nivel de presión sonora equivalente LAeqT medidos en los 26 puntos de monitoreo cumplen con el ECA para el periodo Nocturno (40 dB).

Ilustración N° 35: Periodo Fin de Semana - Tarde

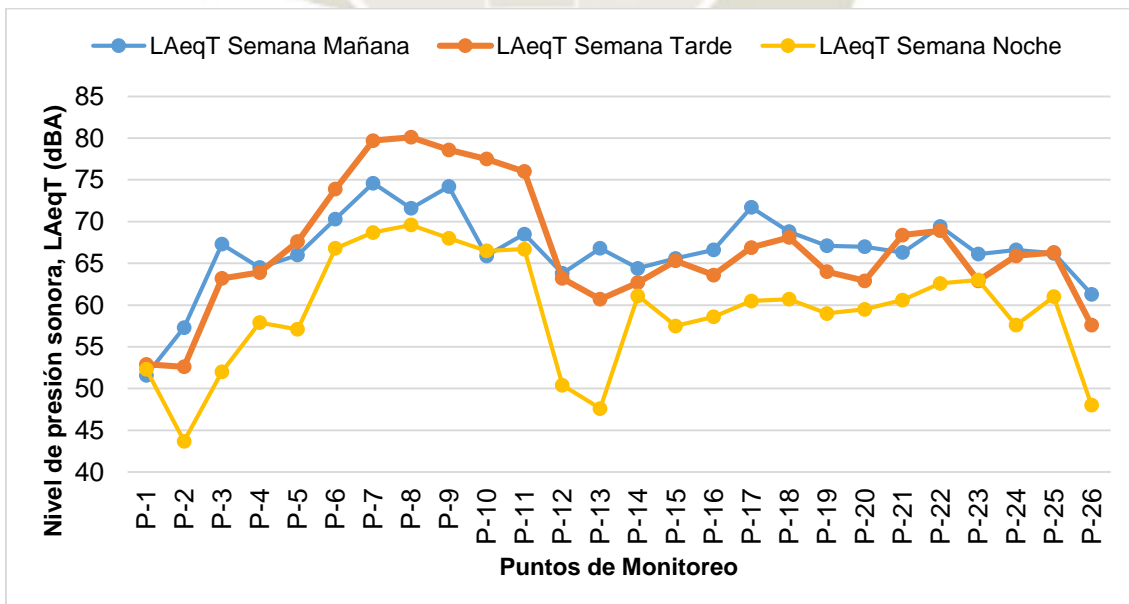


FUENTE: Elaboración propia

4.3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA FLUCTUACIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE LAEQT EN LOS TRES PERIODOS DE MONITOREO

4.3.1. PERIODO: DIA SEMANA

Ilustración N° 36: Análisis del Comportamiento de la Fluctuación – Día Mañana



FUENTE: Elaboración propia

La comparación del comportamiento de los niveles de presión sonora equivalente LAeqT en los tres turnos: mañana, tarde y noche nos indica que:

Los niveles de presión sonora equivalente generados en la mañana son ligeramente mayor a los niveles de presión sonora generado por la tarde con un promedio de 1.8 dB más (2.79%); con excepción en los puntos: P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, ubicados a lo largo de la Av. Ejército; y el P-11, ubicado en la Av. Cayma; ya que en éstos se puede visualizar un aumento significativo del nivel de presión sonora en el turno tarde, de hasta en 11.6 dB (P-10), es decir, el 17.60% de incremento.

Tabla N° 15: Niveles de Presión Sonoro Equivalente – Periodo

PUNTOS	Mañana LAeqT (dBA)	Tarde LaeqT (dBA)	VARIACION (dBA)	Δ %
P-6	70.3	73.9	3.6	5.12%
P-7	74.6	79.7	5.1	6.84%
P-8	71.6	80.1	8.5	11.87%
P-9	74.2	78.6	4.4	5.93%
P-10	65.9	77.5	11.6	17.60%
P-11	68.5	76	7.5	10.95%

FUENTE: Elaboración propia

Los niveles de presión sonora equivalente generados en la noche son muy inferiores con respecto a los niveles de presión sonora generado por la mañana y por la tarde, llegando inclusive a niveles de 43.7 Db (P-2), 50.4 Db (P-12), 47.6 Db (P-13) 48 Db (P-26), sin embargo, éstos niveles de presión sonora no cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental de Ruido para el horario Nocturno por ser mayores de 40 Db, por lo que se puede inferir que hay contaminación sonora en todo el Centro Histórico del distrito de Yanahuara en el horario nocturno.

Los puntos en los que se mantienen o varían muy ligeramente (± 1 Db) los valores de presión sonora equivalente durante dos o más periodos de tiempo (mañana, tarde y noche) son:

Tabla N° 16: Variación de Niveles de Presión Sonora – Día de Semana

PUNTOS	Mañana LaeqT (dBA)	Tarde LaeqT (dBA)	Noche LaeqT (dBA)	Δ T-M (dBA)	Δ N-T (dBA)	Δ M-N (dBA)
P-1	51.6	52.9	52.3	1.3	-0.6	-0.7
P-4	64.5	63.9	57.9	-0.6	-6	6.6
P-10	65.9	77.5	66.5	11.6	-11	-0.6
P-12	63.8	63.2	50.4	-0.6	-12.8	13.4
P-15	65.6	65.3	57.5	-0.3	-7.8	8.1
P-18	68.8	68.1	60.7	-0.7	-7.4	8.1
P-22	69.4	68.9	62.6	-0.5	-6.3	6.8
P-23	66.1	62.9	63	-3.2	0.1	3.1
P-24	66.6	65.9	57.6	-0.7	-8.3	9
P-25	66.2	66.3	61	0.1	-5.3	5.2

FUENTE: Elaboración propia

- **P-1 (Urb. Magnopata):**

Los valores de los tres periodos de monitoreo no varían significativamente (1.3 dB como máximo) ya que la Urbanización Magnopata pertenece a una zona residencial en la que no hay tráfico vehicular y son pocos los vehículos que transitan por dicho lugar, además, sus vías de acceso no son asfaltadas, sino afirmadas y bastante accidentadas, lo cual hace que los vehículos disminuyan su velocidad al transitar. Dentro de la urbanización se encuentran los restaurantes Los Rosales y Sillustani, pero su actividad no genera un gran impacto sonoro al ambiente, aunque habría que monitorearlos en caso su actividad se incremente.

Los niveles de presión sonora son constantes ya que el punto de monitoreo se encuentra cerca al Río Chili (85 metros) y al puente Chilina (65 metros); y que, pese a que éste se encuentra a un nivel mucho más elevado, el tráfico vehicular genera un impacto sonoro constante que lo lleva a un promedio de 52 dB.

- **P-4 (Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel):**

Los valores obtenidos en el periodo de monitoreo mañana y tarde presenta una variación de 0.6 dB, esto debido a que hay un flujo vehicular constante en ambos turnos ya que es la primera intersección de la Av. Bolognesi, es la vía de ingreso hacia el Club

Internacional Arequipa y ésta no tiene semáforos ni rompemuelles. Pese a la cercanía con el Club antes mencionado, no es muy significativo su impacto sonoro al estar en un menor nivel de altura.

- **P-10 (Av. Ejército, cuadra 8 - frente al Mall Plaza y BBVA):**

El comportamiento de los valores de presión sonora en este punto es muy fluctuante por estar ubicado en una avenida principal del distrito como es la Avenida Ejército, que presenta un gran tráfico vehicular; y gracias a las características de las actividades que se desarrollan en su entorno, ya que se encuentra próximo al Mall Plaza y al Banco BBVA; además del gran tránsito de personas por cruzar dicha intersección.

- **P-12 (Calle Tronchadero 410), P-15 (Calle Jerusalén, cuadra 5 - Plaza de Yanahuara), P-18 (Calle León Velarde con Calle Misti) y P-22 (Calle Misti con Calle Leoncio Prado - Frente al Restaurant La Nueva Palomino):**

Éstos 4 puntos de monitoreo presentan condiciones similares, por lo que los valores de presión sonora equivalente obtenidos tanto en la mañana como en la tarde no varían significativamente. Están ubicados en calles importantes que tienen un flujo vehicular constante en ambos turnos y que llegan a conectar con otras calles del distrito.

- **P-23 (Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo):**

Los valores medidos del nivel de presión sonora en el periodo tarde y noche son equivalentes debido a que el flujo vehicular es constante en ambos periodos gracias a la gran cantidad de comercios y empresas de servicios de peluquería que hay en la calle Pampita Zevallos (unidireccional) y que conecta con la calle Antiquilla.

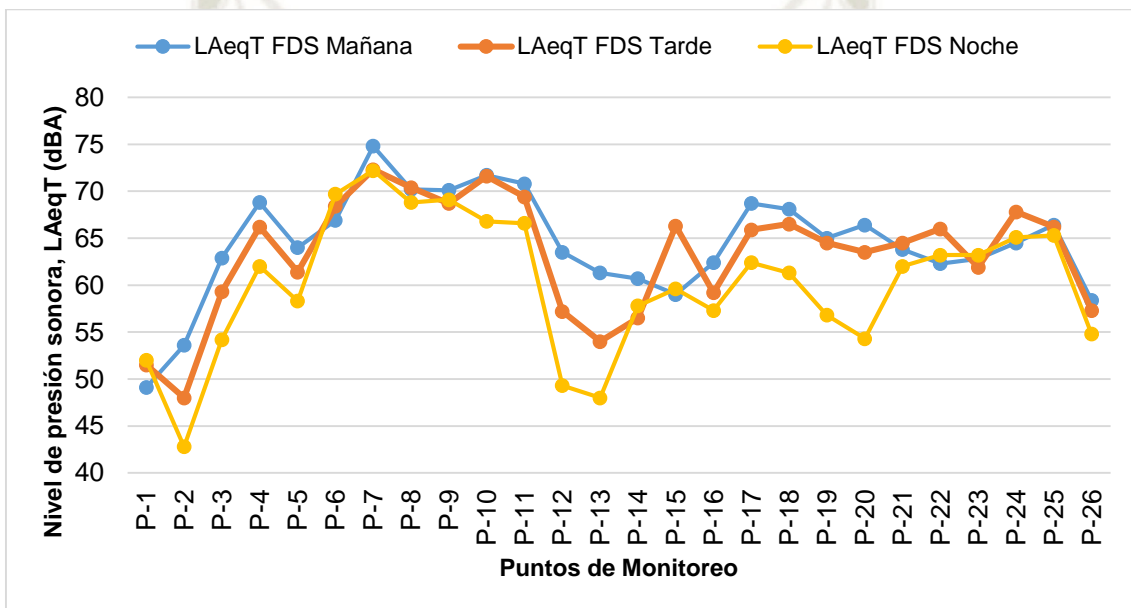
- **P-24 (Calle Antiquilla con Ronda Recoleta) y P-25 (Av. Emmel 202 - Esquina de la Pollería "El Pollo Real"):**

Las características de ambos puntos de monitoreo son similares si analizamos su comportamiento horario y que pese a que están ubicados en vías diferentes (El P-24 se ubica en una calle

unidireccional con salida hacia una intersección con la Av. Emmel; y el P-25 se ubica dicha avenida que tiene doble sentido y que conecta con la Av. Ejército); el flujo vehicular es constante en ambos periodos puesto que no tienen una gran afectación del impacto sonoro que generan las actividades comerciales que se desarrollan en su entorno.

4.3.2. PERIODO: FIN DE SEMANA

Ilustración N° 37: Análisis del Comportamiento de la Fluctuación – Fin de Semana



FUENTE: Elaboración propia

La comparación del comportamiento de los niveles de presión sonora equivalente LAeqT monitoreados durante el fin de semana en los tres turnos: mañana, tarde y noche nos indica que:

Los niveles de presión sonora equivalente generados en la mañana son mayores a los niveles de presión sonora generado por la tarde y por la noche, con un promedio de 1.2 dB más (1.87%); con excepción en los puntos: P-15 ubicado en la Plaza de Yanahuara; P-22 ubicado en la calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino); y P-24 ubicado en la calle Antiquilla con Ronda Recoleta;

El P-15 es el que presenta una mayor variación de nivel de presión sonora equivalente con 7.3 dB lo que equivale a un 12.37% de incremento.

Tabla N° 17: Variación de Niveles de Presión Sonora – Fin de Semana

PUNTOS	Mañana LAeqT (dBA)	Tarde LAeqT (dBA)	VARIACION (dBA)	Δ %
P-15	59	66.3	7.3	12.37%

FUENTE: Elaboración propia

Los puntos en los que se mantienen o varían muy ligeramente (± 1 Db) los valores de presión sonora equivalente durante dos o más periodos de tiempo (mañana, tarde y noche) son:

Tabla N° 18: Variación de Niveles de Presión Sonora – Fin de Semana

PUNTOS	Mañana LAeqT (dBA)	Tarde LAeqT (dBA)	Noche LAeqT (dBA)	Δ T-M (dBA)	Δ N-T (dBA)	Δ M-N (dBA)
P-1	49.1	51.5	52	2.4	0.5	-2.9
P-7	74.8	72.3	72.2	-2.5	-0.1	2.6
P-8	70.2	70.4	68.8	0.2	-1.6	1.4
P-9	70.1	68.7	69.1	-1.4	0.4	1
P-10	71.7	71.6	66.8	-0.1	-4.8	4.9
P-15	59	66.3	59.6	7.3	-6.7	-0.6
P-19	65	64.5	56.8	-0.5	-7.7	8.2
P-21	63.8	64.5	62	0.7	-2.5	1.8
P-22	62.3	66	63.2	3.7	-2.8	-0.9
P-23	62.8	61.9	63.2	-0.9	1.3	-0.4
P-24	64.5	67.8	65.1	3.3	-2.7	-0.6
P-25	66.4	66.2	65.3	-0.2	-0.9	1.1

FUENTE: Elaboración propia

- **P-1 (Urb. Magnopata):**

Los valores de los periodos de monitoreo de la tarde y de la noche varían en 0.5 dB ya que al ser una zona residencial y ser fin de semana no hay mucho movimiento. En cuanto a la actividad de los restaurantes Los Rosales y Sillustani, no es significativa para considerarla de gravedad ya que por 2 dB (tarde) no se encuentra dentro de los ECAs de Ruido.

Los niveles de presión sonora son mantienen un comportamiento constante tanto durante la semana y el fin de semana, producto del ruido residual del Río Chili y el del tráfico vehicular del puente Chilina.

- **P-4 (Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel):**

Los valores obtenidos en el periodo de monitoreo mañana y tarde presenta una variación de 0.6 dB, esto debido a que hay un flujo vehicular constante en ambos turnos ya que es la primera intersección de la Av. Bolognesi, es la vía de ingreso hacia el Club Internacional Arequipa y ésta no tiene semáforos ni rompemuelleres. Pese a la cercanía con el Club antes mencionado, no es muy significativo su impacto sonoro al estar en un menor nivel de altura.

- **P-10 (Av. Ejército, cuadra 8 - frente al Mall Plaza y BBVA):**

El comportamiento de los valores de presión sonora en este punto es muy fluctuante por estar ubicado en una avenida principal del distrito como es la Avenida Ejército, que presenta un gran tráfico vehicular; y gracias a las características de las actividades que se desarrollan en su entorno, ya que se encuentra próximo al Mall Plaza y al Banco BBVA; además del gran tránsito de personas por cruzar dicha intersección.

- **P-12 (Calle Tronchadero 410), P-15 (Calle Jerusalén, cuadra 5 - Plaza de Yanahuara), P-18 (Calle León Velarde con Calle Misti) y P-22 (Calle Misti con Calle Leoncio Prado - Frente al Restaurant La Nueva Palomino):**

Éstos 4 puntos de monitoreo presentan condiciones similares, por lo que los valores de presión sonora equivalente obtenidos tanto

en la mañana como en la tarde no varían significativamente. Están ubicados en calles importantes que tienen un flujo vehicular constante en ambos turnos y que llegan a conectar con otras calles del distrito.

- **P-23 (Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo):**

Los valores medidos del nivel de presión sonora en el periodo tarde y noche son equivalentes debido a que el flujo vehicular es constante en ambos periodos gracias a la gran cantidad de comercios y empresas de servicios de peluquería que hay en la calle Pampita Zevallos (unidireccional) y que conecta con la calle Antiquilla.

- **P-24 (Calle Antiquilla con Ronda Recoleta) y P-25 (Av. Emmel 202 - Esquina de la Pollería "El Pollo Real"):**

Las características de ambos puntos de monitoreo son similares si analizamos su comportamiento horario y que pese a que están ubicados en vías diferentes (El P-24 se ubica en una calle unidireccional con salida hacia una intersección con la Av. Emmel; y el P-25 se ubica dicha avenida que tiene doble sentido y que conecta con la Av. Ejército); el flujo vehicular es constante en ambos periodos puesto que no tienen una gran afectación del impacto sonoro que generan las actividades comerciales que se desarrollan en su entorno.

Asimismo, si bien los niveles de presión sonora registrados en las estaciones ubicadas en la zona residencial son menores que en el resto de estaciones de monitoreo, los niveles de presión sonora aún son muy altos de acuerdo a la zonificación que le corresponde como zona residencial, esto se debe a que el tránsito vehicular por las vías secundarias que articulan la zona residencial sigue siendo significativo.

4.4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El monitoreo de las condiciones meteorológicas se realizó los días en los cuales se desarrolló el monitoreo de ruido ambiental en el área de estudio. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados promedios de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad, presión, precipitación y dirección del viento.

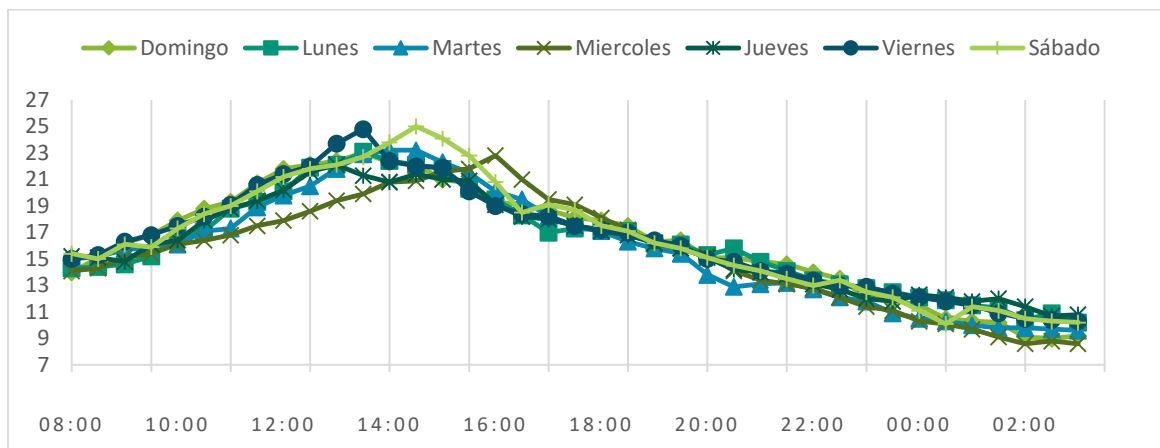
Tabla N° 19: Resultados del monitoreo del ruido ambiental

Parámetro	OCTUBRE							PROMEDIO
	21	22	23	24	25	26	27	
Temperatura ambiental (°C)	22.7	23.2	20.2	22.2	23.8	24.8	25	23.12
Humedad Relativa (%)	31.4	41.1	38.3	43.2	45.1	36.9	31.4	38.2
Velocidad de viento (m/s)	1.8	1.7	1.8	1.65	1.8	1.7	1.71	1.73
Presión atmosférica (mb)	770.6	770.2	770.4	770.1	770.2	770.4	770.3	770.3
Precipitación (mm/día) TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La temperatura ambiental promedio durante el monitoreo de ruido ambiental fue de 23.12 °C. Las temperaturas máximas registradas en el periodo 01:00 a 3:00 p.m. Las temperaturas mínimas se registraron en las primeras horas del monitoreo ambiental en el periodo nocturno de 01:00 a 2:30 a.m, disminuyendo al pasar el tiempo, pero aumentando en el transcurso del día.

Tabla N° 20: Variación de la Temperatura ambiental (°C)



4.5. MAPAS DE RUIDO

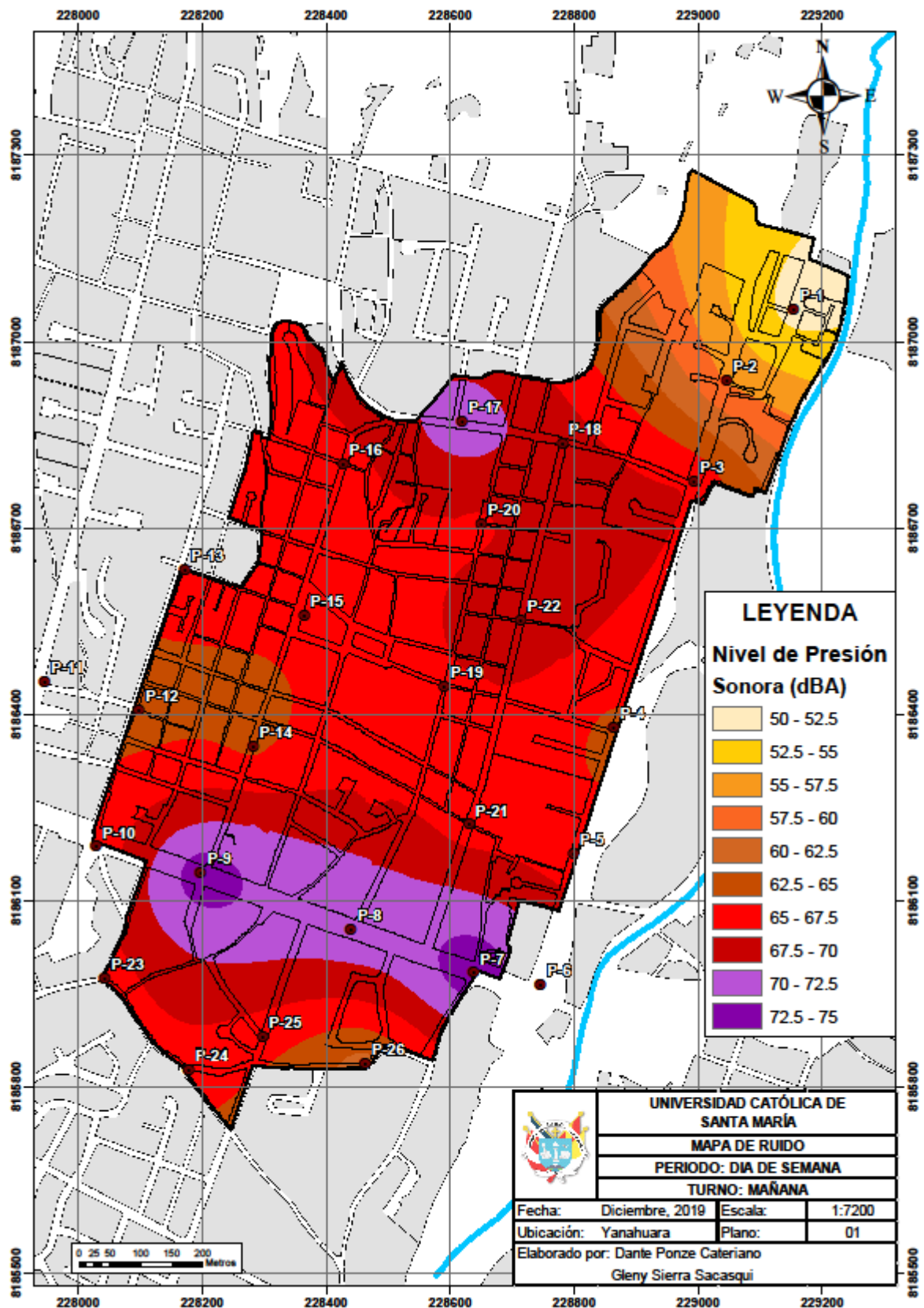
Los mayores niveles de presión sonora continua equivalente LAeqT fueron registrados en la Avenida Ejército y en la calle León Velarde, más específicamente frente al instituto SENCICO en todos los periodos de monitoreo evaluados como se muestran en las zonas que están con color rojo y lila en los mapas de ruido ambiental.

Los altos niveles de ruido ambiental registrados en la Avenida Ejército se deben a sus características como vía: presenta un gran tráfico vehicular a cualquier hora del día, con una carga de vehículos livianos, particulares, de transporte público y vehículos pesados, ya que ésta vía es una de las pocas que conecta la parte occidental con la parte oriental de Arequipa a través del Puente Grau, tiene doble sentido y dos carriles; y muchas intersecciones que hace que el tráfico no sea fluido y se detenga constantemente.

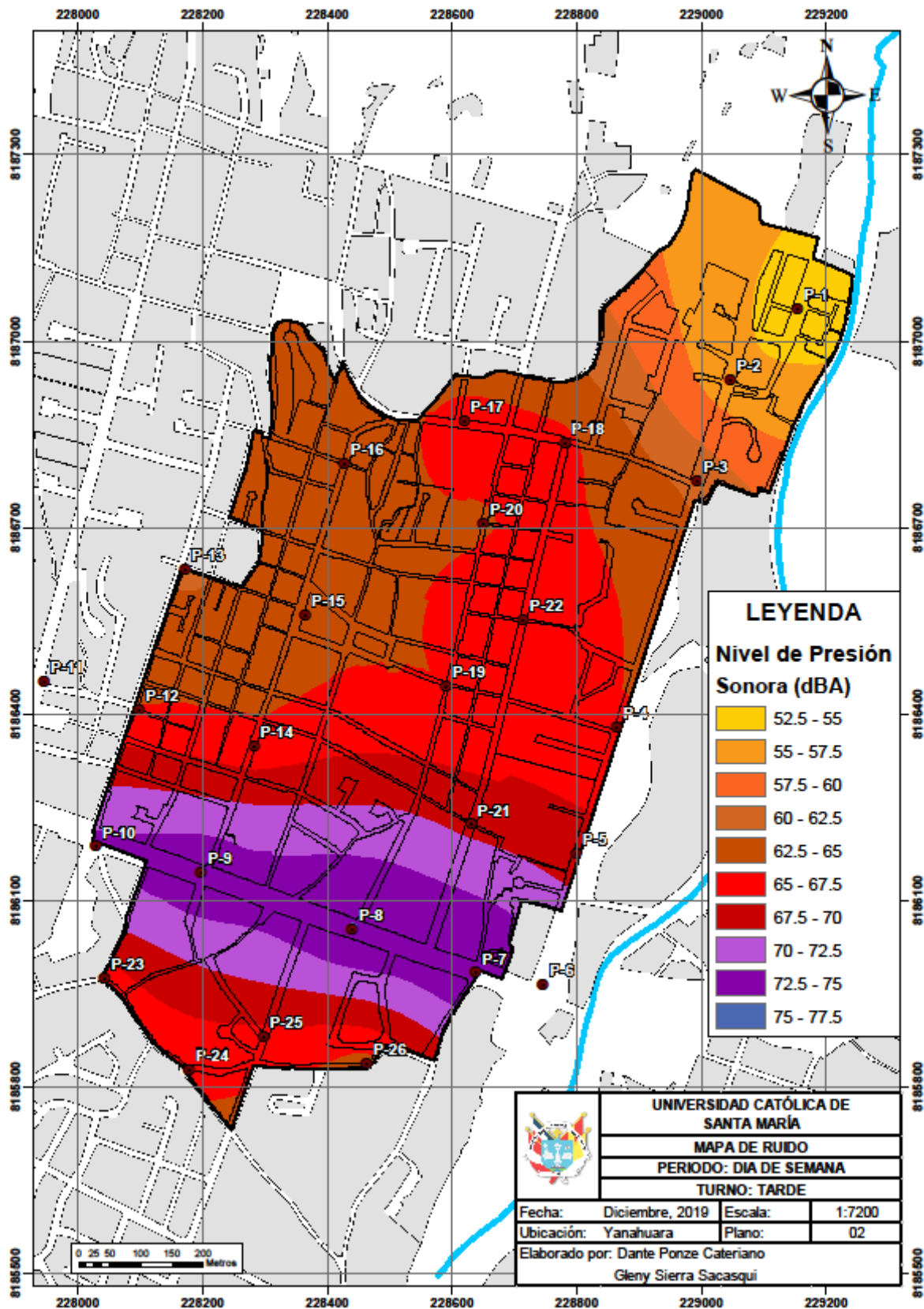
Los mapas de ruido muestran que el nivel de presión sonora equivalente es constante a lo largo de toda la Avenida Ejército, superando los valores de 70 dB y superando los ECAs a nivel diurno y nocturno por más de 20 dB, pese a que ésta es una zona completamente comercial.

Otro de los puntos evaluados se ubica en la calle León Velarde 408 frente al Instituto SENCICO y a la Clínica Aliviari y que colindan con el colegio Antonio José de Sucre. Debido a la gran carga de personas que reciben estos centros educativos y de salud es que se produce un gran tráfico vehicular, sobre todo en los horarios de mañana y de tarde (a la hora de ingreso y de salida de los estudiantes).

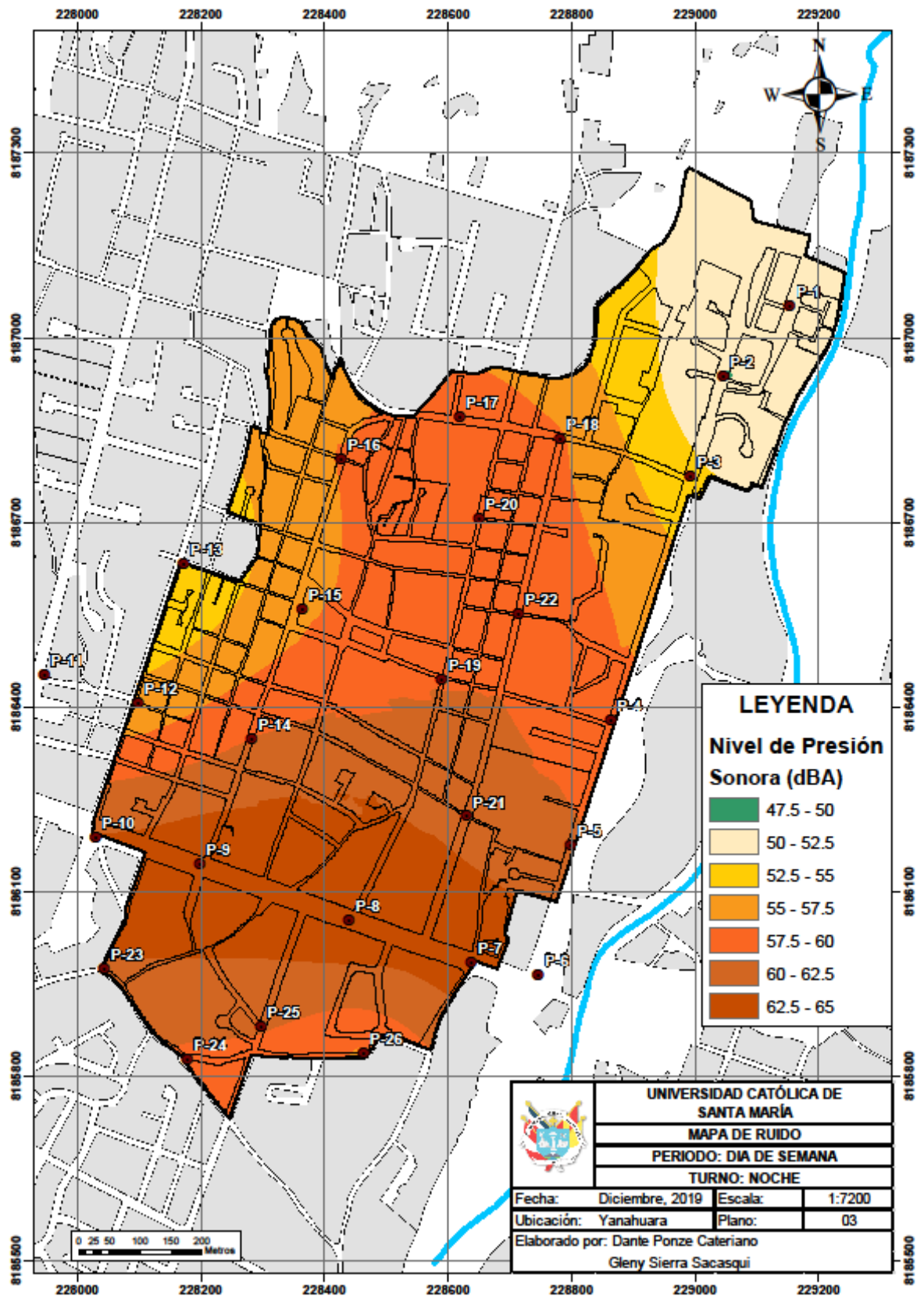
4.5.1. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO MAÑANA



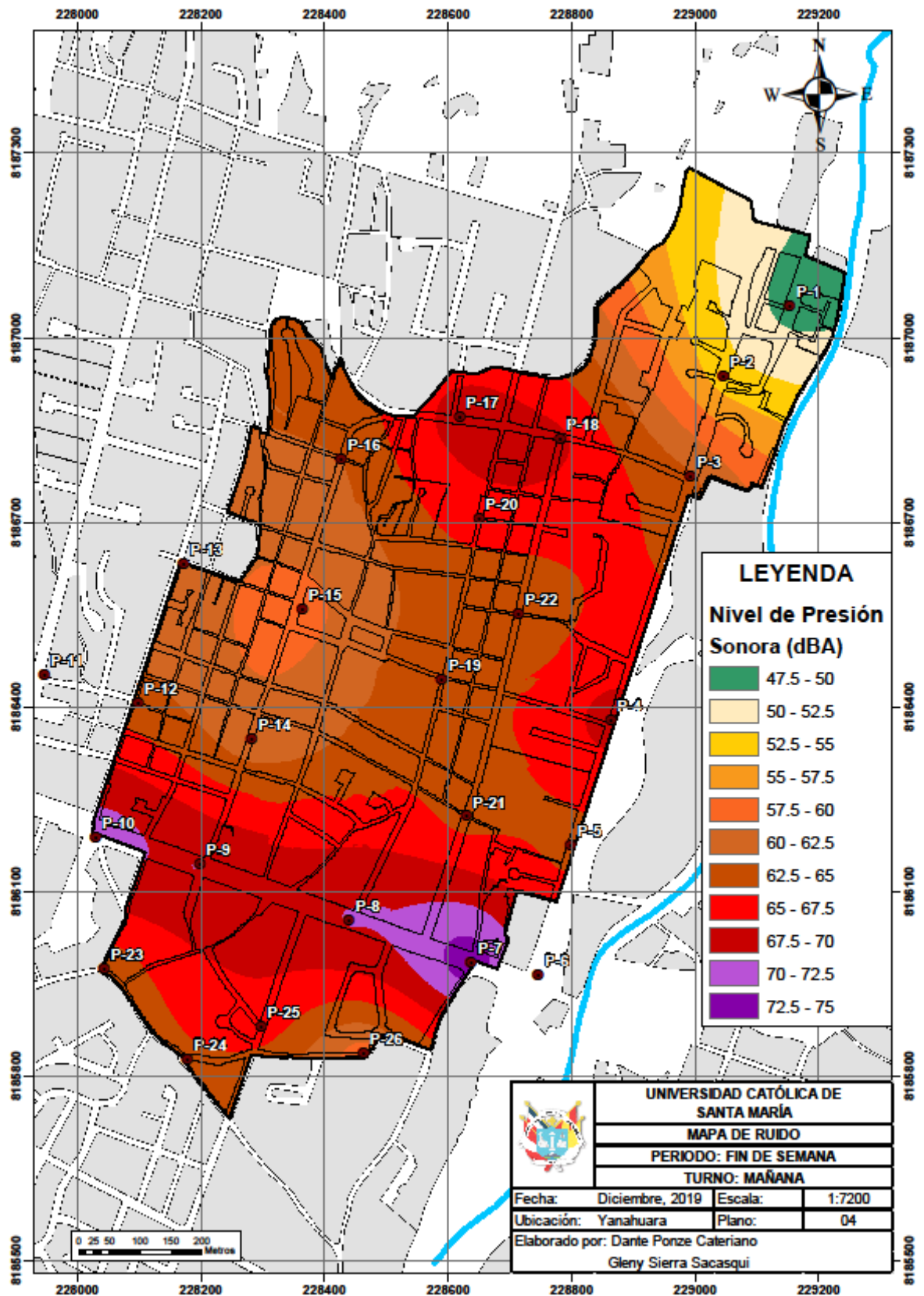
4.5.2. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO TARDE



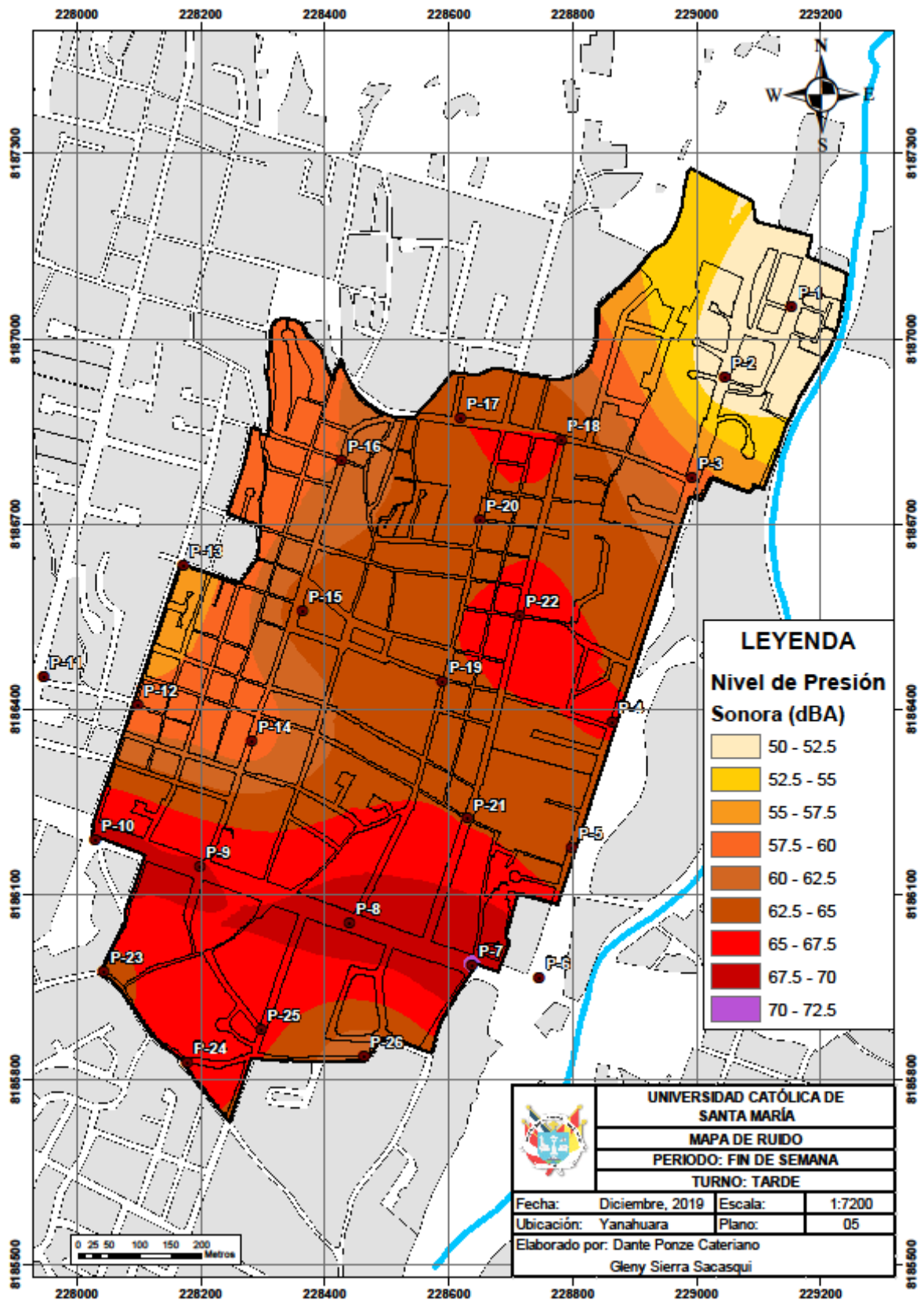
4.5.3. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO NOCHE



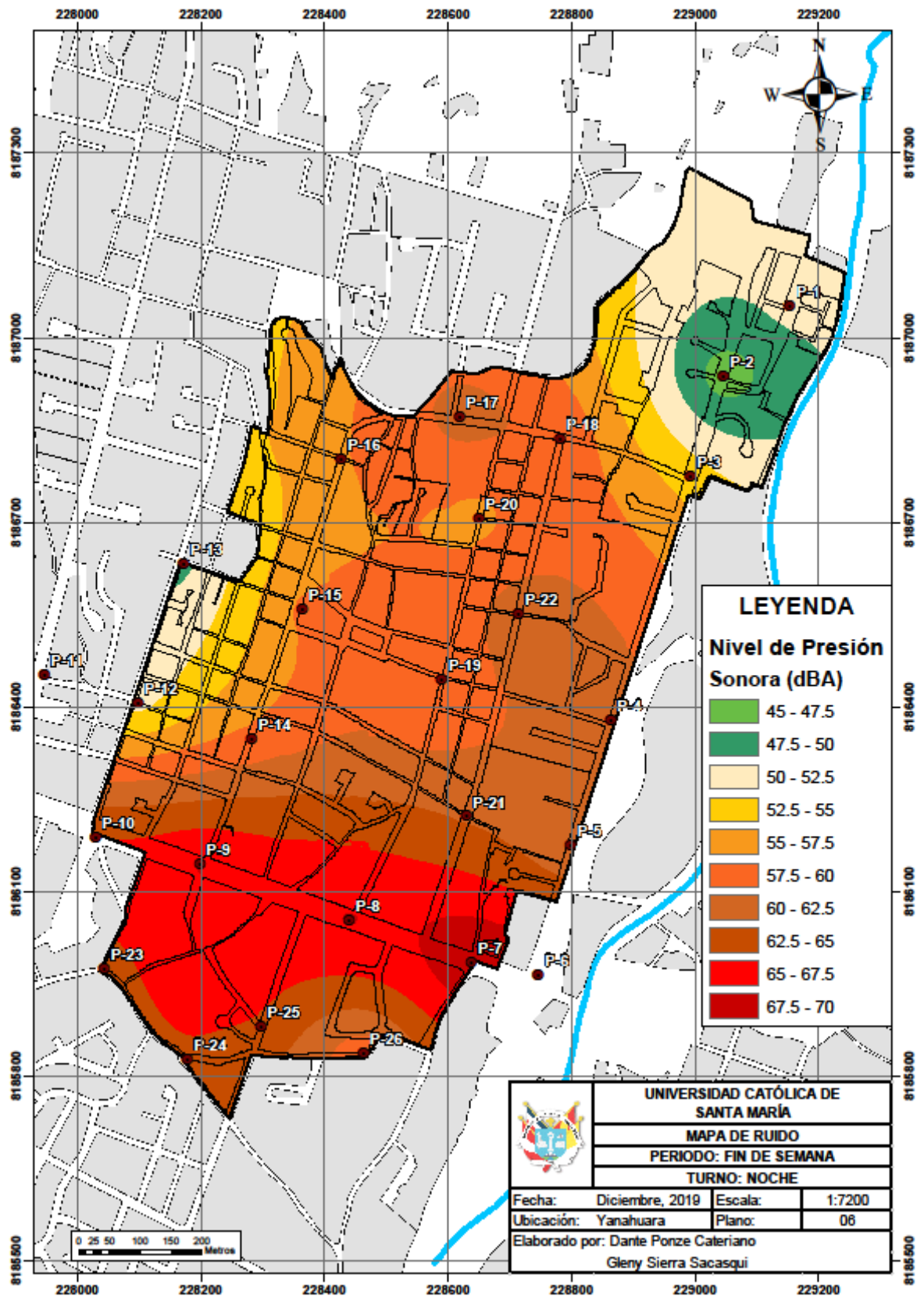
4.5.4. MAPA FIN DE SEMANA – TURNO MAÑANA



4.5.5. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO TARDE



4.5.6. MAPA DÍA DE SEMANA – TURNO NOCHE



4.6. CONTEO DE VEHÍCULOS

La tabla N° 21, 22 muestran el promedio de los vehículos por cada 10 min en el punto de medición, donde el vehículo con mayor circulación en los 3 periodos es el de vehículos ligeros.

4.6.1. RESULTADOS DE CONTÉO DE VEHÍCULOS – DIA DE SEMANA

Tabla N° 21: Resultados del Conteo vehicular- Dia de semana

DÍA DE SEMANA						
PUNTOS	8:00-2:00		3:00-9:00		10:00-3:00	
	P	L	P	L	P	L
P- 01	0	4	0	4	1	1
P- 02	1	8	0	6	0	3
P- 03	0	76	0	72	0	45
P- 04	0	60	0	45	0	38
P- 05	0	90	0	76	0	47
P- 06	0	143	0	160	0	107
P- 07	8	300	3	343	7	275
P- 08	0	281	0	308	0	227
P- 09	0	214	0	250	0	198
P- 10	0	238	0	251	0	218
P- 11	0	201	0	213	0	184
P- 12	0	113	0	101	0	81
P- 13	1	16	3	17	1	12
P- 14	0	68	0	56	0	20
P- 15	0	62	0	98	0	48
P- 16	0	80	0	83	0	35
P- 17	0	66	0	67	1	33
P- 18	0	68	0	64	0	49
P- 19	0	62	0	56	0	38
P- 20	0	71	0	63	0	36
P- 21	0	66	0	78	0	37
P- 22	0	59	0	80	0	40
P- 23	0	51	0	59	0	37
P- 24	0	67	0	72	0	49
P- 25	0	43	0	86	0	31
P- 26	0	42	0	52	0	17

FUENTE: Elaboración Propia

4.6.2. RESULTADOS CONTÉO DE VEHÍCULOS – FINES DE SEMANA

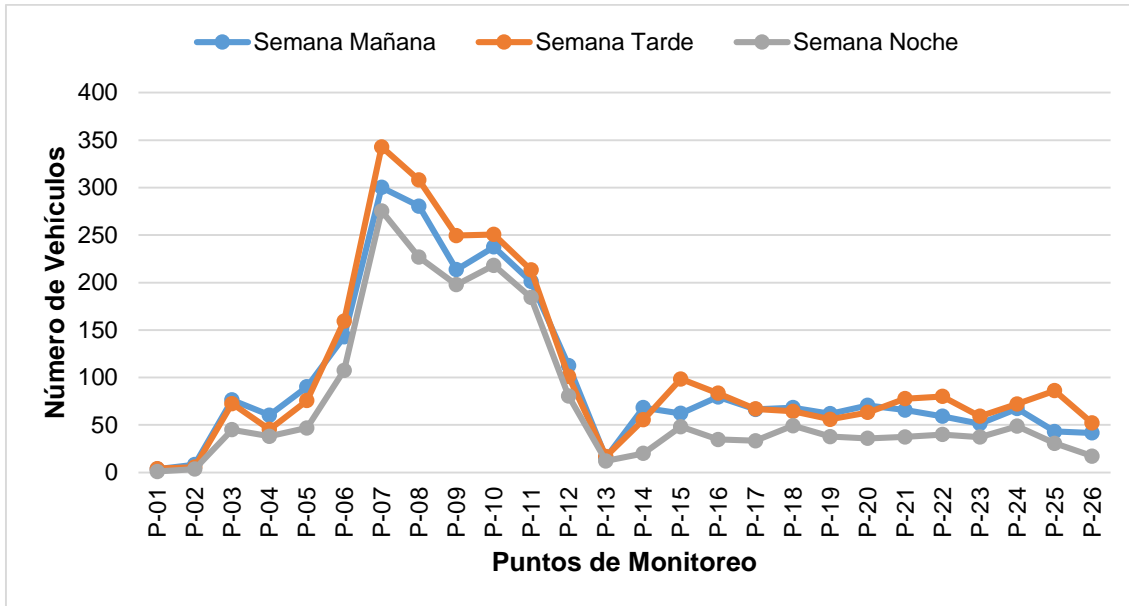
Tabla N° 22: Resultados del conteo de vehículos - Fin de semana

FIN DE SEMANA						
PUNTOS	8:00-2:00		3:00-9:00		10:00-3:00	
	P	L	P	L	P	L
P- 01	2	2	1	3	1	1
P- 02	2	6	2	3	2	8
P- 03	10	43	8	40	5	33
P- 04	16	33	11	37	8	16
P- 05	31	51	23	40	16	27
P- 06	54	78	61	83	39	69
P- 07	55	159	61	194	9	150
P- 08	43	147	47	167	41	135
P- 09	41	111	44	135	40	58
P- 10	62	125	73	165	56	117
P- 11	56	101	66	105	62	95
P- 12	12	50	8	51	6	42
P- 13	2	9	2	5	1	6
P- 14	21	28	22	36	23	14
P- 15	34	53	36	45	34	34
P- 16	20	76	14	37	12	33
P- 17	29	46	24	38	22	36
P- 18	21	48	23	45	20	39
P- 19	12	40	10	39	11	21
P- 20	14	41	13	46	10	20
P- 21	11	31	12	50	10	18
P- 22	10	32	9	49	11	21
P- 23	14	21	11	45	13	10
P- 24	16	29	13	46	14	16
P- 25	29	19	23	49	26	29
P- 26	7	17	5	40	5	9

FUENTE: Elaboración Propia

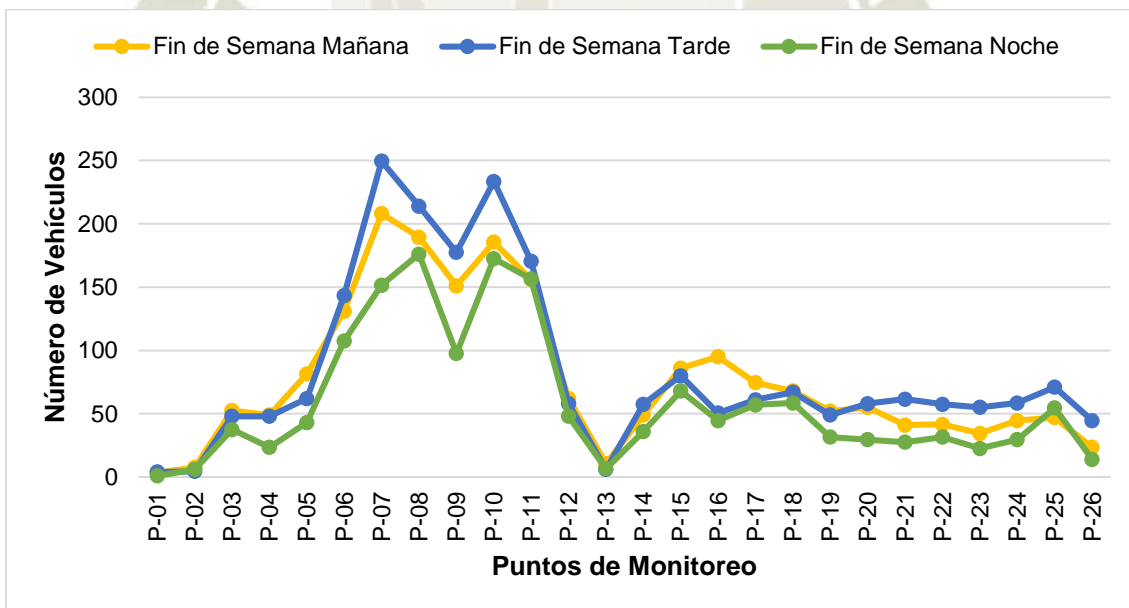
4.6.3. ANALISIS DEL TRAFICO VEHICULAR

Ilustración N° 38: Análisis del Tráfico Vehicular – Día de Semana



FUENTE: Elaboración propia

Ilustración N° 39: Análisis de datos- Fines de Semana



FUENTE: Elaboración propia

En el periodo semanal se puede apreciar que, tanto el P-7 (Av. Ejército, cuadra 1 - frente a la Clínica Arequipa y el Edificio Nasya), como el P-8 (Av. Ejército, cuadra 3 - ubicado en la berma central); son los puntos en los cuales se registra la mayor cantidad de vehículos llegando a un

promedio de 343 vehículos livianos y 3 vehículos pesados en el intervalo de medición de 10 minutos.

El tráfico vehicular fluctúa en los diferentes turnos; ya que de la mañana a la tarde se incrementa en 8.28%, es decir, 211 vehículos más que circulan por el Centro Histórico y para la noche disminuye un promedio de 854 vehículos menos (30.94%), lo que implica una reducción promedio del nivel de presión sonora de hasta 7.5 dBA en toda el área de estudio.

El comportamiento del tráfico vehicular es similar en el periodo del fin de semana, ya que ambos puntos cuentan con un número significativo de vehículos, sin embargo, es importante mencionar el incremento de la cantidad de vehículos que pasaron por el P-10 (Av. Ejército, cuadra 8 - frente al Mall Plaza y BBVA), contabilizando un promedio de 234 vehículos livianos y 1 vehículos pesado en el intervalo de medición de 10 minutos; esto debido a la gran actividad comercial que genera el Mall Plaza el fin de semana.

La variación de la cantidad de vehículos el fin de semana de la mañana a la tarde se incrementa ahora en 9.53%, equivalente a 191 vehículos más que transitan sobre todo, por la avenida Ejército, y para la noche disminuye un promedio de 656 vehículos menos (29.87%), aunque esto no se evidencie en una gran disminución promedio del nivel de presión sonora de 3.1 dBA.

Al comparar la cantidad de vehículos entre las diferentes vías del Centro Histórico del distrito de Yanahuara se puede observar que la avenida Ejército es la que más tráfico vehicular soporta a lo largo de los 6 puntos de monitoreo con más de 200 vehículos en un periodo de 10 minutos, seguido de la avenida Cayma con cerca de 190 vehículos/ 10 minutos, no obstante es preciso recalcar que no hay mucha diferencia de la cantidad de vehículos entre la avenida Bolognesi y las calles Tronchadero, León Velarde, Perú, Misti y Jerusalén cuyo flujo vehicular no sobrepasa los 100 vehículos cada 10 minutos.

4.6.4. ANALISIS DE CORRELACION Y REGRESIÓN

El uso de la estadística permite hacer un análisis más exhaustivo de las características y comportamiento de los niveles de presión sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara, por lo que se hizo un cálculo y análisis de correlación y regresión entre dos variables: Nivel de presión sonora equivalente (dBA) y la cantidad de vehículos para identificar el nivel de asociación que hay entre ellas. El cálculo se ejecutó según cada periodo y turno de monitoreo empleando la herramienta de análisis de datos del software Excel 2016. Los resultados son:

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

El Coeficiente de Correlación busca describir la fuerza de relación entre dos variables, por lo que al hacer el cálculo de cada uno de los turnos se concluye que existe una correlación positiva fuerte y cuanto mayor sea la cantidad de vehículos en las vías, mayor será el nivel de presión sonora equivalente; más aún en el periodo semanal del turno tarde ($r = 0.91$), en el que es muy fuerte su relación, esto debido a la gran congestión vehicular que hay en la avenida Ejército y la topografía del lugar; ya que la avenida está ubicada en una especie de “valle”.

Tabla N° 23: Coeficiente de correlación

Periodo de Monitoreo	Turno	Coeficiente de Correlación (r)	Resultado
Día de Semana	Mañana	0.63	Correlación positiva fuerte
	Tarde	0.91	Correlación positiva muy fuerte
	Noche	0.71	Correlación positiva fuerte
Fin de Semana	Mañana	0.76	Correlación positiva fuerte
	Tarde	0.77	Correlación positiva fuerte
	Noche	0.71	Correlación positiva fuerte

FUENTE: Elaboración propia

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

El Coeficiente de Determinación es el porcentaje de variación de la variable dependiente (nivel de presión sonora equivalente), explicada por la variación de la variable independiente (cantidad de vehículos), es decir, que en cuanto el valor de R^2 sea más cercano a 1, es más probable de alterar los resultados de la variable dependiente (nivel de presión sonora equivalente).

Se puede observar que en el periodo semanal tarde el R^2 (Coeficiente de Determinación) es de 0.82, por lo que indica una fuerte probabilidad de alteración del nivel de presión sonora equivalente en cuanto se disminuya la cantidad de vehículos que transitan por la zona; sin embargo, es notorio que el periodo semanal mañana tiene un R^2 muy bajo de 0.39 lo que indicaría que no tienen una fuerte asociación éstas dos variables para la mañana.

Tabla N° 24: Tabla de Coeficiente de determinación

Periodo de Monitoreo	Turno	Coeficiente de Determinación (R^2)	R^2 Ajustado
Día de Semana	Mañana	0.39	0.37
	Tarde	0.82	0.82
	Noche	0.51	0.49
Fin de Semana	Mañana	0.58	0.56
	Tarde	0.59	0.57
	Noche	0.51	0.49

FUENTE: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Si analizamos cada uno de los periodos y turnos de monitoreo, es que podremos entender el significado de cada uno de los valores de los coeficientes y asociarlos con las actividades que producen la

contaminación sonora, así como sus fuentes y los tipos de ruido que se generan.

Tabla N° 25: Interpretación de datos estadísticos

Periodo de Monitoreo	Turno	r	R ²	Fuente de Ruido	Tipo de Ruido
Día de Semana	Mañana	0.63	0.39	Fija Zonal Móviles Detenidas	Intermitente
	Tarde	0.91	0.82	Móviles Lineales	Estable
	Noche	0.71	0.51	Fija Zonal Móviles Detenidas	Fluctuante
Fin de Semana	Mañana	0.76	0.58	Fija Zonal Móviles Detenidas	Intermitente
	Tarde	0.77	0.59	Móviles Detenidas Móviles Lineales	Estable
	Noche	0.71	0.51	Fija Zonal Móviles Detenidas	Fluctuante

Fuente: Elaboración Propia

- **TURNOS: MAÑANA**

El Centro Histórico del distrito de Yanahuara no tiene una fuente fija de emisión de ruido, por lo tanto, los niveles de presión sonora equivalente no pueden atribuirse netamente al tráfico vehicular, sino más bien a las actividades del día a día: desplazamiento a centros laborales, educativos y a servicios de salud. Estas fuentes de ruido se denominan fuentes fijas zonales ya que gracias a las actividades educativas y centros de salud ubicados en la calle León Velarde (P-17) (71.7 dB) (Instituto SENCICO, colegio Antonio José de Sucre y la Clínica Aliviari), es que gran cantidad de personas y vehículos se transportan hacia allí generando contaminación sonora por fuentes móviles detenidas (sonido del claxon, alarmas, funcionamiento de los

motores) y además es de carácter intermitente puesto que luego de las 9 am. se reducen considerablemente los niveles de presión sonora en éste punto. Además, el fin de semana en el Centro Histórico de Yanahuara se caracteriza por tener diferentes atractivos turísticos, lo que evidencia nuevamente una emisión de ruido por fuentes fijas zonales (Plaza de Yanahuara con eventos y activaciones) y fuentes móviles detenidas debido a la concurrencia de personas a almorzar a los restaurantes típicos de la zona (calle Jerusalén, calle Tronchadero).

- **TURNO: TARDE**

Los valores de los coeficientes indican la fuerte relación entre la cantidad de vehículos y los excesivos niveles de presión sonora equivalente, sobre todo, en la avenida Ejército en la que se registraron valores de 80.1 dBA y se debe sobre todo a las fuentes móviles lineales (tránsito de vehículos y de las personas por regresar a sus viviendas o ingresar a los centros comerciales que colindan con el Centro Histórico de Yanahuara) y su carácter es estable ya que se mantiene el mismo nivel de presión sonora en toda la avenida durante varias horas y el comportamiento se da de la misma manera e inclusive más intenso los fines de semana ya que permanece estable el flujo vehicular y el nivel de presión sonora.

- **TURNO: NOCHE**

En el periodo nocturno disminuye la cantidad de vehículos y los niveles de presión sonora, sin embargo, debido a las características urbanísticas del Centro Histórico y sus calles angostas, es que el mínimo tránsito de los vehículos genera eco e incrementa los valores medidos de nivel de presión sonora. Éste fenómeno es fluctuante y no constante como en los turnos previos.

Éste periodo está demarcado por las zonas urbanas, en las que no sobrepasan los 55 dBA: P-1 (52.3 dB), P-2 (43.7 dB), ubicados en la parte residencial más alejada del Centro Histórico, la Urbanización Magnopata; y el P-26 (48 dB), ubicado en la calle Ronda Recoleta, frente a la Gerencia Regional de Educación de Arequipa.

CONCLUSIONES

Se identificó el área de estudio delimitado por las calles: Pampita Zevallos, La Recoleta, León Velarde, Perú y Tronchadero; y las avenidas Bolognesi y Ejército, ubicando 26 puntos de monitoreo en el Centro Histórico, distribuidos en diferentes turnos: mañana, tarde y noche; y en diferentes periodos: días de semana y fin de semana.

Se identificaron los puntos de mayor de contaminación sonora en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara son los que están ubicados a lo largo de la avenida Ejército (P-6 (73.9 dB), P-7 (79.7 dB), P-8 (80.1 dB), P-9 (78.6 dB) y P-10 (77.5 dB)) debido al constante tráfico vehicular en la zona, las características topográficas del distrito, el turismo local y la gran cantidad de comercios; y la intersección de la calle León Velarde con calle Alfonso Ugarte (P-17 (71.7 dB)) en la que están ubicados 2 centros educativos (Instituto SENCICO y el colegio Antonio José de Sucre) y 1 centro de salud (Clínica Aliviari).

Los resultados obtenidos del monitoreo y del posterior modelamiento de los mapas de ruido ambiental muestran que sólo 2 mediciones (1%) cumplen con los ECAs del Ruido para ambos periodos: diurno y nocturno; y que 154 mediciones (99%) superan los ECAs, por lo que se puede concluir que tiene una excesiva contaminación sonora por más de 20 dB.

El Centro Histórico del distrito de Yanahuara no tiene una fuente fija de emisión de ruido por lo cual, los niveles de presión sonora equivalente se atribuyen a las siguientes fuentes en los diferentes turnos:

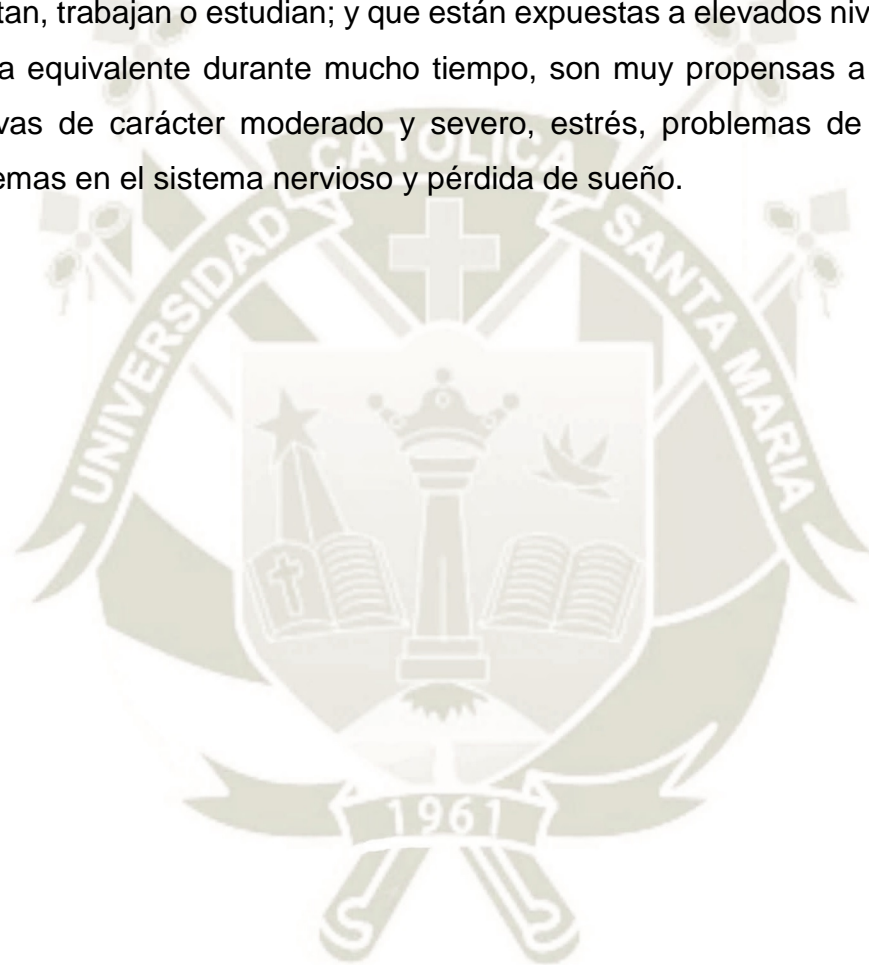
Mañana: El ruido es intermitente debido al desplazamiento de vehículos y personas a centros laborales, educativos y a servicios de salud.

Tarde: Las emisiones de ruido se dan por la gran cantidad de fuentes móviles lineales, las cuales son estables y perduran a lo largo de la tarde.

Noche: El ruido es fluctuante e inestable producto de las fuentes fijas zonales y de las características urbanísticas del Centro Histórico.

Se elaboraron 6 mapas de ruidos que representan el comportamiento del nivel de presión sonora equivalente en el Centro Histórico de Yanahuara para graficar la distribución y comportamiento de las ondas sonoras a lo largo de toda el área de estudio.

Al identificar los puntos críticos de contaminación sonora y en base a la información de la Organización Mundial de la Salud, se puede inferir que las personas que transitan, trabajan o estudian; y que están expuestas a elevados niveles de presión sonora equivalente durante mucho tiempo, son muy propensas a tener pérdidas auditivas de carácter moderado y severo, estrés, problemas de concentración, problemas en el sistema nervioso y pérdida de sueño.



RECOMENDACIONES

Se recomienda planificar de manera detallada todos los instrumentos, procedimientos y ejecutar un plan de contingencia en caso ocurra algún imprevisto durante el monitoreo: horarios, zonas alejadas, climatología, etc.; y así mismo verificar las características de la zona a monitorear para no incurrir en ruido residual o ecos.

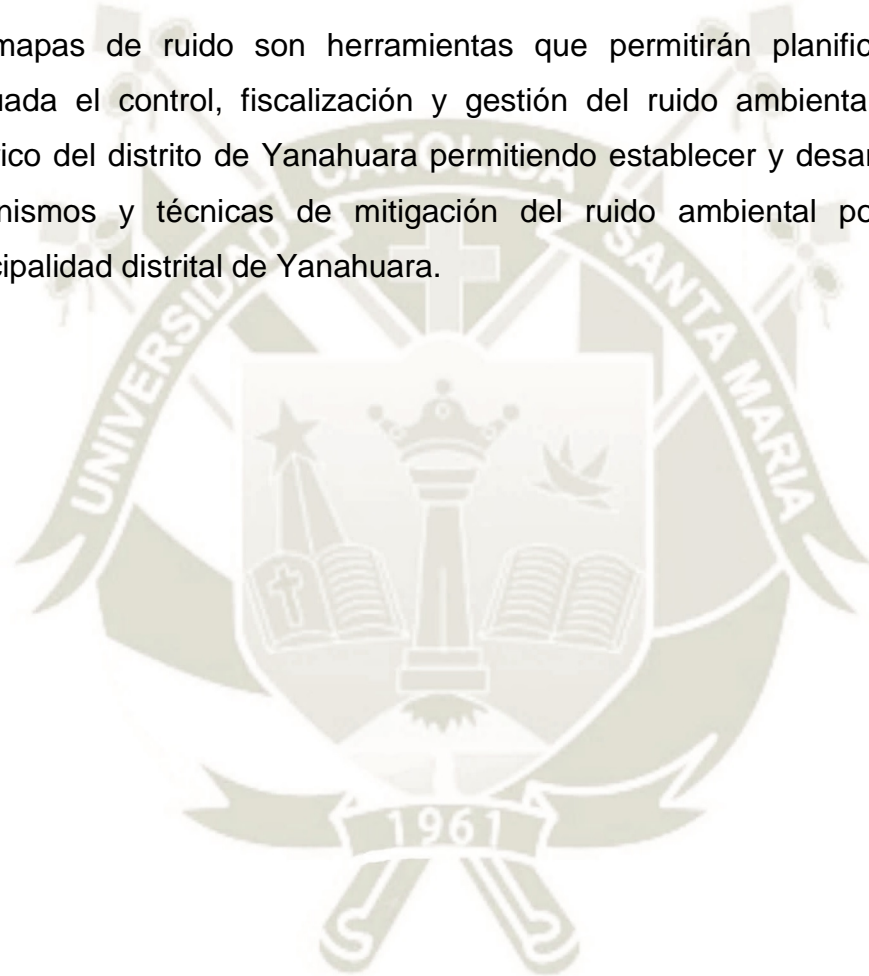
La presente de investigación es un instrumento de gestión ambiental realizado en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara, por lo que es una herramienta de mucha ayuda para fortalecer la fiscalización ambiental programada en el PLANEFA del distrito y que así mismo, le da valor técnico a la Ordenanza N° 08-2010-MDY “Ordenanza Sobre Prevención y Control de Ruidos Molestos y Nocivos en el Distrito de Yanahuara”, en la cual se establece la prevención, control, y prohibición de todo ruido o sonido que por su intensidad, tiempo de duración, esté sobre los valores máximos permisibles, que ocasionen molestias, perturben la tranquilidad o causen problemas de salud en los habitantes de la jurisdicción de Yanahuara; sean producidos en lugares públicos como calles, plazas, alamedas, iglesias, salones sociales y otros; así como todos los inmuebles donde se realicen actividades privadas.

Se recomienda que las autoridades de la gerencia ambiental, competentes para la fiscalización del distrito de Yanahuara, implementen un plan de monitoreo continuo del ruido ambiental de carácter trimestral, en los puntos establecidos, en las calles angostas: calle Tacna, calle Paz Soldán, calle Ancón, calle Miguel Grau, calle Huáscar (que por motivos de reglamentación según ISO, deben ser monitoreadas de manera diferente) y en zonas aledañas que se encuentren fuera del distrito para así obtener una mayor cantidad de muestras de manera que sea más confiable y representativo.

Se recomienda que se pueda implementar un plan de mitigación del ruido ambiental empleando como base éste estudio de carácter técnico operativo y así mismo que pueda ejecutar el procedimiento administrativo sancionador correspondiente para gestionar la contaminación sonora en su jurisdicción.

La municipalidad de Yanahuara debe fortalecer su programa de Educación Ambiental colocando como uno de los ejes principales a la contaminación sonora y elaborar un Plan de Sensibilización dirigido a los empresarios, usuarios, transeúntes y conductores que transiten o que realicen sus actividades cotidianas por los puntos de mayor contaminación sonora para promover una participación concertada y organizada de los actores sociales a través de la coorganización de actividades.

Los mapas de ruido son herramientas que permitirán planificar de manera adecuada el control, fiscalización y gestión del ruido ambiental en el Centro Histórico del distrito de Yanahuara permitiendo establecer y desarrollar políticas, mecanismos y técnicas de mitigación del ruido ambiental por parte de la Municipalidad distrital de Yanahuara.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EQual Consultoria y Servicios Ambientales. (2015). *Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas*. Bogotá D.C., Colombia: Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS.
- Baca, W., & Seminario, R. (2012). Evaluación de Impacto Sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Tesis doctoral*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ballesteros , V., & Daponte, A. (2011). Ruido y Salud. En *Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía* . Andalucía.
- Bartí Domingo, R. (2010). Acústica Medioambiental. San Vicente, España: Club Universitario.
- Bedoya, V. (2003). *Estudio de Impacto ambiental por Ruido del Terminal Aéreo del Aeroparque Olaya Herrera de Medellín*. Universidad nacional de Colombia. Medellín: Universidad nacional de Colombia.
- Birlis, A. (2003). Sonido para Audiovisuales.
- Brüel, & Kjaer. (2000). Ruido Ambiental. *Sound & Vibration Measurement*. Madrid, España.
- Cabrera Ortiz., J. G. (2010). *208042 – ACUSTICA Y FUNDAMENTOS DEL SONIDO (E-Learning)*. Bogota:
https://www.arauacustica.com/files/publicaciones_relacionados/pdf_esp_377.pdf.
- Callejo, L., & Ruiz, P. (2013). *Cualidades del Sonido: Timbre, tono, amplitud y Apuntes de Física*. Universidad de Cantabria, Cantabria, España.
- Cantor, C., & López, M. (2013). Control de la Contaminación Atmosférica. 123. Bogota, Colombia: Universidad Abierta y a distancia.
- Carlos Andaluz W. (2011). *Manual de Derecho Ambienta*.
- Colque, E. W. (2017). Mapa de ruidos del distrito de cercado de Arequipa; locales de la Universidad Nacional de San Agustín. *Tesis de Doctorado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Constitución política del Perú. (1993). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. *Artículo 2 [Titulo I]*. 13 Ed. Obtenido de https://www.minjus.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/Constitucion-Politica-del-Peru-marzo-2019_WEB.pdf
- El Ruido. (2019). *Medida del nivel de sonido*.
<http://elruido.com/divulgacion/curso/medida.htm>.
- Garrido, B. A. (1997). *Principos de la acústica*. Sanz y Torres.

- Griefahn, B. (1990). Propuestas médicas preventivas para la insonorización nocturna. En *Journal of Sound and Vibration* (págs. 111-123). Board.
- Guidelines for Community Noise. (1999). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD – OMS*, Online. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html.
- Guidotti. (2019). *Servicios de seguridad y de emergencia*.
<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+95.+Servicios+de+seguridad+y+de+emergencia>.
- Harris, C. (1995). *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido*. (Vol. 3er). Madrid, España: S.A. MCGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2006). *Metodología de la Investigación (S.A.D.C.V Mc GRAW-HILL/ Interamericana Editores*. Mexico.
- INDECOPI. (2007). ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación. *ISO 1996-1*. 1ª Edición.
- INDECOPI. (2008). ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido. *ISO 1996-2*. 1º Edición.
- Jara Rojas, J. (2016). *Relación entre la percepción del ruido ambiental y los niveles de presión sonora en horario nocturno San Borja – Lima, 2015*. Lima.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías Sistemas de Gestion*. España: S.A. McGraw – Hill.
- Lambert, J., & Vallet, M. (1994). *Study related to the preparation of a communication on a future ec noise policy*. Francia: Laboratoire Energie Nuisances (Energy and Environment Laboratory’).
- Larson Davis. (2017). *LxT Manual for SoundTrack LxT & SoundExpert LxT*.
http://www.pcenvironmental.co.uk/Download/Manuals/LxT_Manual.pdf.
- Larson Davis. (2018). *CAL200 Precision Acoustic Calibrator Manual*.
http://www.larsondavis.com/ContentStore/mktg/LD_Manuals/CAL200%20manual.pdf.
- Licla, T. . (2016). Evaluación y Percepción Social Del Ruido Ambiental Generado por el Tránsito Vehicular en la Zona Comercial del Distrito De Lurín. *Título Profesional Ingeniería Ambiental*. Universidad Nacional Agraria la Molina , Lima, Perú.
- Martínez, J., & Peters, J. (2015). *Contaminación Acústica y Ruido* (3º ed.). Madrid: Ecologistas en Acción.
- MDY. (2007). ORDENANZA MUNICIPAL N°007-2007-MDY: Ordenanza que Reglamenta las Infracciones y Sanciones sobre Ruidos Molestos.

- MDY. (2010). ORDENANZA MUNICIPAL N°008-2010-MDY: Ordenanza sobre Prevención y Control de Ruidos Molestos y Nocivos en el Distrito de Yanahuara.
- Ministerio de la producción. (2019). *INACAL*. <https://www.inacal.gob.pe/>.
- Ministerio del ambiente. (2009). Aprueban la Política Nacional del Ambiente D.S. N° 012-2009-MINAM. Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *D.S. N° 009-2009-MINAM Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público*.
- Ministerio del Ambiente. (2011). Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Lima, Perú.
- Ministerio del ambiente. (2013). RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°227-2013-MINAM: "Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental". <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-227-2013-minam/>.
- Ministerio del ambiente. (2019). *LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>.
- Ministerio del ambiente. (2019). *R.M. N° 227-2013-MINAM- Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. Lima: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-227-2013-minam/>.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE - MINAM. (1 de Agosto de 2013). R.M. N° 227-2013-MINAM. *Aprueban Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. Perú: Portal web institucional del MINAM. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-227-2013-MINAM.pe>
- Morales, P. C. (2018). Estudio de Nivel de Ruido y su relacion con los estandares de calidad ambiental (Eca) del Centro Comercial Feria Del Altiplano. *Grado en Ingenieria Ambiental*. Universidad Nacional De San Agustin, Arequipa.
- Moreno, A., & Martínez, P. (2005). El ruido ambiental Urbano en Madrid - Caracterizacion y Evaluacion Cuantitativa de la Poblacion Potencialmente afectada. *A.G.E*, 153-179.
- MPA. (2016). ORDENANZA MUNICIPAL N°961-2016-MPA: Ordenanza: Aprobación del Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025.
- Municipalidad del distrito de Tupac Amaru Inca. (2019). PLAN DE PREVENCION Y REDUCCION DE RIESGO DE DESASTRES DEL DISTRITO.
- Municipalidad distrital de Yanahuara. (31 de Mayo de 2007). O.M. N° 007-2007-MDY. *Ordenanza que Reglamenta las Infracciones y Sanciones sobre Ruidos Molestos*. doi:La República

- Municipalidad distrital de Yanahuara. (2010). O.M. N° 008-2010-MDY. *Ordenanza sobre Prevención y Control de Ruidos Molestos y Nocivos en el Distrito de Yanahuara.*
- Municipalidad provincial de Arequipa. (3 de Febrero de 2016). O.M. N° 961-2016-MPA. *Ordenanza: Aprobación del Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025.* Obtenido de <http://impla.gob.pe/publicaciones/pdm-2016-2025/>
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J., Pardo, A., & Rendón, J. (2012). Comparación de métodos de interpolación para la generación de Mapas de Ruido en entornos urbanos. *Ingenierías USBMed*, 7.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2016). *La Contaminación Sonora En Lima Y Callao.* Lima y Callao: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA. (Febrero de 2015). *Instrumentos Básicos Para La Fiscalización Ambiental.*
- Peñuela, D. I. (2008). *Anamnesis auditiva para trabajadores expuestos a ruido.* Bogotá: Universidad del Rosario.
- Peréz, V. C. (2003). *Fundamentos de televisión analógica y digital.* Catánbria: Universidad de Catánbria.
- PERÚ, C. P. (1993).
- Presidencia de consejo de ministros. (30 de octubre de 2003). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. D.S. N°085-2003.
- Recuero, M. (1995). *Ingeniería Acústica.* Madrid, España: Paraninfo.
- Rejano de la Rosa. (2000). *M. Ruido Industrial y urbano.* Madrid: Paraninfo Thomson Learning.
- Ripoll, G. S. (2010). *"Evolución de la contaminación acústica provocada por el tráfico de N-332 en Altea.* Grandia, España.
- Sánchez, P. L. (2013). *El Decibelio.* (EA4NH, Editor) Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de EA4NH: <http://www.ea4nh.com/articulos/decibelio/decibelio.htm>
- Schröder, C. (2001). Propuesta para la Implementación de un Plan de Manejo de Ruido para la Ciudad de Temuco. *Tesis doctoral.* Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile., Chile.
- SENAMHI. (2016). *Información histórica de 370 estaciones meteorológicas.* [https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=498.](https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=498)

Seoanez, M. (1998). *Ecología Industrial. Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Industria y a la Empresa. Manual para responsables Medioambientales* (2da.ed. ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa Libros S.A.

Sistema Peruano de Información Jurídica. (27 de Mayo de 2003). Ley Organica de Municipalidades Ley 27972. Perú: Diario EL Peruano.

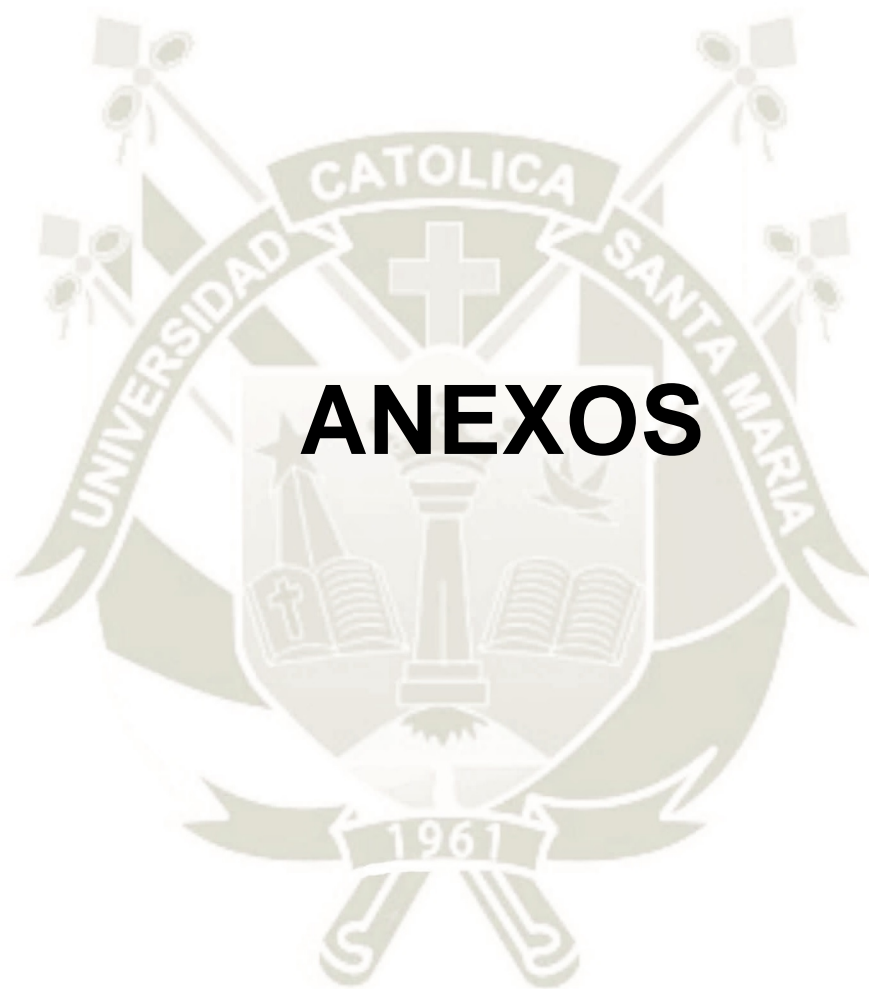
Stansfeld, S., Berglund, B., & Clark, c. (05 de Junio de 2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet*, 1942.

Suasaca, P. L. (2014). Relación entre el ruido ambiental y la percepción de molestia de los habitantes de la ciudad de Juliaca durante el eprdiodo 2013. *Tesis Doctoral*, 125. Juliaca, Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Ugr.es. (2015). *Medidas de ruido* . (U. d. Granada, Productor) Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de Universidad de Granada:
http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf

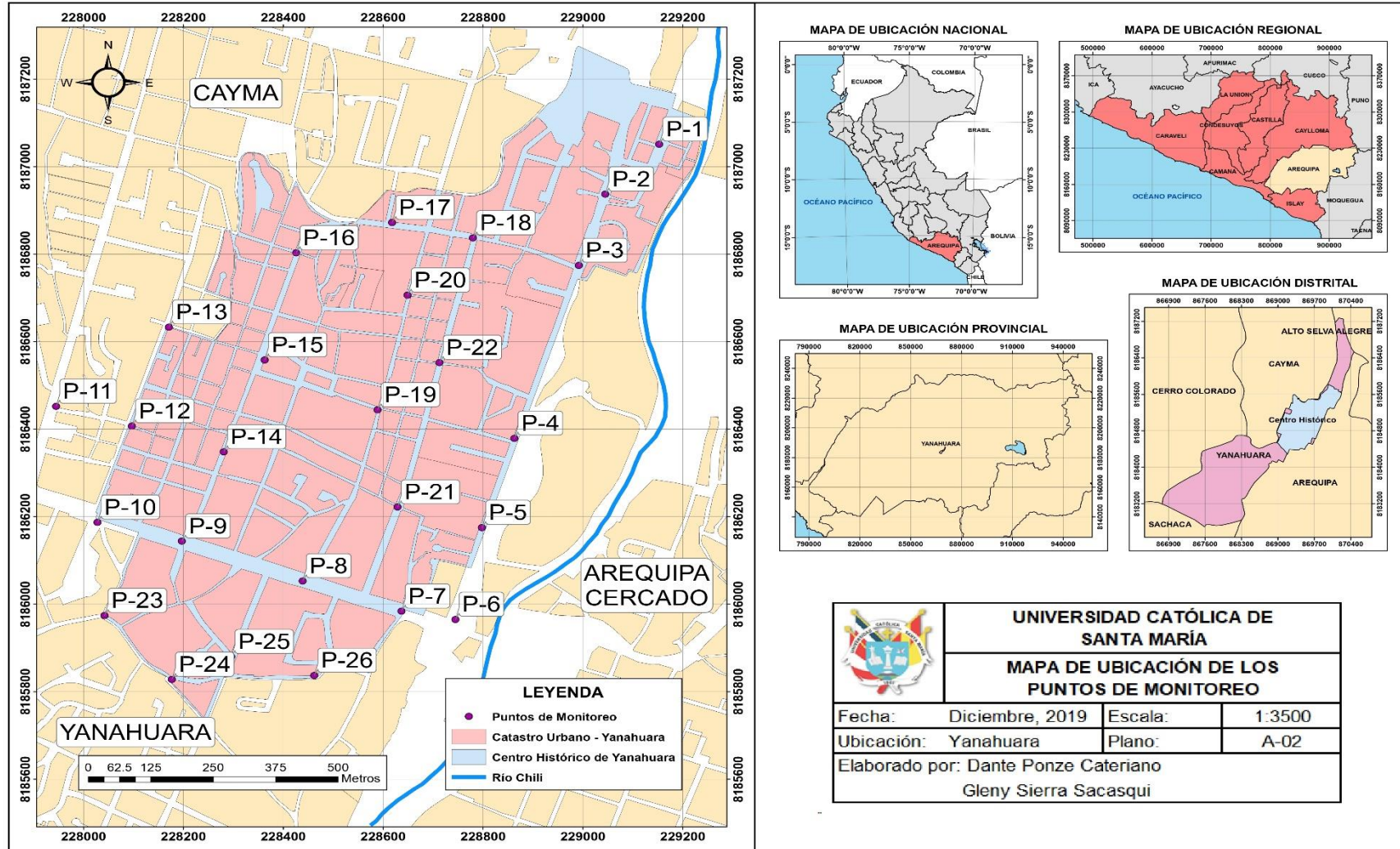
Who. (1999). Guidelines for Comunity Noise. (W. H. (WHO), Ed.)
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>.

World Health Organization. (1999). *Guidelines for community noise*. Switzerland,Stockholm.



ANEXOS

ANEXO N° 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO



ANEXO N° 2: SONÓMETRO INTEGRADOR PROMEDIADOR - CARACTERÍSTICAS

Sonómetro Integrador-Promediador (Clase I) marca Larson Davis – modelo LxT1

Las mediciones se efectuaron con un Sonómetro Integrador-Promediador (Clase I) marca Larson Davis, los cuales cumplen con las exigencias establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), IEC 61672.

Este sonómetro tiene la capacidad de poder calcular el nivel de ruido continuo equivalente L_{eq} . Incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, entre otros. Acorde con lo establecido mediante D.S. N° 085-2003-PCM, el nivel empleado de ponderación de frecuencia fue “A”, y la ponderación de respuesta o tiempo fue “FAST” y “Slow”, cuyo comportamiento se asemeja a la respuesta del oído humano (Larson Davis, 2017).

Sonómetro Integrador-Promediador (Clase I) marca Larson Davis – modelo LxT1



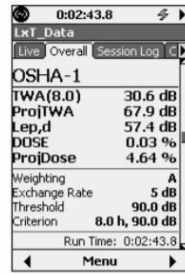
Fuente: Larson Davis, 2017.



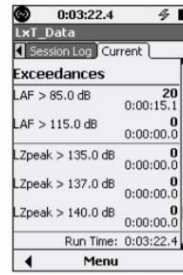
Familiar Controls for Ease-of-use



Large Numeric Display



(2) Virtual Noise Dosimeters



User Selectable Threshold Counters



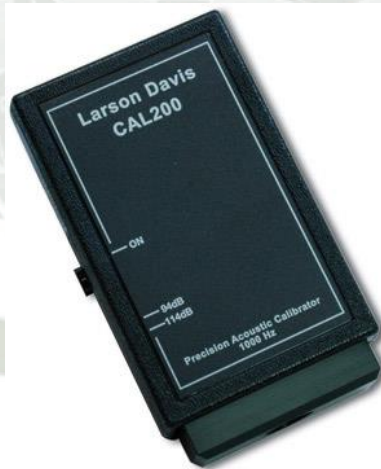
Fuente: Larson Davis, 2017.

ANEXO N° 3: CALIBRADOR DE SONÓMETRO - CARACTERÍSTICAS

Calibrador de Campo marca Larson Davis – modelo LD CAL 200

El calibrador de nivel de sonido CAL200 Davis de Larson es un calibrador de micrófono de precisión que funciona con baterías y se utiliza para calibrar sonómetros y otros equipos de medición de sonido. Puede proporcionar un nivel de salida de 94.0 o 114.0 dB (seleccionable por interruptor) a una frecuencia de 1 kHz. Se ha diseñado para su uso tanto en el campo como en el laboratorio y la precisión se ha calibrado a una referencia del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

El Calibrador de Campo Larson Davis CAL200 presenta una presión de sonido estable independiente de la condición de la batería, además, se apagará automáticamente para conservar la batería y garantizar una salida estable (Larson Davis, 2018).



Fuente: Larson Davis, 2018.

ANEXO N° 4: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LAC - 145 - 2018

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	100948	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES SRL	
Dirección	Cal. Zela N° 603 A (Cerca a la plaza de Yanahuara) Yanahuara - Arequipa	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	LARSON DAVIS	
Modelo	LxT1	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	0005517	
Micrófono	PCB 377B02	
Serie del Micrófono	177681	
Fecha de Calibración	2018-09-03	

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

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Acústica
	 BILLY QUISPE CUSIPUMA	 LUIS PALMA PERALTA
2018-09-03	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

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

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 2 de 9

Método de Calibración

Segun la Norma Metrológica Peruana NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos" (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)

Lugar de Calibración

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

Condiciones Ambientales

Temperatura	23,4 °C ± 0,2 °C
Presión	994,8 hPa ± 0,1 hPa
Humedad Relativa	55,5 % ± 1,3 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de CENAM Certificados CNM-CC-510-177/2015; CNM-CC-510-184/2015; CNM-CC-510-191/2015; CNM-CC-510-192/2015 y Certificado INDECOPI SNM LE-C-271-2014	Calibrador acústico multifunción B&K 4226	INACAL DM LAC-026-2016
Patrón de Referencia de la Dirección de Metrología Oscilador de Frecuencia de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la red SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe y Certificado LE-C-271-2014	Generador de funciones Agilent 33220A	Indecopi SNM LTF-C-141-2015
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado FLUKE N° F7220026 y Certificado INACAL DM LE-761-2017	Multímetro Agilent 34411A	INACAL DM LE-908-2017
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado INACAL DM LTF-C-141-2015 y Certificado INACAL DM LE-908-2017	Atenuador de 70 dB PASTERNAK PE70A1023	INACAL DM LAC-180-2017
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado Indecopi SNM LE-C-172-2014 y Certificado Indecopi SNM LTF-C-141-2015	Amplificador de tensión Keysight 33502A	INACAL DM LAC-105-2017

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
El sonómetro ensayado de acuerdo a la norma NMP-011-2007 cumple con las tolerancias para la clase 1 establecidas en la norma IEC 61672-1:2002, excepto el ensayo de ruido intrínseco.

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 3 de 9

Resultados de Medición

RUIDO INTRINSECO (dB)

Micrófono instalado (dB)	Límite max. en L_{Aeq}^1 (dB)	Micrófono retirado (dB)	Límite max. en L_{Aeq}^1 (dB)
30,0	31	29,3	29

Nota: la medición se realizó en el rango 39,0 dB a 140 dB; con un tiempo de integración de 30 seg.

La medición con micrófono instalado se realizó con pantalla antiviento.

La medición con micrófono retirado se realizó con el adaptador capacitivo de 18 pF ADP005.

¹⁾ Dato proporcionado por el fabricante.

ENSAYOS CON SEÑAL ACUSTICA

Ponderación frecuencial C con ponderación temporal F (L_{CF})

Señal de entrada: 1 kHz a 94 dB en el rango de referencia 39,0 dB a 140 dB; señal sinusoidal.

Antes de iniciar los ensayos el sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 114,0 dB y 1 kHz, con el calibrador acústico multifunción B&K 4226.

Frecuencia Hz	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
125	-0,1	0,2	$\pm 1,5$
1000	-0,1	0,2	$\pm 1,1$
8000	0,3	0,3	+ 2,1; - 3,1



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 4 de 9

ENSAYOS CON SEÑAL ELECTRICA

Ponderaciones frecuenciales

Señal de referencia: 1kHz a 45 dB por debajo del límite superior del rango de referencia (95 dB).

Ponderación A

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
500	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 3,5;- 17,0

Ponderación C

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-0,1	0,3	-0,1	0,3	+ 3,5;- 17,0

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 5 de 9

Ponderación Z

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-0,1	0,3	-0,1	0,3	+ 3,5;- 17,0

Ponderaciones de frecuencia y tiempo a 1 kHz

- Señal de referencia: 1 kHz, señal sinusoidal.
- Nivel de presión acústica de referencia: 94 dB en el rango de referencia; función L_{AF}
- Desviación con relación a la función L_{AF}

Nivel de referencia (dB)	Función L _{CF}	Función L _{ZF}	Función L _{AS}	Función L _{Aeq}
94	94,0	94,0	94,0	94,0
Desviación (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0
Incertidumbre (dB)	0,3	0,3	0,3	0,3
Tolerancia* (dB)	± 0,4	± 0,4	± 0,3	± 0,3

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 6 de 9

Linealidad de nivel en el rango de nivel de referencia

- Señal de referencia: 8 kHz, señal sinusoidal
- Nivel de presión acústica de partida: 94 dB en el rango de referencia; función L_{AF}
- Nivel de referencia para todo el rango de funcionamiento lineal:
 - Nivel de partida incrementado en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de sobrecarga sin incluirla.
 - Nivel de partida disminuido en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de insuficiencia sin incluirla.

Nivel de referencia (dB)	Medido (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
141	141,0	0,0	0,3	± 1,1
140	140,0	0,0	0,3	± 1,1
139	139,0	0,0	0,3	± 1,1
134	134,1	0,1	0,3	± 1,1
129	129,1	0,1	0,3	± 1,1
124	124,1	0,1	0,3	± 1,1
119	119,1	0,1	0,3	± 1,1
114	114,1	0,1	0,3	± 1,1
109	109,1	0,1	0,3	± 1,1
104	104,1	0,1	0,3	± 1,1
99	99,0	0,0	0,3	± 1,1
94	94,0	0,0	0,3	± 1,1
89	89,0	0,0	0,3	± 1,1
84	84,0	0,0	0,3	± 1,1
79	79,0	0,0	0,3	± 1,1
74	74,0	0,0	0,3	± 1,1
69	69,0	0,0	0,3	± 1,1
64	64,0	0,0	0,3	± 1,1
59	59,0	0,0	0,3	± 1,1
54	54,0	0,0	0,3	± 1,1
53	53,0	0,0	0,3	± 1,1
52	52,0	0,0	0,3	± 1,1
51	51,0	0,0	0,3	± 1,1

Nota: Para los niveles de 79 dB hasta 51 dB se utilizaron atenuadores.



Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Linealidad de nivel incluyendo el control de rango de nivel

Nota: No se aplica debido a que el sonómetro tiene un rango único.

Respuesta a un tren de ondas

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 3 dB por debajo del límite superior en el rango de referencia; función: L_{AF}

Función: L_{AFmax} (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{AFmax} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\sigma}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\sigma}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	137,0	136,0	-1,0	-1,0	0,0	0,3	$\pm 0,8$
2	137,0	118,8	-18,2	-18,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	137,0	109,8	-27,2	-27,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 3,3

Función: L_{ASmax} (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{ASmax} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\sigma}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\sigma}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	137,0	129,5	-7,5	-7,4	-0,1	0,3	$\pm 0,8$
2	137,0	109,9	-27,1	-27,0	-0,1	0,3	+ 1,3; - 3,3

Función: L_{AE} (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{AE} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\sigma}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\sigma}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	137,0	130,0	-7,0	-7,0	0,0	0,3	$\pm 0,8$
2	137,0	110,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	137,0	101,0	-36,0	-36,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 3,3



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 8 de 9

Nivel de presión acústica de pico con ponderación C

- Señales de referencia: 8 kHz y 500 Hz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 8 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (39,0 dB a 140,0 dB);
función: L_{CF}

Función: L_{Cpeak} , para la indicación del nivel correspondiente a 1 ciclo de la señal de 8 kHz;
1 semiciclo positivo* y 1 semiciclo negativo* de la señal de 500 Hz.

Señal de ensayo	Nivel leído L_{CF} (dB)	Nivel leído L_{Cpeak} (dB)	Desviación (D) (dB)	$L_{Cpeak} - L_{C^*}$ (L) (dB)	Diferencia (D - L) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
8 kHz	132,0	134,8	2,8	3,4	-0,6	0,3	± 2,4
500 Hz*	132,0	134,0	2,0	2,4	-0,4	0,3	± 1,4
500 Hz*	132,0	134,1	2,1	2,4	-0,3	0,3	± 1,4

Indicación de sobrecarga

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 1 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (39,0 dB a 140,0 dB);
función: L_{Aeq}

Función: L_{Aeq} , para la indicación del nivel correspondiente a 1 semiciclo positivo* y 1 semiciclo negativo*. Indicación de sobrecarga a los niveles leídos.

Nivel leído semiciclo + L_{Aeq} (dB)	Nivel leído semiciclo - L_{Aeq} (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
140,7	140,8	-0,1	0,3	1,8

Nota:

Los ensayos se realizaron con su preamplificador PCB PRMLxT1 046803.

Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en inglés, Larson Davis SoundTrack LxT Technical Reference Manual I770.01 Rev G Supporting Firmware Version 1.5.

El sonómetro tiene grabado en la placa las designaciones: IEC 61672-2013 Class 1; IEC 60651-2001 Type 1; IEC 60804-2000 Type 1; IEC 61260-2001 Class 1; IEC 61252-2002.

* Tolerancias tomadas de la norma IEC 61672-1:2002 para sonómetros clase 1.

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2018

Página 9 de 9

Incertidumbre

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

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

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

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

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

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

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

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

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

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

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

The logo of Universidad Católica Santa María is a circular emblem. It features a central shield with a cross at the top, a book on the left, and another book on the right. Below the shield is a banner with the year '1961'. The shield is flanked by two crossed keys. The entire emblem is surrounded by a decorative border with floral motifs. The text 'UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA' is written around the top and sides of the emblem.

**ANEXO N° 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MINI
ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Código del certificado

TE - 1822 - 2017

Laboratorio de Temperatura

1 de 2

Fecha de calibración: 2017-12-30
Instrumento de medida: Termohigrómetro de indicación Digital *
Marca: Kestrel
Modelo: 5500
Serie: 2277546
Identificación: EL/MEM/02
Intervalo de indicación: IN: -29 °C a 70 °C / HR: 10 % a 90 % **
Resolución: IN: 0,1 °C / HR: 0,1 %
Sensor interno/externo: Interno
Solicitante: E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
Dirección solicitante: Cal. Zela Nro. 603A, Yanahuara - Arequipa
Número de páginas: 02 Pág.
Expediente: E2271-3363A-17
Ubicación: Almacén
Lugar de calibración: Laboratorio de Temperatura de LO JUSTO S.A.C.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el equipo u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL. Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.


El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General o Gerente Técnico de LO JUSTO S.A.C y Responsable de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.


Procedimiento utilizado:

Se utilizó el procedimiento TH-007 Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en aire, Edición Digital 1 "CEM España" - Método de comparación en medios isotermos de temperatura y humedad controlada.

Revisado:

Arequipa, 30 de Diciembre de 2017


Alexander Fuentes Velasquez
Responsable Laboratorio de Temperatura y Humedad


Alberto Velazco Linares
Ing. Mecánico CIP 23 716
Gerente General
LO JUSTO S.A.C.

FT02-INRE/CT Ed. 1

Etiqueta de calibración N° 14897

ISO / IEC 17025

A 072716

Laboratorio de Temperatura

Código del certificado
TE - 1822 - 2017

2 de 2

Declaración de patrones:

- Termohigrómetro digital marca ETI Ltd, con certificado de calibración TE-146-2017.
- Higrómetros marca ETI con certificado de calibración TE-1114-2017.
- Higrómetros marca ETI con certificado de calibración TE-1115-2017.
- Termómetros digitales marca ETI LTD con números de serie D14420989, D14420984 y certificados de calibración TE-166-2017, TE-165-2017

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DE TEMPERATURA
SENSOR INTERNO

	Temperatura Conv. Verdadera °C	Indicación del Termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre expandida °C
1	12,3	12,9	-0,6	0,5
2	20,3	20,4	-0,1	0,5
3	30,4	29,9	0,5	0,5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA

	Humedad Relativa Conv. Verdadera % H.R.	Indicación del Higrómetro % H.R.	Corrección % H.R.	Incertidumbre expandida % H.R.	Temperatura en el ensayo °C
1	15,1	13,9	1,2	1,8	22,1
2	40,8	41,1	-0,3	1,8	22,0
3	70,2	69,5	0,7	1,8	22,1

Notas y aclaraciones:

- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %. La incertidumbre estándar de medida se ha determinado según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición", 3ra edición traducido por el Centro Español de Metrología, e incluye la incertidumbre de los patrones y del método de calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.
- Las condiciones ambientales al momento de la calibración fueron: Temperatura ambiente: 20,7 °C, Humedad Relativa 38,8 %
- Se colocó una etiqueta de color plateado con el logotipo de LO JUSTO S.A.C., identificada con el N° 14897 en señal de su calibración.
- * El instrumento forma parte de una miniestación meteorológica.
- ** Información especificada por fabricante.

**** FIN DEL DOCUMENTO ****

LO JUSTO S.A.C.
2017-12-30

ISO / IEC 17025

A 073368

**ANEXO N° 6: DATOS DE MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA
EQUIVALENTE LAEQTA**

PUNTOS	UBICACIÓN	NIVELES DE RUIDO dB(A)		
		LAFeqT		
		DÍA DE SEMANA		
		MAÑANA	TARDE	NOCHE
		8:00-2:00	3:00-9:00	10:00-3:00
P-1	Urb. Magnopata	51.6	52.9	52.3
P-2	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)	57.3	52.6	43.7
P-3	Av. Bolognesi con Calle León Velarde	67.3	63.2	52
P-4	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel	64.5	63.9	57.9
P-5	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)	66	67.6	57.1
P-6	Óvalo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)	70.3	73.9	66.8
P-7	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)	74.6	79.7	68.7
P-8	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)	71.6	80.1	69.6
P-9	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)	74.2	78.6	68
P-10	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)	65.9	77.5	66.5
P-11	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas	68.5	76	66.7

P-12	Calle Tronchadero 410	63.8	63.2	50.4
P-13	Calle Tronchadero con Calle Perú	66.8	60.7	47.6
P-14	Calle Jerusalén 304	64.4	62.7	61.1
P-15	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)	65.6	65.3	57.5
P-16	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac	66.6	63.6	58.6
P-17	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)	71.7	66.9	60.5
P-18	Calle León Velarde con Calle Misti	68.8	68.1	60.7
P-19	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel	67.1	64	59
P-20	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Convenciones)	67	62.9	59.5
P-21	Calle Misti con Calle Arica	66.3	68.4	60.6
P-22	Calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)	69.4	68.9	62.6
P-23	Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo	66.1	62.9	63
P-24	Calle Antiquilla con Ronda Recoleta	66.6	65.9	57.6
P-25	Av. Emmel 202 (Esquina de la Pollería "El Pollo Real")	66.2	66.3	61
P-26	Ronda Recoleta s/n (Frente a la puerta de la GREA)	61.3	57.6	48

PUNTOS	UBICACIÓN	NIVELES DE RUIDO dB(A)		
		LAFeqT		
		FIN DE SEMANA		
		MAÑANA	TARDE	NOCHE
		8:00-2:00	3:00-9:00	10:00-3:00
P-1	Urb. Magnopata	49.1	51.5	52
P-2	Av. Bolognesi, cuadra 5 (Frente a la puerta de la Quinta de Yanahuara)	53.6	48	42.8
P-3	Av. Bolognesi con Calle León Velarde	62.9	59.3	54.2
P-4	Av. Bolognesi con Calle Cuesta del Ángel	68.8	66.2	62
P-5	Av. Bolognesi, cuadra 1 (Frente a Clínica SANNA)	64	61.4	58.3
P-6	Óvalo Grau con Av. Bolognesi (En la berma triangular)	66.9	68.4	69.7
P-7	Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)	74.8	72.25	72.2
P-8	Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)	70.2	70.4	68.8
P-9	Av. Ejército, cuadra 6 (Frente a Movistar y Metro)	70.1	68.7	69.1
P-10	Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)	71.7	71.6	66.8

P-11	Av. Cayma con Calle Las Orquídeas	70.8	69.4	66.6
P-12	Calle Tronchadero 410	63.5	57.2	49.3
P-13	Calle Tronchadero con Calle Perú	61.3	54	48
P-14	Calle Jerusalén 304	60.7	56.5	57.8
P-15	Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)	59	66.3	59.6
P-16	Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac	62.4	59.2	57.3
P-17	Calle León Velarde 408 (Frente a SENCICO)	68.7	65.95	62.4
P-18	Calle León Velarde con Calle Misti	68.1	66.5	61.3
P-19	Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel	65	64.5	56.8
P-20	Calle Alfonso Ugarte con Calle Bolívar (Fuera del Centro de Convenciones)	66.4	63.5	54.3
P-21	Calle Misti con Calle Arica	63.8	64.45	62
P-22	Calle Misti con Calle Leoncio Prado (Frente al Restaurant La Nueva Palomino)	62.3	66.05	63.2
P-23	Calle Pampita Zevallos con Calle Francisco Mostajo	62.8	61.9	63.2

P-24	Calle Antiquilla con Ronda Recoleta	64.5	67.8	65.1
P-25	Av. Emmel 202 (Esquina de la Pollería "El Pollo Real")	66.4	66.2	65.3
P-26	Ronda Recoleta s/n (Frente a la puerta de la GREA)	58.4	57.3	54.8



ANEXO N° 7: DATOS METEOROLÓGICOS

Día	Hora	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa	Temperatura
20/10/2018	01:00	0.004	279.1	46.08	14.73
20/10/2018	02:00	0.135	330	47.33	14.31
20/10/2018	03:00	0.185	22.03	46.89	13.92
20/10/2018	04:00	0.012	19.81	46.85	13.68
20/10/2018	05:00	0.016	22.92	46.31	13.43
20/10/2018	06:00	0.002	25.26	46.17	14.19
20/10/2018	07:00	0.435	31.58	39.45	17.46
20/10/2018	08:00	1.353	348.1	36.05	20.09
20/10/2018	09:00	2.272	323.6	33.21	20.54
20/10/2018	10:00	2.976	337.3	31.6	21.55
20/10/2018	11:00	3.621	349.1	28.76	21.73
20/10/2018	12:00	3.431	348.5	28.82	22.99
20/10/2018	13:00	3.652	351.2	29.98	23.11
20/10/2018	14:00	3.851	353.4	32.32	22.97
20/10/2018	15:00	4.049	355.9	33.52	22.22
20/10/2018	16:00	3.921	338.8	39.34	21.23
20/10/2018	17:00	3.248	355.4	42.47	18.88
20/10/2018	18:00	1.38	286.4	47.14	17.69
20/10/2018	19:00	1.582	281.7	51.71	16.66
20/10/2018	20:00	0.42	280.6	48.77	16.25
20/10/2018	21:00	1.1	278.8	50.64	15.72
20/10/2018	22:00	1.039	278	49.37	15.36
20/10/2018	23:00	0.037	279.2	50.57	14.76
20/10/2018	00:00	0.022	278.9	50.93	14.19
21/10/2018	01:00	0.023	278.1	50.2	13.7
21/10/2018	02:00	0.127	274.8	52.03	13.38
21/10/2018	03:00	0.013	276.9	52.3	13.14
21/10/2018	04:00	0.005	275.7	53.81	12.66
21/10/2018	05:00	0.029	274.9	54.74	12.3
21/10/2018	06:00	0.022	272.7	49.26	14.77
21/10/2018	07:00	0.169	351.5	40.64	19.15
21/10/2018	08:00	1.212	4.482	37.23	19.73
21/10/2018	09:00	2.089	0.787	37.19	20.9
21/10/2018	10:00	3.314	292.4	36.8	21.65
21/10/2018	11:00	3.852	350	38.87	21.88
21/10/2018	12:00	3.72	348.4	41.81	21.76
21/10/2018	13:00	3.457	296.1	43.44	20.37
21/10/2018	14:00	3.937	342.5	42.65	21.91
21/10/2018	15:00	3.994	347.3	43.13	21.69
21/10/2018	16:00	3.249	301.9	46.49	20.28
21/10/2018	17:00	3.417	283.7	47.56	19.43
21/10/2018	18:00	2.863	280.4	58.11	16.54

Dia	Hora	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa	Temperatura
21/10/2018	19:00	1.169	279.4	61.21	15.61
21/10/2018	20:00	1.319	279	57.73	15.38
21/10/2018	21:00	0.651	278.3	60.25	14.57
21/10/2018	22:00	0.51	277.6	51.31	14.74
21/10/2018	23:00	0.601	276.6	40.2	15.08
21/10/2018	00:00	0.329	275.1	46.97	14.43
22/10/2018	01:00	0.089	276.4	45.8	14.13
22/10/2018	02:00	0.006	278.5	47.73	13.7
22/10/2018	03:00	0.078	273.9	46.49	13.23
22/10/2018	04:00	0.03	274.3	54.83	12.81
22/10/2018	05:00	0.027	270.1	56.67	12.53
22/10/2018	06:00	0.446	272	54.31	14.71
22/10/2018	07:00	0.449	297.8	49	18.34
22/10/2018	08:00	1.513	25.28	47.1	19.2
22/10/2018	09:00	2.726	75.6	40.99	20.28
22/10/2018	10:00	2.841	47.67	36.14	21.29
22/10/2018	11:00	3.462	336	36.08	22.02
22/10/2018	12:00	3.741	11.54	36.52	22.29
22/10/2018	13:00	3.867	12.32	35.82	22.57
22/10/2018	14:00	4.195	348.7	36.37	22.31
22/10/2018	15:00	4.01	346.6	41.12	21.79
22/10/2018	16:00	3.684	305.1	44.18	20.34
22/10/2018	17:00	3.498	283.8	45.17	18.82
22/10/2018	18:00	2.42	280.5	46.91	17.36
22/10/2018	19:00	0.552	280.3	48.4	16.68
22/10/2018	20:00	0.931	279.2	49.67	16.39
22/10/2018	21:00	0.589	277.6	51.55	15.7
22/10/2018	22:00	0.329	277.3	53.12	15.02
22/10/2018	23:00	0.569	275.2	55.03	14.55
22/10/2018	00:00	0.496	275.3	55.81	13.38
23/10/2018	01:00	0.336	274.3	55.95	13.02
23/10/2018	02:00	0.352	272.8	57.88	12.45
23/10/2018	03:00	0.003	278	59.76	11.62
23/10/2018	04:00	0.175	271.9	58.42	12.03
23/10/2018	05:00	0.231	272.4	55.87	13.12
23/10/2018	06:00	0.229	271.5	55.21	13.51
23/10/2018	07:00	0.188	272.4	50.6	15.96
23/10/2018	08:00	1.453	272.1	46.65	17.86
23/10/2018	09:00	2.599	43.05	45.27	19.59
23/10/2018	10:00	3.202	52.87	41.79	20.75
23/10/2018	11:00	3.778	12.98	39.78	21.41
23/10/2018	12:00	3.679	334.9	37.84	22.02
23/10/2018	13:00	3.725	358	36.18	22.43
23/10/2018	14:00	3.669	13.71	36.21	22.5

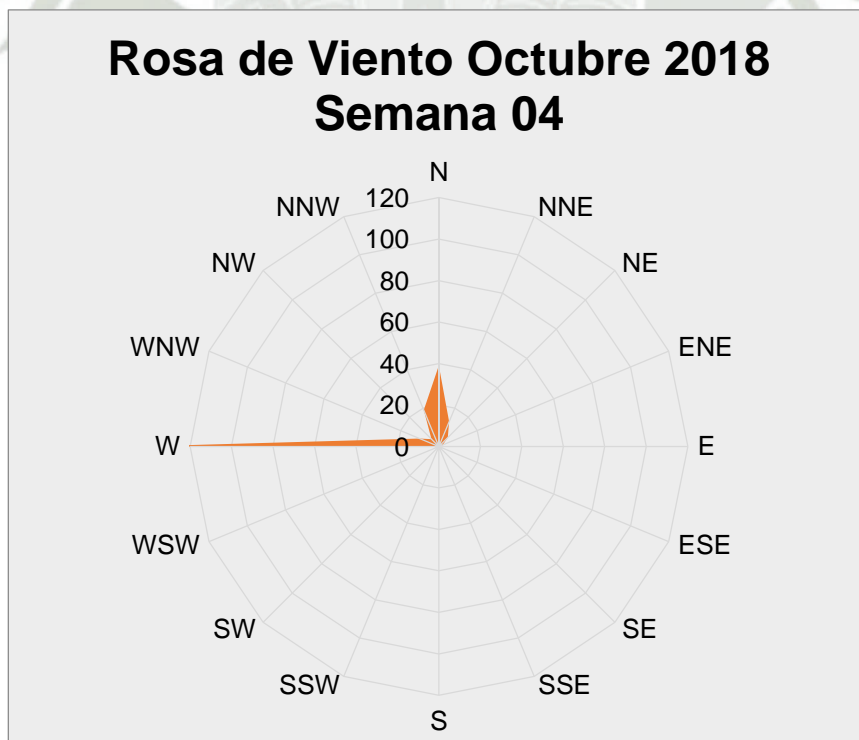
Dia	Hora	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa	Temperatura
23/10/2018	15:00	4.555	351.7	39.26	21.68
23/10/2018	16:00	4.108	288.9	37.72	20.42
23/10/2018	17:00	2.926	281.8	36.75	19.3
23/10/2018	18:00	2.337	279.4	37.36	17.9
23/10/2018	19:00	1.512	278.4	39.15	17.21
23/10/2018	20:00	0.121	279	41.42	16.66
23/10/2018	21:00	0.981	277.1	43.18	16.15
23/10/2018	22:00	0.042	278.9	44.29	15.34
23/10/2018	23:00	0.028	277.8	46.56	14.95
23/10/2018	00:00	0.294	275.2	48.74	14.3
24/10/2018	01:00	0.649	273.7	52.67	13.68
24/10/2018	02:00	0.705	272.8	55.15	12.69
24/10/2018	03:00	0.623	272.7	55.41	12.42
24/10/2018	04:00	0.061	276.6	58.12	11.47
24/10/2018	05:00	0.05	273.7	60.62	11.23
24/10/2018	06:00	0.123	272.6	59.32	12.02
24/10/2018	07:00	1.109	271.6	49.24	15.22
24/10/2018	08:00	0.813	350.5	42.92	18.44
24/10/2018	09:00	1.997	7.22	41.71	20.66
24/10/2018	10:00	3.529	346.6	42.88	20.69
24/10/2018	11:00	3.958	9.4	47.94	20.9
24/10/2018	12:00	4.011	9.02	47.39	21.43
24/10/2018	13:00	4.073	343.2	46.82	21.35
24/10/2018	14:00	3.723	353.7	47.6	21.33
24/10/2018	15:00	3.863	291.1	48.93	20.59
24/10/2018	16:00	3.832	281.5	49.56	19.92
24/10/2018	17:00	3.389	279.8	53.35	18.63
24/10/2018	18:00	3.305	278.1	59.7	16.04
24/10/2018	19:00	1.913	277.3	61.88	15.01
24/10/2018	20:00	0.456	276.9	63.05	14.6
24/10/2018	21:00	0.822	276.4	62.7	14.74
24/10/2018	22:00	1.752	275.6	62.84	14.59
24/10/2018	23:00	0.397	274.9	62.63	14.47
24/10/2018	00:00	0.024	277.7	63.82	14.45
25/10/2018	01:00	0.313	273.7	63.91	14.41
25/10/2018	02:00	0.165	274.1	65.12	13.97
25/10/2018	03:00	0.032	274.8	62.41	13.93
25/10/2018	04:00	0	0	65.08	12.99
25/10/2018	05:00	0.003	274	65.45	12.97
25/10/2018	06:00	0.006	273.9	61.03	14.67
25/10/2018	07:00	1.402	313.2	53.44	17.21
25/10/2018	08:00	1.943	18.12	50.43	18.83
25/10/2018	09:00	2.581	13.78	49.45	19.89
25/10/2018	10:00	3.011	13.82	47.8	20.89

Dia	Hora	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa	Temperatura
25/10/2018	11:00	3.635	48.11	47.54	20.93
25/10/2018	12:00	3.59	65.89	46.88	20.6
25/10/2018	13:00	3.239	48.22	46.79	20.56
25/10/2018	14:00	3.595	37.68	46.72	20.97
25/10/2018	15:00	3.846	342.8	47.64	20.63
25/10/2018	16:00	3.933	302.6	48.65	19.79
25/10/2018	17:00	3.023	281.7	50.07	18.72
25/10/2018	18:00	2.625	279.1	53.36	16.84
25/10/2018	19:00	1.077	278.2	55.35	16.1
25/10/2018	20:00	0.335	277.8	57.55	15.55
25/10/2018	21:00	1.254	276.2	56.44	15.28
25/10/2018	22:00	0.636	275.6	56.97	15.02
25/10/2018	23:00	0.021	277.3	59.31	14.25
25/10/2018	00:00	0.012	274.7	61.17	13.74
26/10/2018	01:00	0.546	272.9	60.53	13.39
26/10/2018	02:00	0.02	275.8	61.61	12.78
26/10/2018	03:00	0.088	273.2	61.28	12.31
26/10/2018	04:00	0.609	271.8	58.08	12.22
26/10/2018	05:00	0.458	271	58.61	11.68
26/10/2018	06:00	0.539	270.4	51.83	14.25
26/10/2018	07:00	0.72	296.1	42.94	18.94
26/10/2018	08:00	1.325	8.71	39.34	20.79
26/10/2018	09:00	2.59	14.89	37.51	21.99
26/10/2018	10:00	3.586	32.34	41.74	21.87
26/10/2018	11:00	3.463	78	40.48	22.43
26/10/2018	12:00	3.808	96.6	40.76	22.82
26/10/2018	13:00	4.111	52.15	42.22	22.74
26/10/2018	14:00	4.113	1.275	42.26	22.8
26/10/2018	15:00	4.14	7.18	42.13	22.08
26/10/2018	16:00	3.612	349.8	40.08	21.47
26/10/2018	17:00	3.377	290	41.17	19.6
26/10/2018	18:00	2.224	281.9	43.01	17.89
26/10/2018	19:00	1.039	280.1	42.91	17.24
26/10/2018	20:00	0.414	279.7	43.87	16.81
26/10/2018	21:00	0.707	278	45.98	16.3
26/10/2018	22:00	0.213	277.7	47.28	16.23
26/10/2018	23:00	0.203	277.6	49.82	15.63
26/10/2018	00:00	0.061	277	50.2	15.58
27/10/2018	01:00	0.049	276.1	50.54	15.23
27/10/2018	02:00	0.038	273.6	49.16	14.87
27/10/2018	03:00	0.024	275.4	49.12	14.29
27/10/2018	04:00	0.115	273.5	47.65	13.86
27/10/2018	05:00	0.034	273.4	52.24	13.23
27/10/2018	06:00	0.142	271.8	49.04	15.28

Dia	Hora	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa	Temperatura
27/10/2018	07:00	0.39	299.6	42.13	18.04
27/10/2018	08:00	1.477	12.54	36.96	20.4
27/10/2018	09:00	1.828	9.01	36.94	22.6
27/10/2018	10:00	2.865	7.35	37.26	23.05
27/10/2018	11:00	3.653	10.06	36.11	23.45
27/10/2018	12:00	3.866	36.37	36.24	23.48
27/10/2018	13:00	3.702	16.13	34.84	23.75
27/10/2018	14:00	3.855	38.16	32.29	24.21
27/10/2018	15:00	3.867	324.4	31.9	24.06
27/10/2018	16:00	3.79	330.5	32.88	22.95
27/10/2018	17:00	3.454	308.2	35.21	21.06
27/10/2018	18:00	2.465	284.3	37.41	18.85
27/10/2018	19:00	1.183	281.8	38.38	17.9
27/10/2018	20:00	0.696	281.1	38.83	17.62
27/10/2018	21:00	0.226	280.3	40.8	16.51
27/10/2018	22:00	0.222	278.8	42.17	16.04
27/10/2018	23:00	0.5	276.8	43.99	15.36
27/10/2018	00:00	0.336	276.7	42.7	15.35



ANEXO N° 8: VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO: ROSA DE VIENTO



ANEXO N° 9: ANEXO FOTOGRÁFICO

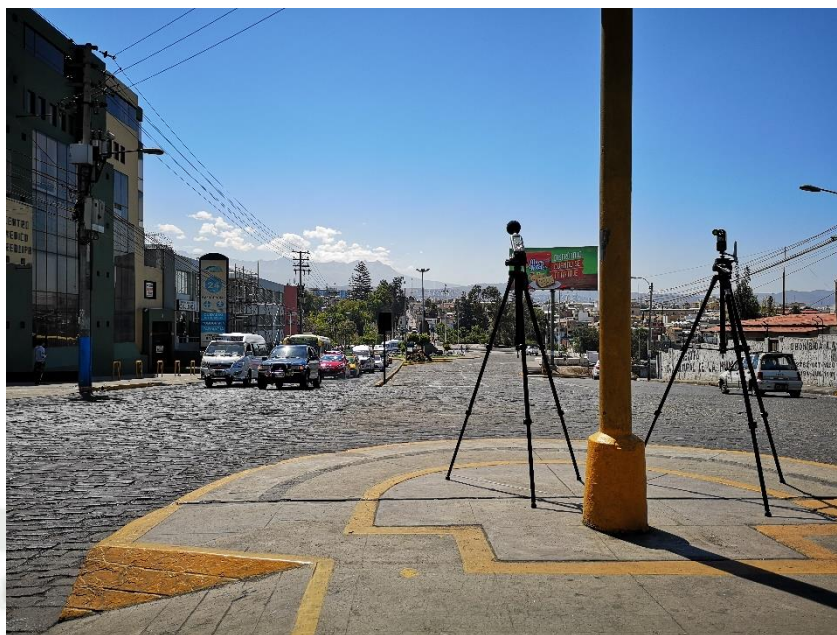


Ilustración N° 40: Monitoreo en el P-7 en la Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)



Ilustración N° 41: Verificación de los resultados en la Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)



Ilustración N° 42 Monitoreo P-8 en la Av. Ejército, cuadra 3 (En la berma central)



Ilustración N° 43 Ubicación de la mini estación meteorológica en el P-8 de la Av. Ejército, cuadra 3 (Berma central)



Ilustración N° 44: Monitoreo en el P-10 en la Av. Ejército, cuadra 8 (Frente al Mall Plaza y BBVA)



Ilustración N° 45 Ubicación de la mini estación meteorológica en el P-15 Calle Jerusalén, cuadra 5 (Plaza de Yanahuara)



Ilustración N° 46: Monitoreo en el P-3 en la Av. Bolognesi con Calle León Velarde



Ilustración N° 47: Monitoreo nocturno en la Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)



Ilustración N° 48: Monitoreo en el P-18 en la Calle León Velarde con Calle Misti



Ilustración N° 49: Monitoreo en el P-16 en la Calle Jerusalén con Calle Manco Cápac.



Ilustración N° 50: Monitoreo en el P-7 en la Av. Ejército, cuadra 1 (Frente a Clínica Arequipa y Edificio Nasya)



Ilustración N° 51: Monitoreo en el P-12 en la Calle Alfonso Ugarte con Calle Cuesta del Ángel



Ilustración N° 52: Monitoreo en el P-12 en la Calle Tronchadero 410



Ilustración N° 53: Monitoreo en el P-8 en la Av. Ejército, cuadra 3 (Berma central)