

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS PANTANOS DE VILLA  
MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**CUSACANI GUERRERO, FLOR DE JAZMIN**

**Villa El Salvador  
2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme Salud e Inspiración todos los días, para llegar hasta este punto de mi carrera, le doy gracias por su amor infinito.

A mis padres por todo el amor y apoyo que he recibido de ellos a lo largo de estos años, por confiar en mis sueños y metas.

A todos mis seres queridos, por brindarme apoyo constante en diferentes etapas de mi vida.

A mi asesor y revisores, quienes fueron también profesores de aula, por su aporte en mi educación y elaboración del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi eterno agradecimiento a mi Alma Mater, UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR, por brindarme la oportunidad de acceder a una educación universitaria en la carrera de ingeniería ambiental que tanto amo, gracias a mis profesores de aula por compartir su conocimiento, experiencia y ética profesional conmigo, siempre tendré en cuenta sus palabras a lo largo de mi desarrollo profesional.

Agradezco a mi asesor Dr. Robert Rafael Rutte, mis revisores Ing. Edgar Marcelino Tarmeño e Ing. Alex Segundino Armas Blancas por su apoyo en el proceso de elaboración del presente trabajo, y, por último, pero no menos importante, al Mg. Rubén Armando Daga López por su apoyo desinteresado en el uso de las metodologías del software para la elaboración de los Mapas de Ruido.

Mi agradecimiento a PROHVILLA, por haber permitido que sea parte de su organización para complementar mi desarrollo profesional y brindarme los datos requeridos para el presente trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a mis seres queridos, como lo son mis amigos más cercanos, por sus palabras de aliento e inspiración.

## INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Objetivos .....	2
1.1.1.    Objetivo General.....	2
1.1.2.    Objetivos Específicos .....	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.    Antecedentes .....	3
2.1.1.    Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2.    Antecedentes Nacionales .....	5
2.2.    Bases teóricas.....	6
2.2.1.    Sonido .....	6
2.2.2.    Propagación del Sonido.....	6
2.2.3.    Ruido .....	7
2.2.10.    Ruido Ambiental .....	13
2.2.11.    Mapa de Ruido .....	14
2.2.12.    Análisis Geoestadístico .....	14
2.2.13.    Variograma .....	16
2.2.14.    Kriging .....	16
2.2.15.    La Relación entre la Contaminación Acústica y las Aves .....	18
2.2.16.    Transectos.....	19
2.2.17.    Comunidad .....	19
2.2.18.    Climatología del Área Natural Protegida Pantanos de Villa.....	19
2.3.    Marco Legal .....	21
2.4.    Definición de términos básicos.....	24

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL .....	27
3.1. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo .....	27
3.1.1. Lugar de Ejecución .....	27
3.1.2. Duración .....	27
3.1.3. Selección de la Población y Muestra .....	28
3.2. Determinación y Análisis del Problema.....	28
3.3. Materiales y Equipos.....	30
3.4. Métodos y Procedimientos.....	31
3.4.1. Determinación del nivel de ruido en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa.....	31
3.4.2. Análisis de las mediciones de ruido.....	39
3.4.3. Generación de los mapas de ruido.....	41
3.5. Resultados.....	44
3.5.1. Caracterización del tráfico vehicular.....	44
3.5.2. Niveles de Ruido en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa .....	47
3.5.3. Nivel de Ruido en los Puntos de Control .....	52
3.5.4. Mapas de Ruido.....	54
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES .....	65
BIBLIOGRAFÍA .....	67
ANEXOS .....	70

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Curvas de Ponderación.....	9
Figura 2: Rosa de Vientos Estación Pantanos de Villa (1996 - 2006).....	21
Figura 3: Mapa de Ubicación de Puntos de Monitoreo.....	36
Figura 4: Niveles de ruido en la Zona de Reglamentación Especial en octubre .....	49
Figura 5: Niveles de ruido en la Zona de Reglamentación en diciembre .....	51
Figura 6: Comparación de los resultados de los meses de octubre y diciembre.....	51
Figura 7: Histograma y diagrama de caja del ruido ambiental en octubre.....	55
Figura 8: Diagrama de comparación de la media y mediana de octubre .....	56
Figura 9: Gráfico QQPlot de octubre .....	56
Figura 10: Histograma y diagrama de caja del ruido ambiental en diciembre .....	58
Figura 11: Diagrama de caja de comparación de la media y mediana de diciembre ....	58
Figura 12: Gráfico QQPlot de diciembre .....	59
Figura 13: Mapa de ruido de Pantanos de Villa, mes de octubre de 2019.....	62
Figura 14: Mapa de ruido de Pantanos de Villa, mes de diciembre de 2019 .....	63

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Registros de la Estación Meteorológica Pantanos de Villa .....	20
Tabla 2: Descripción de los sonómetros utilizados .....	32
Tabla 3: Descripción de la ubicación de los puntos de medición .....	34
Tabla 4: Ubicación de los puntos de control.....	35
Tabla 5: Escala de colores según ISO 1196: 1987 – 2 .....	43
Tabla 6: Tasa de Flujo Vehicular .....	45
Tabla 7: Resultados del Monitoreo Ambiental en octubre .....	48
Tabla 8: Resultados del Monitoreo Ambiental en diciembre .....	50
Tabla 9: Resultados en los puntos de control del mes de octubre .....	53
Tabla 10: Resultados en los puntos de control del mes de diciembre .....	53
Tabla 11: Estadístico descriptivo de los datos de ruido ambiental en octubre .....	54
Tabla 12: Estadístico descriptivo de los datos de ruido ambiental en diciembre .....	57
Tabla 13: Cuadro resumen de los resultados de los Mapas de Ruido .....	60
Tabla 14: Resumen de la predicción de errores de la Validación cruzada.....	61

## RESUMEN

Pantanos de Villa es un Área Natural protegida en la categoría de Refugio Silvestre considerada como un humedal de importancia Ramsar que alberga unas 210 especies de aves, entre migratorias y residentes. En el caso de las residentes, es un refugio permanente dentro de una ciudad con alta densidad poblacional y donde cada día se pierden espacios naturales como los mismos humedales y las Lomas; mientras que para las migratorias sirve de refugio temporal y zona de alimento para continuar con su viaje o ciclo de migración. Esta ANP colinda con avenidas con alto flujo vehicular, las cuales son fuentes de ruido ambiental con niveles que sobrepasan los 50 dB establecidos en la ordenanza N°2264.

El presente estudio ha analizado mediante técnicas geo estadísticas los datos de las mediciones de ruido ambiental realizadas en octubre y diciembre de 2019. Con este análisis se pretende estimar la dispersión del ruido en el ANP.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

La contaminación por Ruido Ambiental es un problema presente en todos los países, a medida que crece su economía y su población, la necesidad de transporte aumenta, generando un problema constante que debe ser evaluado para proponer medidas de mitigación.

Las Áreas Naturales Protegidas fueron creadas con el fin de conservar una muestra representativa de Biodiversidad, para este fin se destina un presupuesto y normalmente se cumple con estas condiciones ya que estas reservas suelen estar ubicadas en zonas lejanas al sector industrial o urbano, sin embargo, la ANP Pantanos de Villa se encuentra en La capital del Perú, Lima.

Esta ubicación genera que los esfuerzos por conservar la ANP aumenten debido a la mayor cantidad de amenazas, la principal: El Ruido Ambiental generado por Tráfico vehicular de las carreteras adyacentes a la ANP, esta fuente genera un impacto sobre la comunidad de aves que habitan de manera permanente o transitoria en la ANP. Cabe mencionar que los niveles de ruido ambiental medidos en las vías adyacentes superan el límite establecido en la Odenanza N°2264-MML, lo cual es preocupante porque los altos niveles de ruido pueden interferir con la transmisión de la información codificada en los cantos de las aves (Polak, 2014).

Ante lo mencionado, el presente estudio pretende analizar el ruido ambiental generado en estas vías adyacentes y estimar valores dentro del ANP y en sus alrededores mediante el diseño de un mapa de ruido. Con esta información se suma los esfuerzos de conservación y protección que a la fecha se vienen desarrollando.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar el ruido ambiental generado por el tráfico vehicular en las carreteras aledañas a los Pantanos de Villa mediante la elaboración de mapas de ruido.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el ruido ambiental generado por el tráfico vehicular de las carreteras aledañas a los Pantanos de Villa.
- Generar un mapa de ruido para identificar las zonas de mayor contaminación acústica.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

###### ***Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos***

En esta investigación se analizó los métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido. Para tal propósito se realizó mediciones del nivel de presión sonora equivalente de acuerdo a la normativa ambiental colombiana. Se obtuvo curvas de niveles de ruido empleando los métodos de interpolación Kriging e IDW en el software de sistemas de información geográfica: ArcGis. Los resultados de las interpolaciones fueron analizados para determinar qué modelo pronosticaba datos más precisos. Finalmente, el estudio concluyó que el método de interpolación Kriging era el más adecuado para realizar mapas de ruido en ciudades (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo y Rendón, 2012).

###### ***Generación de un modelo de predicción de ruido aplicando técnicas geoestadísticas en las parroquias de san rafael y sangolquí del cantón rumiñahui***

Gómez y Parra (2012), realizaron un estudio Rumiñahui sobre el ruido y su impacto en la población general, para este fin aplicaron técnicas geoestadísticas para predecir y valorar la propagación del ruido en el área de estudio en horarios diurnos y nocturnos. Elaboraron mapas de ruido

empleando la interpolación Kriging obtuvieron un total de puntos estimados cuya presión sonora estaba por encima de los 65, 104 dBA.

***Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en Aeropuertos, estudio de caso: aeropuerto olaya herrera de la Ciudad de Medellín***

Este estudio tuvo por objeto presentar la metodología de elaboración de mapas de ruido empleando el software de sistemas de información geográfica ArcGis. Realizo mediciones de ruido, las cuales analizo haciendo uso de técnicas de geo estadística que correlacionan variables cercanas en tiempo o espacio. Para este fin, empleo diferentes técnicas y procedimientos hasta concluir que la interpolación Kriging era la más eficiente para representar fenómenos continuos como el ruido (Cano, 2009).

***The influence of road traffic on birds autumn period: Implications forplanning and management of road network***

*"La influencia del ruido del tráfico vehicular en las aves durante el otoño: implicaciones para planficar y manejar las redes de carreteras"*

El principal objetivo de este estudio fue estudiar determinar la influencia de las carreteras con alto flujo vehicular en las aves durante la temporada de migración. Se establecieron 36 puntos de observación ubicados a tres distancias (60m, 310m, y 560m) dela carretera. En cada punto se determinó las características del hábitat y la intensidad del ruido. Se registró un total de 648 individuos de 25 especies, los cuales fueron grabados en el otoño. Se observó que la diversidad de especies era menor en las zonas cercanas a la carretera. El número de especies se correlaciono con el ruido medido en el área de estudio (Polak, 2015).

***Dominant frequency of songs in tropical bird species is higher in sites with high noise pollution***

*“La frecuencia dominante de las canciones en las especies de aves tropicales es mayor en lugares con alta contaminación acústica”*

Los altos niveles de ruido en las áreas urbanas representan un reto para la comunicación de las aves. Muchas especies adecuan su frecuencia de vocalización para seguir comunicándose. Los objetivos de este estudio fueron comparar la frecuencia dominante de las canciones de las aves en el bosque a distancias lejanas y cercanas de las áreas urbanas, establecer una correlación entre la frecuencia dominante y los niveles de ruido en ese ambiente y verificarla respuesta entre las aves. Se registró el canto de aves entre julio de 2013 y noviembre de 2014 en cuatro zonas diferentes de vegetación. El estudio concluyó que el ruido generado por el tráfico vehicular y las zonas urbanas esta correlacionado con los cambios en la vocalización de las aves de pequeñas zonas de vegetación.

**2.1.2. Antecedentes Nacionales**

***Evaluación del ruido ambiental en los Pantanos de Villa y su efecto en la comunidad de aves***

Camargo (2018) evaluó el ruido proveniente del tráfico vehicular que afecta a la comunidad de aves en el Área Natural Protegida del Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa. Para este fin, empleo el modelo de predicción SPreAD GIS, que incorpora información fisiográfica y meteorológica. De esta manera puedo determinar que el ruido no afecta a la abundancia relativa al espacio o densidad poblacional. No obstante, se observó que los lugares con niveles elevados de ruido contaban con un menor índice de diversidad a comparación de los lugares con menores niveles de ruido.

## ***Evaluación de la contaminación acústica en el Centro Histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido***

Yagua (2016) realizó mediciones de los niveles de presión sonora a lo largo del Centro Histórico de Tacna con el fin de elaborar Mapas de Ruido para analizar los datos. Los resultados también fueron comparados con el D.S. N° 85-2003-PCM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido". De esta manera se determinó que existen zonas en el Centro Histórico de Tacna con niveles de contaminación acústica.

### **2.2. Bases teóricas**

#### **2.2.1. Sonido**

El sonido se puede definir como una variación de presión que puede ser percibida por el oído (Kiely, 1999). "Una fuente vibratoria que produce sonido tiene una salida de energía total y el sonido origina una onda de presión sonora que se eleva alternativamente a un nivel máximo (compresión) y desciende a un nivel mínimo (enrarecimiento)" (Canter, 1998, p370).

#### **2.2.2. Propagación del Sonido**

Las ondas sonoras son longitudinales y estas se propagan a través de un medio, si este no existe, no hay sonido audible debido a que no se puede formar la onda correspondiente. La velocidad de propagación de las ondas sonoras va depender de las características físicas del medio. El sonido puede propagarse a través de un medio líquido, sólido o gaseoso. Si se propaga por un medio gaseoso, la vibración será transmitida a través de choques entre las partículas que conforman el gas, esto quiere decir que entre más partículas existan en el medio gaseoso, mayor será la velocidad de la onda sonora. En

un medio sólido, las fuerzas que unen las partículas que conforman este cuerpo son las mismas fuerzas que propagan la perturbación de un punto a otro (Ortiz, como se citó en Ojeda, 2016).

### 2.2.3. Ruido

El ruido se puede definir como un sonido indeseado o que ha sido emitido en el lugar momento y equivocado. También se le puede definir como sonido indeseable porque es lo bastante intenso para dañar la audición o por ser molesto de cualquier manera. Esta definición implica que el sonido "indeseable" tiene un efecto adverso sobre los humanos y su ambiente que puede perturbar la fauna y los sistemas ecológicos (Canter, 1998), Kiely (1999) afirma que: "Aunque el impacto de una fuente de ruido concreta se limita a un área específica, el ruido es tan penetrante que es casi imposible evitarlo" (p527).

El ruido se considera una molestia ambiental seria en países caracterizados por volúmenes altos de tráfico vehicular.este contaminante al igual que otros, significa un riesgo significativo a la salud humana, así como un impacto ecológico negativo sobre especies sensibles a este (Kiely, 1999).

- **Frecuencia**, "es el tono alto o bajo de un sonido y su unidad de medida son los Hertz (Hz) o ciclos por segundo. El hombre puede escuchar entre aproximadamente 20 Hz a 20.000Hz" (Ramirez y Dominguez, 2011, p.510).

Las canciones emitidas por las aves tienen un rango aproximado de 2 a 9 kHz, y este repertorio puede variar según los individuos (Wiley and Richards, como se citó en Polak, 2014)

- **Intensidad**, en términos básicos, se puede decir que es el volumen con el que se escucha el sonido. (Ramirez y Dominguez, 2011)

- **Patrón de tiempo**, "se refiere a cómo se manifiestan los sonidos en el tiempo. Incluye si es continuo, intermitente, impulsivo o fluctuante" (Ramirez y Dominguez, 2011, p.510).
- **Timbre**, "podría decirse que es la huella digital o característica particular que define e identifica a un sonido y que lo diferencia de otros sonidos" (Ramirez y Dominguez, 2011, p.510).

#### 2.2.4. El decibelio

El oído humano tiene la capacidad de percibir una amplia gama de presiones sonoras y su mecanismo auditivo responde de forma relativa a los cambios de presión del sonido. Por este motivo, en las mediciones de ruido se emplea una escala basada en la siguiente fórmula:

$$L_W = 10 \text{LOG}_{10} \frac{W}{10^{-12}}$$

Donde:

$L_w$  : Es el nivel de potencia sonora en dB para  $10^{-12}W$

W: Es la potencia sonora de la fuente de ruido, vatios (W)

(Kiely, 1999)

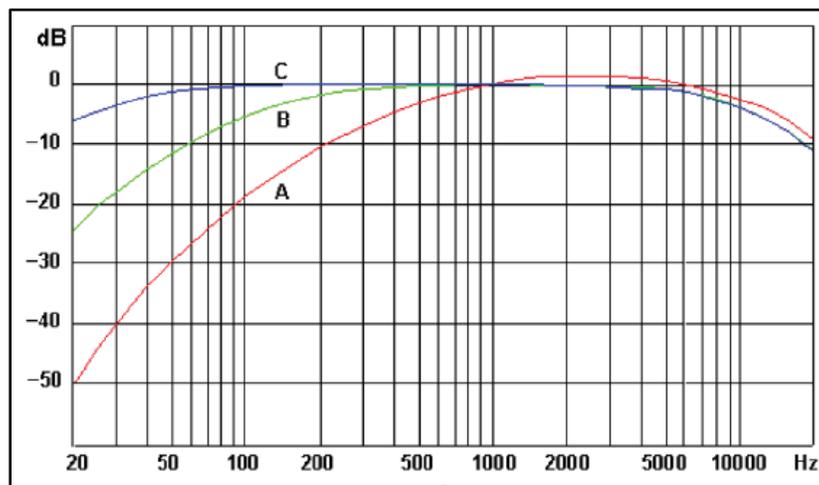
Por tanto, los sonómetros miden el nivel de sonido en decibelios, es preciso mencionar que el termino "nivel" hace referencia a una medición relativa. El nivel de presión del sonido depende de la fuente de ruido y del ambiente en donde se toma la medición de este (Kiely, 1999).

### 2.2.5. Curvas de Ponderaciones

En 1933 Fletcher y Munson establecieron las curvas isofónicas tras observar una dependencia entre la sonoridad y la frecuencia. En estas curvas, en frecuencias bajas y muy altas, se incrementa la intensidad de sonido, mientras que en las frecuencias medias la intensidad se mantiene (Gomez y Parra, 2012)

Los filtros que se utilizan para realizar mediciones de ruido se definieron en base a las curvas de isofonoría del oído para estar de acuerdo a la sensibilidad de este. Para este propósito, se atenúan las frecuencias bajas para reflejar un nivel sonoro representativo de la sensación de ruido recibida (Ojeda, 2016) Las curvas de sonoridad de Fletcher y Munson son estimaciones estadísticas, por tanto, los valores obtenidos se aplican a poblaciones, no a individuos (Gomez y Parra, 2012).

La ponderación A es comúnmente usada para estudios de contaminación acústica debido a que diversos estudios demuestran una correlación entre el nivel sonoro A y el daño auditivo (Gomez y Parra, 2012).



**Figura 1:** Curvas de Ponderación

**Fuente:** Ojeda, 2016

Como se muestra en la Figura 1, la red de ponderación A se utiliza para sonidos de baja intensidad; la ponderación B para sonidos de intensidad media; la ponderación C para sonidos de gran intensidad. Con el pasar del tiempo se elaboró la Ponderación D, la cual se usa exclusivamente para estudiar el ruido generado por los aviones.

#### **2.2.6. Octavas y Tercios de Octavas**

Cuando se requiere información detallada de un sonido, se puede dividir el rango de frecuencia en secciones o bandas. Las bandas suelen tener una anchura de una octava o tercio de octava. Los sonómetros digitales (como el que se usó en el presente estudio) facilitan este análisis de banda mediante el uso de la Transformada Rápida de Fourier (Anguera, 2012)

Una octava es la distancia entre una frecuencia  $F_a$  y una frecuencia  $F_b$ , cuando  $F_b$  es el doble de  $F_a$ . Si, por ejemplo, se tienen las frecuencias 60 Hz y 120 Hz hay una octava. La percepción auditiva se rige por filtros de tercios de octava, estos filtros se utilizan para medidas de ruido ambiental (Camargo, 2018)

#### **2.2.7. Ponderación A**

El oído humano no responde linealmente a los incrementos de presión sonora ya que la respuesta humana es logarítmica, por esta condición, las medidas de sonido están expresadas como "Nivel de presión sonora", que es la relación logarítmica entre la presión sonora y una presión de referencia, esta relación se expresa como una unidad adimensional de energía, el decibelio (dB). El nivel de referencia es 0, 0002  $\mu$ bar (Canter, 1998).

SPL = nivel de presión sonora, dB  
P= Presión Sonora,  $\mu\text{bar}$   
P0 = presión referencia, 0.0002  $\mu\text{bar}$

Los humanos no escuchamos por igual todas las frecuencias, ya que la audición es mayor desde 500 a 8000 Hz. Es por ello que usualmente en los monitoreos de ruido se emplean sonómetros que realizan las mediciones con un sistema de ponderación A, el cual simula al oído humano, y su denotación es: dBA (Ramirez y Dominguez, 2011).

Ramirez y Dominguez (2011) mencionan que la amplitud sonora del ser humano va desde  $10^{12}\text{S/m}^2$  hasta  $10\text{Wm}^2$ , para mayor facilidad, esta escala ha sido modificada a logaritmos y equivale a un rango de 0 a 140 dBA. La intensidad corresponde a una medida valorada respecto a un umbral de referencia ( $I_0= 10^{12}\text{W/m}^2$ ) así; Bel= $\text{Log}(I/I_0)$ ; Decibel= $10\text{log}(I/I_0)$ .

#### **2.2.8. Nivel de Sonido Equivalente con Ponderación A (LAeq)**

El nivel de sonido equivalente con ponderación A es la energía equivalente al nivel sonoro, en decibelios, en un periodo de tiempo determinado. También se le puede definir como el nivel de ruido constante equivalente que en un periodo de tiempo (Canter, 1998).

Se trata del nivel de presión sonora continuo equivalente en ponderación A durante un tiempo (Barti, como se citó en Camargo, 2018).

#### **2.2.9. Medidores de Sonido**

La potencia del ruido no puede ser medida directamente pero sí se puede medir la intensidad de sonido con instrumentos especializados como los sonómetros, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

Tipo 0, para mediciones referenciales.

Tipo 1, Nivel de precisión, se usa para mediciones in situ exactas.

Tipo 2, Nivel industrial, mediciones in situ no críticas.

Tipo 3, Nivel de campo con indicadores de nivel de sonido de baja calidad.

(Kiely, 1999)

Las especificaciones de construcción para las funciones del sistema de instrumentación se detallan en las publicaciones del Comité Internacional de Electrónica (IEC). Cada pieza del sonómetro se somete a pruebas para asegurar su manejo adecuado. Las precisiones globales las condiciones específicas de referencia son de 0.7 dB para el tipo 1 (...) Normalmente los sonómetros utilizan la ponderación A y C, y sus posiciones de lectura son *rápidas y lentas* (Kiely, 1999).

Los componentes de un sonómetro son:

- **Micrófono:** Convierte las variaciones de presión de las ondas sonoras en una señal eléctrica.
- **Amplificador:** Amplifica la señal recibida lo suficiente para permitir la medida de los niveles bajos.
- **Filtros y rectificador:** Realizan las ponderaciones necesarias para compensar la diferencia de sensibilidad del oído a las distintas frecuencias.
- **Convertidor:** Obtiene el valor de la señal integrando la señal para amplios periodos de tiempo de forma que la lectura sea significativa, cuando los niveles de ruido son fluctuantes.
- **Indicador:** Muestra la señal de salida una vez atravesadas las etapas de procesado.

(Cirrus, 2013)

### **2.2.10. Ruido Ambiental**

El Ruido Ambiental es el ruido proveniente de todas las fuentes que se ubican en el exterior de las áreas de trabajo. Estas fuentes se pueden identificar principalmente en: el tránsito vehicular y aéreo, obras de construcción, etc (Espinoza y Parra, 2012)

El tráfico vehicular es una de las fuentes de ruido más importantes, y está conformado por diferentes vehículos con diferentes niveles de emisión de ruido (...) Es posible reducir el ruido vehicular mediante controles rigurosos e introducción de vehículos más silenciosos (Kiely, 1999).

La principal fuente emisora de la contaminación acústica en las ciudades proviene del transporte vehicular, el cual es una necesidad diaria de movilización para personas o requerimientos de transporte de diferentes sectores económicos. El ruido vehicular en muchas ciudades del mundo puede llegar a un aproximado que varía desde 80 a 90 decibeles (dBA), nivel de ruido que puede igualarse al de un taladro a motor. Esta situación ocasiona impactos ambientales que en muchas ocasiones pasan desapercibidos por los gobiernos de cada país. (Ramirez y Dominguez, 2011).

La OMS (como se citó en Ramirez y Dominguez, 2011) señala estudios que han demostrado la existencia de una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo de un país y el nivel de contaminación acústica que afecta a su población. Esta situación es el resultado del aumento de numero de carreteras, vías y el tráfico vehicular.

En 2016 el Organismo de Evaluación Fiscalización Ambiental presento su informe sobre la Contaminación sonora en Lima y Callao, en la cual determino 100% de los puntos de medición excedió el Estándar de Calidad

Ambiental para Ruido en zonas de protección especial. También se observó un incremento en los niveles de presión sonora al comparar los datos de 2013 con los de 2015 (OEFA, 2016).

### **2.2.11. Mapa de Ruido**

El mapa de ruido es un instrumento esencial para la caracterización del grado de contaminación acústica. La información obtenida del mismo, permite a las entidades correspondientes tomar decisiones sobre planificación del territorio, fijando niveles máximos de ruido según el uso del suelo (...) Existen metodologías como el Kriging para la elaboración de las curvas de ruido de un mapa. Normalmente se realizan mediciones de ruido ambiental en el área o zona de interés para obtener registros de medición que después son analizados con técnicas de interpolación para estimar valores desconocidos y generar superficies continuas (Murillo et al, 2012)

Las representaciones de los niveles de presión sonora tienen diferencias con respecto a las mediciones in situ debido a que los métodos de interpolación no contemplan como se propaga el sonido, la presencia de fenómenos acústicos generados por edificaciones, entre otros factores presentes en el entorno de estudio. Esta carencia puede ser mitigada mediante el aumento del número de mediciones con la finalidad de registrar mayor cantidad de variaciones del sonido a medida que se propaga (Murillo et al., 2012).

### **2.2.12. Análisis Geoestadístico**

En la Geoestadística el propósito principal es la interpolación, por lo cual es necesario que exista continuidad espacial. Las ubicaciones del conjunto de puntos a tomar son seleccionadas a juicio del investigador.

La geoestadística es una técnica estadística aplicada al análisis geográfico cuyo objetivo principal es la predicción en un punto o conjunto de puntos del área de estudio (Lopez et al, como citó Ojeda, 2016). "Esta metodología se emplea para analizar los datos provenientes de un proceso Estocástico" (Gómez et al, 2012).

$$Z = \{Z_{(s)} : s \in D, D \subset R^d\}$$

Donde,

- $Z_{(s)}$ : Es una variable aleatoria en la ubicación  $s$ .
- $(s)$ : Representa una ubicación en el espacio muestral.
- $D$ : Es un subconjunto de índices (espacio muestral) y que se encuentra contenido en el espacio euclidiano  $d$ -dimensional ( $R^d$ )

El índice "s" proviene de un conjunto  $D$  continuo (Puntos en el espacio) y es seleccionada a juicio del investigador ( $D$  fijo) (Gómez et al, 2012). Esta metodología nos permite trabajar los niveles de ruido en diferentes puntos de medición ya que los puntos son seleccionados a juicio o criterio del investigador en cualquier lugar del área de interés.

El análisis geoestadístico es una herramienta imprescindible para el análisis de patrones de distribución espacial de datos ya que puede predecir los valores de una variable que se muestra distribuida en un espacio o en el tiempo de forma continua (Ojeda, 2016).

Con el objetivo de predecir y simular dichos fenómenos se realizan 3 procesos básicos: análisis exploratorio de datos, semivariogramas y la interpolación (Kriging) (Gomez et al, 2012).

- **Análisis Exploratorio de Datos**

La exploración de datos se realiza a través de gráficas y estadísticos descriptivos para identificar valores atípicos, verificar la forma de la distribución, cálculo de las medidas de variabilidad y medidas de correlación (Gomez et al, 2012)

En esta fase se pueden eliminar los valores atípicos, los cuales pueden presentar un registro mayor o menor a lo esperado, o que guarde muy poca relación con el resto de datos.

### **2.2.13. Variograma**

Esta técnica de análisis determina la dependencia espacial entre los datos medidos de una variable. El variograma es una función que permite determinar esta dependencia.

La interpretación del semivariograma experimental se realiza identificando dos puntos (lugares) cuya diferencia de los valores de las variables sea lo menor posible, porque esto indica mayor correlación espacial mutua (Gomez et al, 2012).

### **2.2.14. Kriging**

El Kriging es un método de interpolación basado en modelos estadísticos como la auto correlación entre los puntos medidos, gracias a esta técnica de estadística geográfica se construyen superficies de predicción que pueden proporcionar alguna medida de certeza. Es un proceso que incluye varios pasos como el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y la exploración de la superficie de varianza (Esri, sf).

- **Kriging Ordinario**

Es un modelo estadístico que usa la auto correlación espacial de las variables. Es un estimador lineal insesgado que genera superficies continuas a partir de puntos discretos. Usa la media (aunque sea desconocida) como una constante y a las variables como si fueran estacionarias y sin tendencias.

Los semivariogramas y vecindades obtenidas en el análisis exploratorio de datos se utilizan para establecer la auto correlación. El semivariograma representa la variabilidad de los puntos y su dependencia en función de la distancia y la dirección, a partir de la covarianza de estos mismos puntos (Murillo et al, 2012).

El método Kriging ordinario se puede predecir con la siguiente fórmula:

$$Z_{(x)}^* = \lambda_1 Z(x_1) + \lambda_2 Z(x_2) + \lambda_3 Z(x_3) + \dots + \lambda_n Z(x_n)$$

$$Z_{(x)}^* = \sum_i^n \lambda_i Z(x_i)$$

Donde  $\lambda_i$  representa los pesos o valores pronosticados de los valores originales. La suma de estas ponderaciones debe ser igual a 1 para que la esperanza del predictor sea igual a la esperanza de la variable.

Los pesos que disminuyen el error de predicción se determinan mediante la función covariograma a través de:

$$\lambda = C_{ij}^{-1} \cdot C_{i0}$$

Donde  $C_{ij} = COV [Z_{(xi)}, Z_{(xj)}]$ .

Este modelo se utiliza cuando el proceso es estacionario de media  $m$  desconocida.

Murillo et al., (2012) evidenció que el uso de la Herramienta Kriging ordinario para la construcción de mapas de ruido, presenta una alta relación entre los datos estadísticos de los puntos estimados y los medidos, su media fue la más cercana a cero (0) y la desviación estándar fue la mínima entre todas las condiciones.

El nivel continuo equivalente (LAeq) es un parámetro continuo que es utilizado como indicador para la evaluación de los mapas de curvas de ruido (Murillo, 2017).

#### **2.2.15. La Relación entre la Contaminación Acústica y las Aves**

El ruido puede modificar el comportamiento y ciertos parámetros poblacionales de los animales (Polak, 2014). En las aves, las señales acústicas tienen una función biológica primaria de reconocimiento de especies específicas que pueden ser clasificadas de acuerdo a sus características, roles en llamadas y canciones. Las canciones se usan para la comunicación a largas distancias, estas canciones pueden ser emitidas por el macho para atraer a una hembra, defender el territorio y competir por los recursos contra otros machos. (Tolentino, Baesse & Melo, 2018).

Las aves con cantos complejos son particularmente vulnerables al ruido de origen antropogénico, y las aves que viven cerca de las carreteras toman acción constante para evadir la interferencia de su comunicación vocal. (Polak. 2014)

Polak (2014) concluyo que las aves machos de robin *Erithacus rubecula* cantan desde posiciones por encima del suelo para evadir los niveles de ruido vehicular a través de una correlación. Sin embargo, cantar desde estas posiciones tiene un costo de depredación.

#### **2.2.16. Transectos**

Es un corte transversal a un área geográfica con el fin de recolectar información mientras el observador recorre este transecto. Esta técnica de ecología se usa para la observación y recojo de datos. (Ramirez, como se citó en Camargo, 2018).

#### **2.2.17. Comunidad**

Es el conjunto de poblaciones de animales y vegetales que interactúan en un espacio y tiempo determinado (Ramirez, 2005).

En la presente investigación la comunidad será todas las poblaciones de aves que habitan en Pantanos de Villa.

#### **2.2.18. Climatología del Área Natural Protegida Pantanos de Villa**

El Plan Maestro del año 2009 del ANP Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa contempla sus características Climatológicas registradas por su Estación Metrológica, las cuales están descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Registros de la Estación Meteorológica Pantanos de Villa*

Estación	Tipo	Coordenadas		Altitud (msnm)	Periodo de registro	Parámetros
		Latitud	Longitud			
Pantanos de Villa	Climatología Ordinaria	12° 15´	77° 02´	5	2005 - 2008	Temperatura Precipitación
					2005 – 2007	Humedad
					2006 - 2008	Evaporación

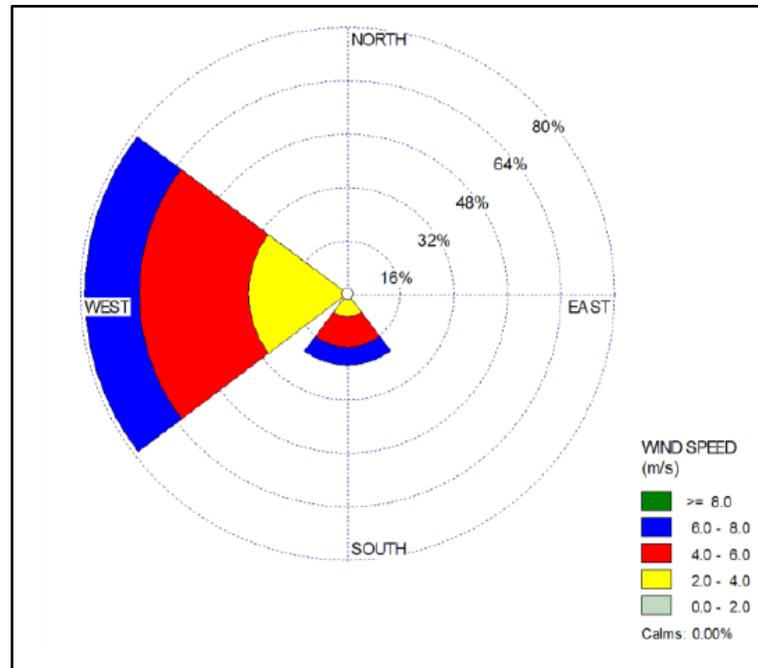
**Fuente:** Elaboración propia

El RVSPV tiene una temperatura media anual de 19.5 grados Celcius (°C), la temperatura máxima para fue de 29.0 °C y la mínima fue 11.5 ambas para el periodo 2005 – 2008. La Humedad Relativa registrada para el periodo 2005-2007 fluctúa entre 90 y 97% (IPDA, 2009).

- **Dirección y velocidad del viento**

La estación Pantanos de Villa de SENAMHI ha registrado datos desde el año 1996 hasta el año 2006, periodo en el cual se ha observado que la dirección predominante del viento es Sur y Sur Oeste con velocidades media que oscilan desde 0,8 m/s a 7,1 m/s. La escala de Beaufort establece una clasificación de vientos, según esta escala, el tipo de viento en Pantanos de Villa se describe de la siguiente manera: Ventolina con 0.9% y Flojito (Brisa muy débil) con 36%; Flojo (Brisa lijera) con 41.4% y Bonancible con 21.6%. La velocidad mínima es 0.8 m/s y se registró en febrero de 1996, mientras que la velocidad máxima es 71 m/s y se registró

entre marzo y abril del 2003 (DESSAU, 2017). En la Figura 2 se puede apreciar este comportamiento del viento:



**Figura 2:** Rosa de Vientos Estación Pantanos de Villa (1966 - 2006)

**Fuente:** DESSAU, 2017. Recuperado de la Estación Pantanos de Villa (1996) SENAMHI

### 2.3. Marco Legal

- Ordenanza N° 2264 – MML

Norma aprobada por la Municipalidad Metropolitana de Lima el 29 de julio de 2020, que establece medidas de manejo ambiental para la Zona de Reglamentación Especial (ZRE) del Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa. En el capítulo V, "Zona de Protección Paisajística de Borde", artículo

19°, Medidas de manejo ambiental de la Zona de Protección Paisajística de Borde se establece el acápite "h", que estipula los ruidos que se generen en la zona no deberán pasar los niveles dispuestos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruidos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, los cuales corresponden a 50 LAqT para el horario diurno y 40 LAqT para el horario nocturno, respectivamente.

- **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruidos: DS N° 085-2003-PCM**

Esta norma determina los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no sobrepasarlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. La norma establece zonas de aplicación como la Zona de Protección Especial cuyos valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A son: 50 dB (Horario diurno) y 40 dB (Horario nocturno). Las Zonas de Protección Ambiental son identificadas por la municipalidad provinciales.

- **Norma Técnica Peruana ISO 1996-1: - 2007 Índices Básicos Y Procedimiento de Evaluación.**

La presente parte de la norma proporciona una metodología o procedimientos para evaluar el ruido ambiental y la respuesta de molestia por parte de las personas que residen en el ambiente a evaluar.

- **Norma Técnica Peruana ISO 1996-2: 2008 - Determinación de los Niveles de Ruido**

La presente parte de la norma describe los procedimientos básicos para determinar los niveles de presión sonora en una evaluación de ruido ambiental. Cualquier ponderación en frecuencia o en cualquier banda de frecuencia puede ser utilizada en la presente norma.

- **Norma Técnica Peruana ISO 854.001-1: 2012 - Medición y valoración de un ruido presuntamente molesto proveniente de fuentes fijas**

La presente norma busca estandarizar el protocolo de registro de niveles de presión sonora para la medición y valoración del ruido originado por fuentes fijas en periodos de tiempo que fluctúan entre 10 a 60 minutos. La norma es aplicable para estudios de impacto ambiental acústico.

- **Norma Técnica Peruana ISO 854.001-2: 2012 - Medición del ruido ambiental para estudios de impacto ambiental acústico**

La segunda parte de la norma tiene como objetivo determinar la línea base de ruido ambiental y se puede aplicar para registrar el ruido generado por fuentes móviles como los vehículos.

- **IEC 61672-1: 2002 – Electroacústica–Sonómetro-Requisitos**

Esta norma es de tipo estándar internacional, y se publicó en tres partes, la primera, que la que se está utilizando en el presente trabajo de investigación especifica las categorías de sonómetros, los límites de tolerancia y las condiciones físicas que se requieren para uso adecuado de los sonómetros.

## 2.4. Definición de términos básicos

- **Decibel A (dBA):** Es una unidad adimensional del nivel de presión sonora que se utiliza para medir el ruido cuando se emplea el filtro de ponderación A, el cual simula la percepción del oído humano (DS N°085-2004-PCM).
- **Acústica:** Es la energía mecánica en forma de vibración o sonidos que pueden ser percibidos por la audición (DS N°085-2004-PCM).
- **Emisión de ruido:** Es el nivel de presión sonora que se origina en un lugar determinado por una fuente determinada (DS N°085-2004-PCM).
- **Fuente emisora de ruido:** Es cualquier elemento que tenga la capacidad de generar ruido hacia el exterior (OEFA, 2016)
- **Contaminación acústica:** Es la presencia de ruido en un ambiente exterior o interior que representa un riesgo a la salud y bienestar del ser humano (DS N°085-2004-PCM).
- **Mediciones de ruido:** Es la medición de la intensidad del sonido con sonómetros en intervalos de tiempo definidos. Su procedimiento varía según el objeto de medición (Kiely, 1999)
- **Mapa de ruido:** son los planos de las áreas de estudio en los cuales se ha establecido curvas o superficies de predicción a partir de mediciones de ruido in situ (OEFA, 2016).
- **Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A (LAeqT):** Es el nivel de ruido constante equivalente en un periodo o intervalo de tiempo determinado (Canter, 1998)

- **Sonómetro:** Es el equipo normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora. Los sonómetros integradores calculan el nivel continuo equivalente LAeqT de manera automática y también tiene la capacidad de realizar cálculos (OEFA, 2016).
- **Ruido:** Se puede definir como un sonido indeseado, o que se da en el momento y lugar no deseados debido a que interfiere con alguna actividad o acción (Canter, 1998).
- **Datos georreferenciados:** Los puntos de estudio o de interés tienen características implícitamente asociadas a las coordenadas de los sitios donde se recolecta la información requerida. Las coordenadas pueden ser geográficas o UTM, la selección de estas va depender del software a utilizar (Giraldo, 2002).
- **Área Natural Protegida:** Son áreas geográficamente definidas del territorio nacional peruano, reconocidas, establecidas y protegidas legalmente por el estado debido a su importancia para la conservación y contribución al desarrollo sostenible del país (SERNANP).
- **Zona de Amortiguamiento:** Según la Ley de Áreas Naturales Protegidas Ley N°26834, La Zona de Amortiguamiento es aquella que se encuentra adyacente a las ANP del Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SINANPE). El Plan Maestro de cada ANP definirá la extensión del área de amortiguamiento, así como las actividades que se realicen en esta (Ordenanza N° 1845, 2014).
- **Zona de Reglamentación Especial de Los Pantanos de Villa (ZRE):** Comprende el área natural protegida, así como el área adyacente que ejerce influencia en los procesos ecológicos de Pantanos de Villa. La zona de reglamentación especial coincide con la zona de amortiguamiento del RSPV (Ordenanza N° 1845, 2014).

- Zona de Protección Paisajística de Borde**

Comprende el entorno próximo paisajístico periférico al ANP Pantanos de Villa (Ver Anexo N°8). En este espacio territorial se ubica la infraestructura hidráulica natural que se conecta con el ANP para formar las lagunas que se encuentran dentro del ANP.
- ANP Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa:** Es el ANP aprobada por Decreto Supremo N° 055-2006-AG, con una superficie de 263.27 hectáreas ubicada en la provincia de Lima y departamento de Lima. Tiene por objetivo general el conservar una muestra representativa de los humedales costeros, avifauna migratoria y residente, y comunidades vegetales representativas, reforzando esfuerzos en especies que se encuentren amenazadas (Ordenanza N° 1845, 2014).
- Diversidad Biológica:** Es la variedad de especies que viven en un espacio y tiempo definido que resultan de un proceso de adaptación mutua y evolución (Ramirez, 2005).
- Ecosistema:** Según el Convenio de Diversidad Biológica (1992), es el área donde se desarrollan e interactúan comunidades vegetales, animales y microorganismos como si fueran una unidad funcional (Ordenanza N° 1845, 2014).
- Humedal:** Son extensiones marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua en donde el agua puede ser dulce o salobre y cuya profundidad no exceda en marea baja no exceda los seis metros (Ordenanza N° 1845, 2014).
- Instituto Nacional de la Calidad:** Es el Organismo Público Técnico Especializado, adscrito al Ministerio de la Producción. El INACAL es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad según la Ley N°30224 (INACAL, 2016).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

#### 3.1. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo

##### 3.1.1. Lugar de Ejecución

Las mediciones de Ruido Ambiental del presente trabajo se realizaron in situ en las Carreteras Adyacentes y dentro del Área Natural Protegida "Pantanos de Villa". Mientras las mediciones de los puntos de control realizaron dentro del ANP.

Esta ANP está ubicada en el distrito de Chorrillos, al sur de la provincia de la Lima. Su altitud media es de 0a 5 m.s.n.m. Su extensión actual es de 263.27 Ha (Decreto Supremo N°055-2006 -AG). Sus límites son:

- Norte: A.A.H.H. La sagrada familia  
A.A.H.H. Las Garzas de Villa  
Urb. Huertos de Villa  
Urb: La Encantada
- Sur: Rancho Fátima  
Universidad Científica del Sur
- Este: Cerro Delicias de Villa
- Oeste: Océano Pacífico

##### 3.1.2. Duración

El periodo de duración del presente trabajo tiene dos etapas, la primera comienza en octubre y termina en diciembre, fechas que corresponden a

la recolección de datos, mientras que la etapa de análisis comenzó en agosto del presente año y culmina en diciembre del mismo año.

### **3.1.3. Selección de la Población y Muestra**

Los puntos de medición se tomaron a lo largo de las vías adyacentes a el RVSPV considerando la tesis de Camargo (2018) quien tomo 22 puntos de medición y 8 puntos de control, con el fin de establecer una correlación con los transectos de censos de aves.

A diferencia del estudio de Camargo, en esta investigación se tomaron 20 puntos de medición en las carreteras adyacentes y 8 puntos de control dentro del RVSPV. Se eliminó 2 puntos debido a que se encuentran fuera del ANP.

## **3.2. Determinación y Análisis del Problema**

El Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV) es un Humedal Costero de importancia Internacional Ramsar cuyo objetivo principal es conservar una muestra representativa de la avifauna migratoria y residente que tenga grado de amenaza. En esta ANP se han registrado 210 especies de aves. Durante los meses de noviembre y diciembre se puede apreciar la presencia de bandadas de aves que oscilan entre 15,000 y 20,000 individuos que llegan del hemisferio norte y hacen una parada en el ANP con el fin de alimentarse antes de continuar con su viaje hacia el sur del país (SERNANP, sf).

El RVSPV colinda con la avenida Defensores del Morro, avenida por la cual circulan todo tipo de vehículos. También colindan con la avenida Alameda Garzas reales que cruza el ANP y por donde transitan vehículos particulares (IPDA, como se citó en Camargo, 2018). Es sabido que el ruido vehicular afecta a las aves a nivel molecular y fisiológico (Injaian, Gonzales, Taff, Bird, Ziur, Patricelli,

Hausmann & Wingfield, 2019). La creación de las carreteras genera degradación ambiental y contaminación acústica, asimismo, diversos autores han señalado que el ruido de origen vehicular tiene una influencia negativa sobre las aves (Wiacek, 2015). El ruido Ambiental generado en las carreteras afecta el número y diversidad de especies de aves, así como su comportamiento (Ijaian, 2019).

El ruido de origen antropogénico es uno de los problemas más serios con el cual tienen que lidiar los animales que viven en contacto cercano con los humanos debido a que interfiere con la transmisión de información codificada en señales acústicas enviadas por el emisor para ser recibidas (Polak, 2014).

Sobre el impacto de los niveles altos de ruido, Tolentino (2018) determinó que 8 de las 9 especies de aves tropicales que estudio, emitían canciones con mayores niveles de frecuencia en, esto sugiere que estas especies son sensibles a altos niveles de ruido ambiental, mientras que Wiacek (2015) concluyó en su estudio que los niveles de ruido por encima de 49 dB tenían una influencia significativa sobre el número de aves y diversidad de especies en su área de estudio. Asimismo, cabe mencionar que Polak (2014) realizó un estudio relacionando los niveles de ruido provenientes del tráfico vehicular y la altura de las posiciones desde donde las aves emitían sus cantos en el área de estudio; él pudo observar que estas alturas aumentaban significativamente con niveles de ruido mayores a 50 dB.

Forman & Alexander (1998) determinaron que para un tráfico pesado (15.000 – 30 000 vehículos/día) afectaba la presencia y actividad reproductiva de especies de aves de pastizal, la cual se daba hasta distancias de 700 m en adelante, mientras que para un tráfico muy pesado se daba a partir de 1km de distancia de las carreteras. Reijnen, Foppen & Meeuwsen (1996) observaron que la densidad de la población de aves de ecosistemas boscosos empieza a disminuir ante la presencia de niveles de ruido iguales o mayores a 42 dB; mientras que la densidad de las especies de aves de pastizal disminuyen a partir de los 48 dB.

Muchos animales utilizan las señales acústicas para atraer a sus parejas y mantenerlas cerca, para definir su territorio, para crear un vínculo social con sus pares, y para estar alerta ante la presencia de los depredadores. Por tanto, interrumpir la comunicación acústica de los animales, tienen impactos graves en su supervivencia y reproducción. Estos impactos incluyen daños psicológicos, alteración de la comunicación, alteración del comportamiento, y nerviosismo o un estado de alerta constante que genera estrés y puede terminar en paros cardiacos. Con el tiempo, los animales comienzan a evadir las áreas ruidosas o las abandonan para buscar un hábitat adecuado (Blickley & Patricelli, 2010).

Con la finalidad de proteger y mejorar la gestión del RVSPV de la contaminación acústica, la Municipalidad Metropolitana de Lima aprueba la Ordenanza N°2254 - MML, la cual establece un límite máximo de 50dB en zonas adyacentes a el RVSPV en horario diurno y a 40 dB en nocturno (Camargo, 2018).

Es necesario resaltar estudios previos señalan que la fuente de mayor contaminación acústica son las vías adyacentes a el RVSPV, siendo la avenida Defensores del Morro la de mayor afectación, Ojeda (2016) observó niveles desde 53.2 dB a 75.6 dB en ponderación A. Así mismo, Camargo (2018) concluyo que esta avenida presentaba el nivel de ruido más elevado con 71,3 dB. Como se puede apreciar, en ambos estudios se presentaron niveles de ruido que superan los 50 dBA estipulados en la ordenanza Municipal N°2264.

### **3.3. Materiales y Equipos**

Los materiales, equipos y softwares que fueron utilizados son los que se describen a continuación:

#### **Materiales**

- GPS
- Libreta de campo

- Lapiceros
- Pilas
- 1 computadora
- 1 cámara
- 1 memoria USB

#### **Equipos**

- Sonómetro Cirrus clase 1
- Espuma anti viento
- Trípode de soporte

#### **Software**

- Software Microsoft Office 2010 (Microsoft Office, Microsoft Excel),
- Software ArcGIS 10.5

### **3.4. Métodos y Procedimientos**

#### **3.4.1. Determinación del nivel de ruido en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa**

Durante el año 2019, PROHVILLA se ha encargado de realizar monitoreos de ruido ambiental mensuales, los cuales han seguido protocolos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y bases teóricas que serán descritas a continuación:

##### **a) Selección y verificación del sonómetro**

Los sonómetros tipo 1 se utilizan para mediciones de ruido ambiental que incluyan cuestiones legislativas (Kiely, 1999). En este caso, los resultados han sido comparados con la Ordenanza N° 1845.

Antes de realizar las mediciones se debe verificar que el sonómetro este protegido de la humedad, turbulencia generada por el viento y polvo; para esto se utiliza una cubierta de protección.

Para la medición de ruido se emplearon sonómetros integradores de Clase I con las características que se describen en la Tabla 3. Todos los sonómetros se encuentran debidamente calibrados por laboratorios acreditados por el INACAL cumpliendo los requisitos y exigencias de la Comisión Internacional Electrónica, con el fin de disminuir la incertidumbre.

**Tabla 2**

*Descripción de los sonómetros utilizados*

<b>Datos</b>	<b>Equipo 1</b>	<b>Equipo 2</b>	<b>Equipo 3</b>
Marca	CIRRUS	CASELLA	CASELLA
Modelo	CR:171B	CEL-63X	CEL-63X
Resolución	0.1 dB	0.1 dB	0.1 dB
Clase	1	1	1
Número de serie	G071687	4637973	4421402
Micrófono	MK224	CEL-251	CEL-251
Serie de micrófono	606334B	186	2288

**Fuente:** Elaboración propia

Los Sonómetros descritos en la Tabla 3, calculan los niveles de presión sonora en periodos de tiempo determinados, obteniendo al finalizar la medición datos como: Nivel de presión continua equivalente con Ponderación A (LAeq, T), Malor máximo y mínimo de medición según el Estándar Internacional IEC 61672-1:2002. Los certificados de calibración se encuentran adjuntos en el Anexo N° 7.

### **b) Verificación de las condiciones meteorológicas**

De acuerdo a las recomendaciones de la IEC 61672-1:2002 para sonómetros de clase 1, se debe considerar una temperatura de -10°C a +50°C; la humedad relativa debe estar entre el rango de 10% a 90%; y la

velocidad del viento no debe ser mayor a 5 m/s. Estas condiciones deben aplicarse con el fin de evitar incertidumbres respecto a los resultados obtenidos.

### **c) Días y horarios del monitoreo de ruido ambiental**

Las mediciones del nivel de presión sonora se realizaron en el horario diurno según DS N° 085-2003 durante diferentes días y meses con el fin de entender el comportamiento del ruido generado en las vías adyacentes al RVSPV. Los días que se midió el ruido fueron los siguientes:

- 11, 15 y 25 octubre de 2019 (Primera medición)
- 23, 27 y 30 diciembre de 2019 (Segunda medición)

### **d) Determinación y ubicación de los puntos de medición y control**

Camargo (2018) determino 22 puntos de medición de ruido diurno en los alrededores del ANP Pantanos de villa, tomando como fuente principal de este ruido a las carreteras adyacentes a dicha ANP, Por tanto, los criterios utilizados para establecer la ubicación número de puntos de medición, fueron los siguientes:

- Un punto de medición por cada cuadra en la que se intersecten vías principales y secundarias.
- Los puntos son cercanos o se encuentran en los transectos de censos de Aves, tal como se observa en el Anexo 1.
- Posicionar los puntos en zonas de menor riesgo delincriminal a fin de evitar perjuicios.

Los puntos de medición de la presente investigación fueron tomados en referencia a los puntos de Camargo, a excepción de dos puntos, los cuales fueron omitidos debido a que se encuentran fuera del ANP. Asimismo, cada punto fue verificado en campo. Se varió levemente la posición de estos según conveniencia (mejor posicionamiento del trípode, zonas con mayor vereda a fin de no exponerse a un atropello, zonas peligrosas, etc.) y se tomaron las coordenadas respectivas en WGS-84, Zona17S.

A excepción de 2 puntos que fueron eliminados debido a que se encuentran fuera del ANP. En la Figura 3 se puede apreciar la distribución de los puntos de medición y control en las vías adyacentes al RVSPV. De la misma forma, en la Tabla 3 se especifica la distribución de estos puntos de medición por avenidas.

En la Tabla 4 se especifica la distribución de los puntos de control dentro del ANP Pantanos de Villa.

**Tabla 3**

*Descripción de la ubicación de los puntos de medición*

<b>Punto</b>	<b>Ubicación</b>
PM 1	Cruce de Av. Los Canelos y Jr. Alameda del Remero
PM 2	Av. Defensores del Morro a unos metros del Restaurant la Moya
PM 3	Inicio de Av. 12 de Octubre
PM 4	Cruce de Av. Alameda las Garzas Reales con Jr. hacia Country Club Villa
PM 5	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Agricultores
PM 6	Cruce de Av. Defensores del Morro con Panamericana Sur
PM 7	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Horticultores
PM 8	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Granjeros
PM 9	Inicio del circuito tradicional

PM 10	Cruce de Av. Hernando de Lavalles con Av. Alameda Garzas Reales
PM 11	En Av. Hernando de Lavalles al oeste de Antena Radio Omega
PM 12	En Av. Hernando de Lavalles al sur de Antena Radio Callao
PM 13	Cruce Alameda Garzas Reales con Alameda Agua Marina
PM 14	En Alameda Garzas Reales al norte del Club Garzas Reales
PM 15	Cruce Av. Defensores del Morro con Calle 1
PM 16	Cruce de Av. Defensores del Morro con Av. Canelos
PM 17	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Carhuarzo
PM 18	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Volcán Misti
PM 19	Cruce de Av. Los Canelos con Alameda Don Emilio
PM 20	Cruce Av. Hernando de Lavalles con Alameda del Premio Real

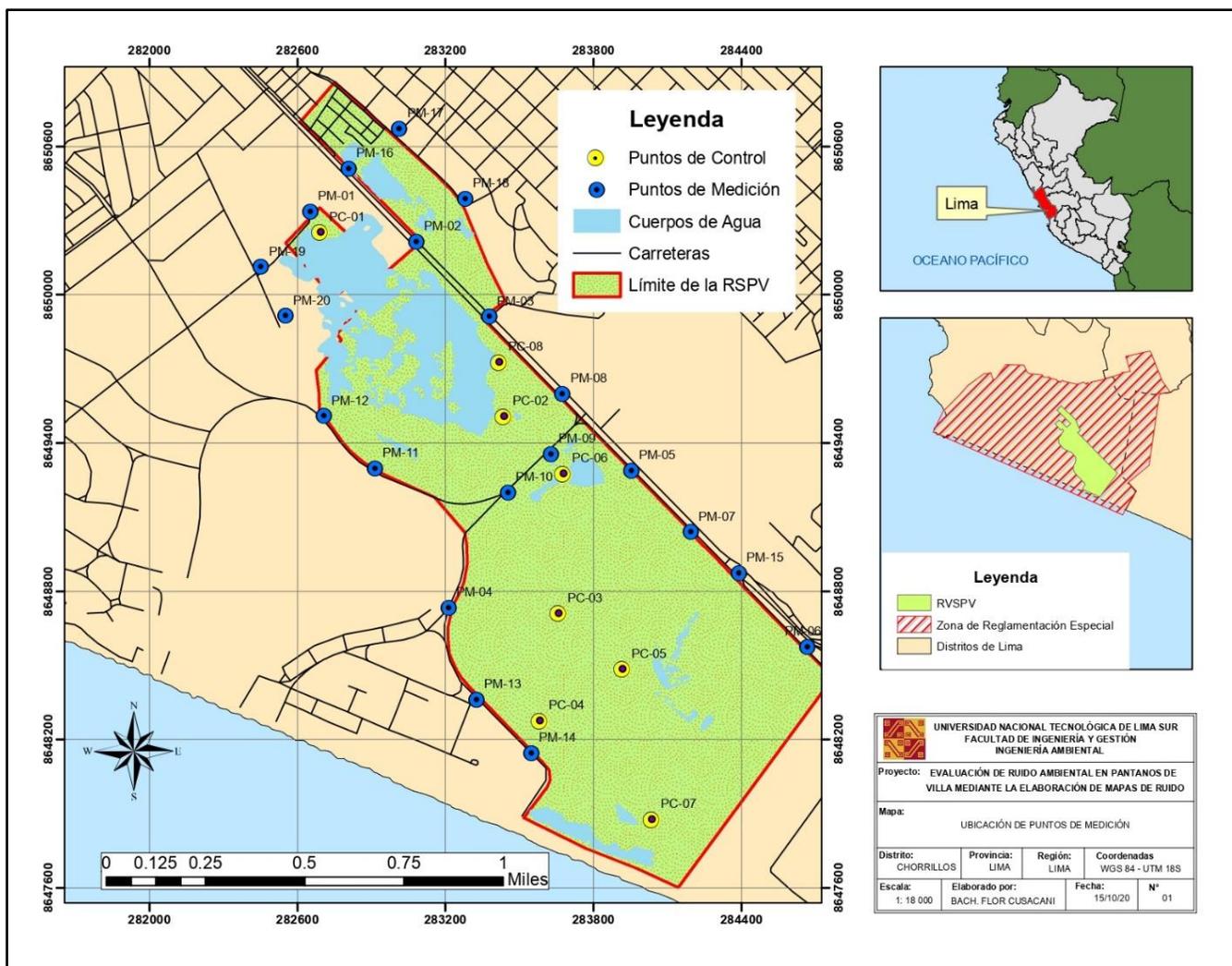
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4**

*Ubicación de los puntos de control*

<b>Punto</b>	<b>Referencia</b>
PC-01	Norte de la Laguna Mayor
PC-02	Embarcadero
PC-04	Norte del circuito Marvillita
PC-05	Acceso paralelo a la avenida Garzas Reales
PC-06	Al borde de la laguna Génesis
PC-07	Oeste del circuito Marvillita
PC-08	Frente a la banca

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3:** Mapa de Ubicación de Puntos de Monitoreo.

Fuente: Elaboración propia

### **e) Inspección de campo**

Se realizó una inspección previa a los monitoreos de ruido con el fin de verificar las coordenadas en unidades UTM WGS84. Esta acción sirve para evitar contratiempos durante el monitoreo.

### **f) Calibración**

El Sonómetro debe calibrarse con un pistonófono o calibrador acústico antes y después de cada uso para asegurar su fiabilidad. Los calibradores tienen una señal acústica conocida a una o más frecuencias. Es necesario que el sonómetro sea calibrado anualmente por un laboratorio acreditado para pruebas acústicas (Kiely, 1999).

### **g) Medición del ruido de las fuentes**

El proceso de medición se realizó según la NTP ISO 1996-2:2008 y la NTP ISO 854.001-2: 2012.

- **Caracterización del tráfico vehicular**

Considerando las disposiciones de la NTP 854.001-2: 2012, durante el proceso de medición del ruido ambiental, se registró la pasada de todos vehículos automotores en cada punto de medición durante el tiempo de medición de cada punto. Para este fin se utilizaron las siguientes distinciones:

- Livianos; Motos lineales, mototaxis, autos, camionetas.
- Pesados: buses, camiones, trailers.

- **Selección del intervalo de tiempo**

Se determinó que el intervalo de tiempo sea de 20 minutos con el fin de medir el Nivel de presión sonora continuo equivalente que promedie las variaciones en el trayecto de propagaciones debidas al clima. El periodo de tiempo debe ser lo suficientemente largo para incluir todas las contribuciones de ruido importantes (NTP ISO 1996-2, 2008).

Asimismo, se tomó en cuenta la NTP ISO 854.001-2: 2012 que establece un tiempo de 20 minutos para promedios de flujo de tráfico menor o igual a 10 vehículos por minuto.

- **Ubicación y configuración del equipo**

Verificar la condición de la batería del sonómetro y calibrador, calibrar el sonómetro. Antes de iniciar la medición se configuro la Ponderación A (frecuencia de 20Hz a 20 KHz) que simula la percepción del oído humano, el intervalo de tiempo (20 minutos), filtro de ponderación temporal tipo "FAST" que se usa para medir entornos con fluctuaciones rápidas puesto que el tiempo de promediado es más rápido (125m/s).

Posteriormente se instala el trípode y se coloca el sonómetro en el trípode de sujeción a 1.5m sobre el piso, el micrófono del sonómetro debe estar en dirección de la fuente de ruido, mientras que el responsable de la medición debe ubicarse a una distancia no menor a 0,5 m para evitar el apantallamiento. El Angulo de inclinación formado entre el sonómetro y la fuente de ruido respecto a una horizontal, podrá estar orientado entre 30° a 45°, de tal forma que dicha inclinación permitirá al operador el registro de los resultados

de la medición evitando el reflejo de la luz solar sobre la pantalla del instrumento.

Cuando se está midiendo el Leq, se cuenta el número de vehículos que pasan durante el intervalo de tiempo de la medición. Se deben realizar distinciones en al menos dos categorías de vehículos, "pesados" y "livianos".

Durante la medición se tomaron fotos para la memoria fotográfica.

### **3.4.2. Análisis de las mediciones de ruido**

#### **a) Después del monitoreo**

- Una vez culminadas las mediciones de presión sonora, y habiendo recolectado la información requerida (número de autos y fotos) y las observaciones de campo. Esta información fue almacenada en el software Microsoft Excel para su posterior análisis.
- Los resultados de presión sonora fueron contrastados con los límites de presión sonora establecidos en la Ordenanza N° 1845 – MML, para la Zona de Reglamentación Especial. En el presente trabajo se ha establecido la generación de Mapas de Ruido haciendo uso del software ArcGIS 10.5 con el fin de establecer un modelo de dispersión de ruido basado el Análisis Geo estadístico. Así mismo se hará uso de la Norma ISO 1992-2 (ISO 1997b) que establece una escala de colores con rangos de 5 dB que permite diferenciar las superficies con contornos sobre mapas representativos, en este caso, ayudara a identificar las vías adyacentes a Pantanos que generan mayor contaminación por ruido ambiental.
- La elaboración de los Mapas de Ruido se realizará mediante el uso de la Herramienta Kriging del software ArcGIS versión 10.5.

- El software ArcGIS mediante la Herramienta Kriging realiza superficies de predicción que presentan menor error, menor desviación estándar y mayor correlación entre los puntos de predicción y los puntos medidos en campo, por lo cual es más preciso generar curvas de isoruido (Murillo et al, 2012).
- El método de interpolación Kriging ha sido seleccionado debido a que estudios previos han demostrado que indica mayor precisión en la generación de mapas de ruido que otras herramientas de geo estadística como el Inverse Weighting Distance (Murillo, 2017).
- El Kriging es una técnica de interpolación espacial muy usada, que utiliza la interpolación lineal espacial adecuada con residuos insesgados. El variograma que recoge la relación espacial de los datos, es una pieza clave para trabajar con el kriging (Cyril, como se citó en Ojeda, 2016).
- Cano (2009) evidencio que la interpolación Kriging era la más adecuada para manifestar fenómenos continuos como el ruido.
- Yagua (2016) realizo mapas de ruido mediante la herramienta Kriging debido a que características eran apropiadas para los cambios graduales del ruido ambiental.
- Ante lo expuesto, la Herramienta Kriging ha sido considerada para el presente estudio para modelar el comportamiento de la dispersión del ruido y los puntos de predicción mediante un análisis estadístico previo (análisis exploratorio).

### 3.4.3. Generación de los mapas de ruido

A continuación, se expone los requerimientos y procesos que se llevaron a cabo para obtener el modelo geospacial:

Para el uso del software se consideró la entrada de los siguientes datos:

- Identificación de los puntos de medición y puntos de control
- Coordenadas UTM (X, Y)
- Nivel de presión sonora equivalente (Cano, 2009)

Se han considerado los siguientes procesos para generar los Mapas de ruido:

- a) Se realiza el análisis estadístico exploratorio de los datos (• de los niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A de octubre y diciembre). Para este proceso se utilizó los softwares Excel, Minitab y ArcGIS con el fin de identificar sesgos en las mediciones y tendencias de los datos. En este paso se observó si la distribución de datos se ajusta a una normal o si es necesario efectuar una transformación de datos (Murillo et al, 2012).
- b) Se registran los datos en Microsoft Excel, ubicando las coordenadas UTM de la siguiente manera: las coordenadas Este en un campo "X"; las coordenadas Norte en el campo "Y"; y los niveles de presión sonora equivalente en un campo denominado Leq. Esta tabla se guardará en el formato "xls" (Cano, 2009).
- c) . La tabla es importada al software ArcGIS mediante la opción "Add xy data" que se encuentra en el Interfaz de ArcMap. La designación de los campos se realizó de la siguiente manera: las coordenadas UTM- Este se asignaron

a *XField*; las coordenadas UTM Norte se asignaron a *YField*; y por ultimo, los valores de LeqA se asignaron a *ZField* (Yagua, 2016).

- d) Posteriormente se importa el Mapa de la zona de estudio que previamente se elaboró en la etapa de determinación de puntos de medición y control. Esta acción se realiza mediante el uso de la opción *AddMap*.
- e) Se accede al comando *Geostatital Analyst* (Análisis geoestadístico) la cual nos permite trabajar la función *Kriging* y la función *Explore Data* que nos permitirán acceder a métodos de predicción y exploración de datos respectivamente (Cano, 2009).
- f) En el comando *Geostatital Analyst*, se encuentra la herramienta *Geostatital Wizzar* (Asistente geoestadístico) en donde se seleccionó el método de interpolación ***Kriging*** y en la opción *attribute* se colocó los Niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (LAeqT) en dBA, debido a que es la variable que se analizó. Posteriormente se presiona *Next* para desplegar la ventana *Geostatital Method Selection*, en esta ventana se seleccionó el tipo de kriging: ***Ordinary Kriging*** (Gomez y Parra, 2012). Los datos no se transforman debido a que, si se ajustan a una distribución normal, a excepción de unos puntos determinados que se encuentran ubicados en calles o avenidas con bajo flujo de tráfico (Murillo et al, 2012).
- g) En la ventana *Searching Neighborhood*, donde se aprecia los valores vecinos y la dirección que serán utilizados para predecir valores. (Parra y Gomez, 2012).
- h) Finalmente, la Herramienta *Kriging* puede evaluarse mediante la validación cruzada y con mediciones en campo respectivamente (Gomez y Parra, 2012) Esto se puede observar en la opción *Prediction errors*.

- Root-Mean-Square (RMS): Es la suma de las distancias cuadradas entre los valores medidos y modelados a la raíz (Parra y Gomez, 2012).

- Average Standard Error (ASE): Es el error promedio en el que se incurre cuando se calcula un numero arbitrario de modelos con los datos (Parra y Gomez, 2012).

- Root Mean Square Standardized: Cuando este indicador se acerca a 1, entonces se assume que es un buen modelo (Parra y Gomez, 2012).

Por último, se realiza la interpolación de datos para obtener el mapa de superficies.

- i) Una vez que se ha obtenido la interpolación de datos se procede a establecer una escala de colores en intervalos de 5dB a acuerdo a la norma ISO 1995, tal como se puede observar en la Tabla 5 para representar los niveles de presión sonora de manera adecuada (Ojeda, 2016).

**Tabla 5**

*Escala de colores según ISO 1196: 1987 – 2*

Nivel sonoro (dB)	Nombre del color	Color	Trama
<35	Verde claro		Puntos pequeños, densidad baja.
35 – 40	Verde		Puntos medianos, densidad baja.
40 - 45	Verde oscuro		Puntos grandes, densidad alta.
45 - 50	Amarillo		Líneas verticales, densidad baja.

50 - 55	Ocre		Líneas verticales, densidad media.
55 - 60	Naranja		Líneas verticales, densidad alta.
60 - 65	Cinabrio		Entramado de cruces, densidad baja.
65 - 70	Carmín		Entramado de cruces, densidad media.
70 - 75	Rojo lila		Entramado de cruces, densidad alta.
75 - 80	Azul		Rayas verticales anchas.
80 - 85	Azul oscuro		Totalmente negro.

Fuente: ISO 1196: 1987 – 2

### 3.5. Resultados

#### 3.5.1. Caracterización del tráfico vehicular

En la Tabla 6 se puede observar la caracterización del flujo vehicular de las vías adyacentes a Pantanos de Villa, el cual corresponde solo a los días 23, 27 y 30 del mes de diciembre de 2019, ya que en el mes de octubre no se registró esa información. La Avenida defensores del morro presenta el mayor flujo vehicular con 58 vehículos por minuto en el punto de medición 6 como flujo máximo. Esto se debe a que es una avenida principal.

El punto de medición 20 ubicado en el Cruce Av. Hernando de Lavallo con Alameda del Premio Real, no registro ningún vehículo durante el tiempo de medición.

**Tabla 6***Tasa de Flujo Vehicular*

<b>Punto</b>	<b>Ubicación</b>	Vehículos Livianos/min	Vehículos pesados/min	Total de vehículos/min
PM-01	Cruce de Av. Los Canelos y Jr. Alameda del Remero	7	1	8
PM-02	Av. Defensores del Morro a unos metros del Restaurant la Moya	33	4	37
PM-03	Inicio de Av. 12 de Octubre	32	7	39
PM-04	Cruce de Av. Alameda las Garzas Reales con Jr. hacia Country Club Villa	4	0	4
PM-05	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Agricultores	35	7	42
PM-06	Cruce de Av. Defensores del Morro con Panamericana Sur	49	9	58
PM-07	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Horticultores	37	7	44
PM-08	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Granjeros	39	6	45

PM-09	Inicio del circuito tradicional	7	1	8
PM-10	Cruce de Av. Hernando de Lavallo con Av. Alameda Garzas Reales	8	0	8
PM-11	En Av. Hernando de Lavallo al oeste de Antena Radio Omega	7	1	8
PM-12	En Av. Hernando de Lavallo al sur de Antena Radio Callao	6	1	7
PM-13	Cruce Alameda Garzas Reales con Alameda Agua Marina	1	0	1
PM-14	En Alameda Garzas Reales al norte del Club Garzas Reales	1	0	1
PM-15	Cruce Av. Defensores del Morro con Calle 1	36	8	44
PM-16	Cruce de Av. Defensores del Morro con Av. Canelos	36	7	43
PM-17	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Carhuarzo	15	1	16
PM-18	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Volcán Misti	10	1	11
PM-19	Cruce de Av. Los Canelos con Alameda Don Emilio	6	1	7

PM-20	Cruce Hernando Lavalle Alameda Premio Real	Av. de con del	0	0	0
-------	--	-------------------------	---	---	---

Fuente: PROHVILLA (2019)

### 3.5.2. Niveles de Ruido en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa

#### a) 11, 15 y 25 de octubre de 2019

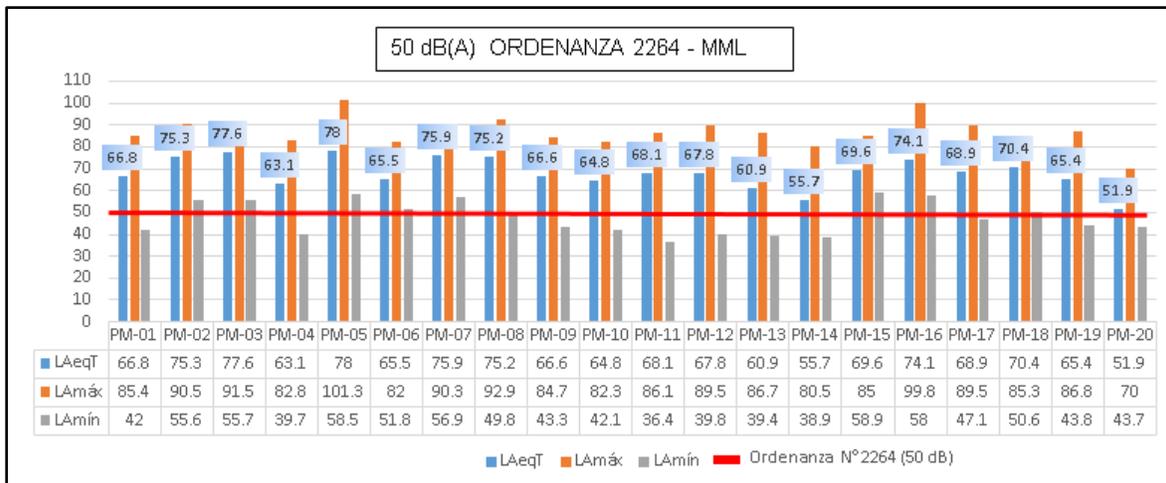
Como se puede observar en la Tabla 7 y la Figura 4, los resultados obtenidos en los días 11, 15 y 25 de octubre de 2019, que corresponden al mes de octubre, y se encuentran dentro de la Zona de Reglamentación Especial – Ordenanza N° 2264, no cumplen con el límite de 50 dB que establece dicha norma. Todos los puntos de medición sobrepasan el límite, el único punto que está cerca a este límite es el PM 20, que corresponde al Cruce Av. Hernando de Lavalle con Alameda del Premio Real.

**Tabla 7**

*Resultados del Monitoreo Ambiental en octubre*

<b>CODIGO</b>	<b>Lmín (dBA)</b>	<b>Lmáx (dBA)</b>	<b>LAqT (dBA)</b>		<b>ORDENANZA N° 2264 - MML</b>
PM 1	42	85.4	<b>66.8</b>	NO CUMPLE	<b>50 dB</b>  Artículo 19°, capítulo IV de "Medidas de manejo ambiental de la Zona de Protección Paisajística de Borde "
PM 2	55.6	90.5	<b>75.3</b>	NO CUMPLE	
PM 3	55.7	91.5	<b>77.6</b>	NO CUMPLE	
PM 4	39.7	82.8	<b>63.1</b>	NO CUMPLE	
PM 5	58.5	101.3	<b>78</b>	NO CUMPLE	
PM 6	51.8	82	<b>65.5</b>	NO CUMPLE	
PM 7	56.9	90.3	<b>75.9</b>	NO CUMPLE	
PM 8	49.8	92.9	<b>75.2</b>	NO CUMPLE	
PM 9	43.3	84.7	<b>66.6</b>	NO CUMPLE	
PM 10	42.1	82.3	<b>64.8</b>	NO CUMPLE	
PM 11	36.4	86.1	<b>68.1</b>	NO CUMPLE	
PM 12	39.8	89.5	<b>67.8</b>	NO CUMPLE	
PM 13	39.4	86.7	<b>60.9</b>	NO CUMPLE	
PM 14	38.9	80.5	<b>55.7</b>	NO CUMPLE	
PM 15	58.9	85	<b>69.6</b>	NO CUMPLE	
PM 16	58	99.8	<b>74.1</b>	NO CUMPLE	
PM 17	47.1	89.5	<b>68.9</b>	NO CUMPLE	
PM 18	50.6	85.3	<b>70.4</b>	NO CUMPLE	
PM 19	43.8	86.8	<b>65.4</b>	NO CUMPLE	
PM 20	43.7	70	<b>51.9</b>	NO CUMPLE	

Fuente: PROHVILLA, 2019



**Figura 4:** Niveles de ruido en la Zona de Reglamentación Especial en octubre

**Fuente:** PROHVILLA, 2019

Se puede observar que los PM16, PM2, PM3, PM8, PM-5 y PM-7 que se sitúan en la avenida defensores del morro son los que presentan los mayores niveles de presión sonora, sobrepasando en su totalidad los 70 dB.

**b) 23, 27 y 30 de diciembre de 2019**

Como se puede observar en la Tabla 8 y la Figura 5 los resultados obtenidos en los días **23, 27 y 30 de diciembre de 2019** que se encuentran dentro de la Zona de Reglamentación Especial – Ordenanza N° 2264, no cumplen con el límite de 50 dB que establece dicha norma. Todos los puntos de medición sobrepasan el límite.

El máximo valor registrado (PM 2) con 79.7 dBA, se encuentra ubicado en la Av. Defensores del Morro, donde se registra un alto flujo de vehículos, y el mínimo valor (PM 13), con 57.1 dBA se encuentra ubicado en el cruce

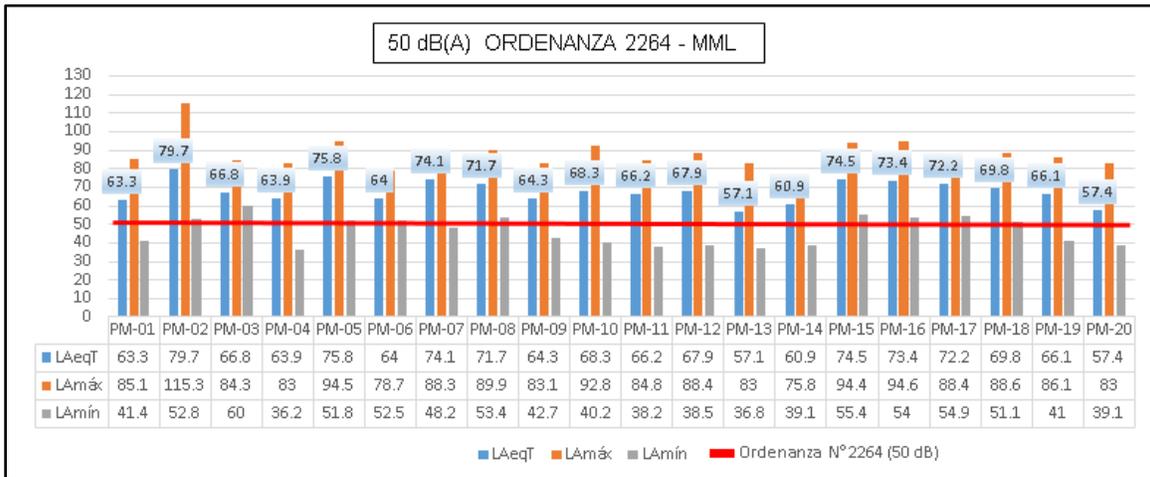
Alameda Garzas Reales con Alameda Agua Marina que es una zona residencial.

**Tabla 8**

*Resultados del Monitoreo Ambiental en diciembre*

<b>CODIGO</b>	<b>Lmín (dBA)</b>	<b>Lmáx (dBA)</b>	<b>LAqeT (dBA)</b>		<b>ORDENANZA N° 2264 - MML</b>
PM 1	41.4	85.1	<b>63.3</b>	NO CUMPLE	<p style="text-align: center;"><b>50 dB</b></p> <p>Artículo 19°, capítulo IV de "Medidas de manejo ambiental de la Zona de Protección Paisajística de Borde "</p>
PM 2	52.8	115.3	<b>79.7</b>	NO CUMPLE	
PM 3	60	84.3	<b>66.8</b>	NO CUMPLE	
PM 4	36.2	83	<b>63.9</b>	NO CUMPLE	
PM 5	51.8	94.5	<b>75.8</b>	NO CUMPLE	
PM 6	52.5	78.7	<b>64</b>	NO CUMPLE	
PM 7	48.2	88.3	<b>74.1</b>	NO CUMPLE	
PM 8	53.4	89.9	<b>71.7</b>	NO CUMPLE	
PM 9	42.7	83.1	<b>64.3</b>	NO CUMPLE	
PM 10	40.2	92.8	<b>68.3</b>	NO CUMPLE	
PM 11	38.2	84.8	<b>66.2</b>	NO CUMPLE	
PM 12	38.5	88.4	<b>67.9</b>	NO CUMPLE	
PM 13	36.8	83	<b>57.1</b>	NO CUMPLE	
PM 14	39.1	75.8	<b>60.9</b>	NO CUMPLE	
PM 15	55.4	94.4	<b>74.5</b>	NO CUMPLE	
PM 16	54	94.6	<b>73.4</b>	NO CUMPLE	
PM 17	54.9	88.4	<b>72.2</b>	NO CUMPLE	
PM 18	51.1	88.6	<b>69.8</b>	NO CUMPLE	
PM 19	41	86.1	<b>66.1</b>	NO CUMPLE	
PM 20	39.1	83	<b>57.4</b>	NO CUMPLE	

Fuente: PROHVILLA, 2019

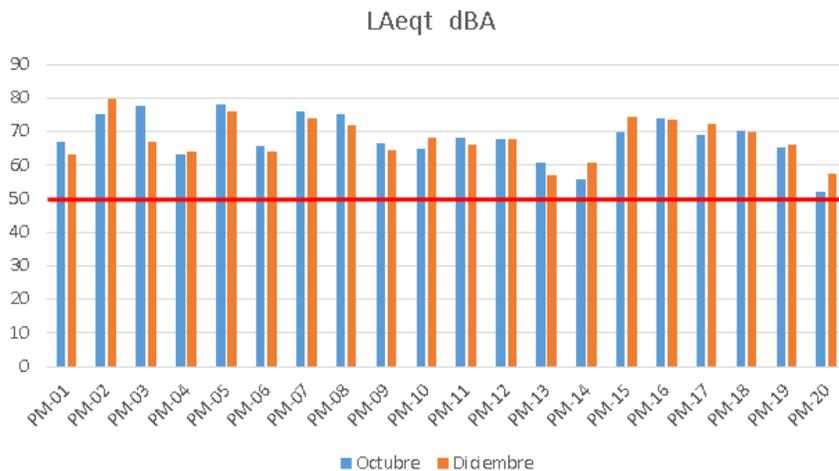


**Figura 5:** Niveles de ruido en la Zona de Reglamentación en diciembre

**Fuente:** PROHVILLA, 2019

Los PM2, PM5, PM7, PM8, PM15, y PM16 se encuentran en la avenida Defensores del Morro. Todos estos puntos son mayores a 70dB.

**C) Comparación de los resultados de medición por meses**



**Figura 6:** Comparación de los resultados de los meses de octubre y diciembre

**Fuente:** Propia (2020)

En la Figura 6 se puede observar que en ambos meses se excedió los 50 decibeles establecidos en la Ordenanza N°2264. También se puede observar que en el mes de diciembre los niveles de presión sonora equivalente en ponderación A de ambos meses son similares, y que los PM-02, PM-03, PM-05, PM-07, PM-08, PM-15, PM-16, PM-17 Y PM-18 se mantienen como lo más altos y están ubicados en su mayoría en la Avenida Defensores del Morro.

### **3.5.3. Nivel de Ruido en los Puntos de Control**

En las Tabla 9 y la Tabla 10 se observan los resultados de las mediciones de ruido ambiental de los puntos de control, los cuales están ubicados dentro del ANP

La Tabla 9 muestra los resultados de la medición de ruido durante el mes de octubre y la Tabla 10 muestra las mediciones en el mes de diciembre, respectivamente. Estas mediciones debieron ser realizadas en un horario con el menor ruido posible con el fin de determinar el nivel de presión acústica natural en Pantanos de Villa, entiéndase por natural al ruido generado por los propios componentes del ANP, como las aves, viento, roedpres, etc. No obstante, debido a la disponibilidad del sonómetro, las mediciones se realizaron en un horario de 10am a 3pm.

Como se puede observar en la Tabla 9 la mayoría de puntos está por debajo de los 50 decibeles, tal como lo establece la Ordenanza N°2264, a excepción de los PC-01 y PC-05 que superan dicho límite ligeramente. Esto demuestra que la vegetación sirve como barrera acústica. Debe mencionarse que estos resultados serían menores si hubieran sido medidos en horas de menor flujo vehicular.

**Tabla 9***Resultados en los puntos de control del mes de octubre*

Punto	LAeqt (dBA)	LAmáx	LAmín
PC-01	51.1	66.8	42.1
PC-02	42.1	58.1	36.5
PC-03	39.7	55	33.2
PC-04	48.6	64.8	34.5
PC-05	50.8	70.4	35.7
PC-06	43.9	66.9	39.5
PC-07	43.6	53.7	37.6
PC-08	45.4	57	39.4

**Fuente:** PROHVILLA (2020)

Como se puede observar en la Tabla 10 todos los puntos están por debajo de los 50 decibeles, tal como lo establece la Ordenanza N°2264. Esto demuestra que la vegetación sirve como barrera acústica. Debe mencionarse que estos resultados serían menores si hubieran sido medidos en horas de menor flujo vehicular.

**Tabla 10***Resultados en los puntos de control del mes de diciembre*

Punto	LAeqt (dBA)	LAmáx	LAmín	Observación
PC-01				
PC-02	47.1	67.4	37.8	
PC-03	37.3	53.3	31.1	Pasó un avión
PC-04	43.2	53.7	35.6	Pasó un avión
PC-05				
PC-06	43	69.1	38.2	
PC-07	41.4	65.3	34.2	Pasó un avión
PC-08	47	72.7	38.4	

**Fuente:** PROHVILLA (2020)

### 3.5.4. Mapas de Ruido

La elaboración de mapas de ruido tomo en cuenta los puntos de medición situados en las vías adyacentes del refugio y los puntos de control que se encuentran dentro de este mismo.

#### a) Exploración de datos

##### a.1. Exploración de datos de los días 11, 15 y 25 de octubre

A continuación, se muestran Tabla 11 relacionadas a la fase de exploración de datos, en donde se resume el comportamiento de los niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A de los puntos de medición y puntos de control durante el mes de octubre.

**Tabla 11**

*Estadístico descriptivo de los datos de ruido ambiental en octubre*

Media	61.67
Desviación Estándar	12.04
Varianza	144.91
Coefficiente de asimetría	-0.44
Mediana	65.45
Coefficiente de variación	19.52
Curtosis	-1.14
Máximo	78
Mínimo	39.7
Moda	----
Rango	38.3

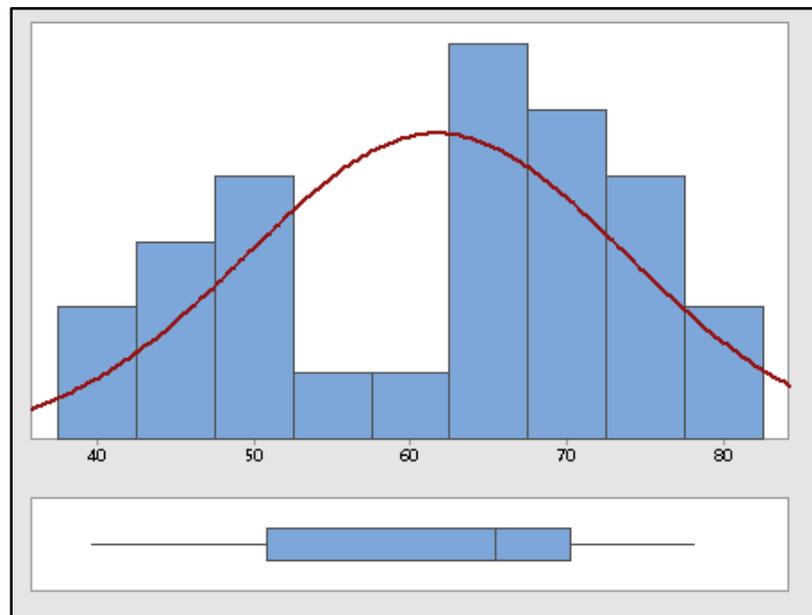
**Fuente:** Elaboración propia

El coeficiente de variación es de 19.52%, lo cual indica una precisión regular o valor medio de variación.

La media es de 61.67 y la mediana es de 65.45, lo cual indica que se encuentran moderadamente próximos.

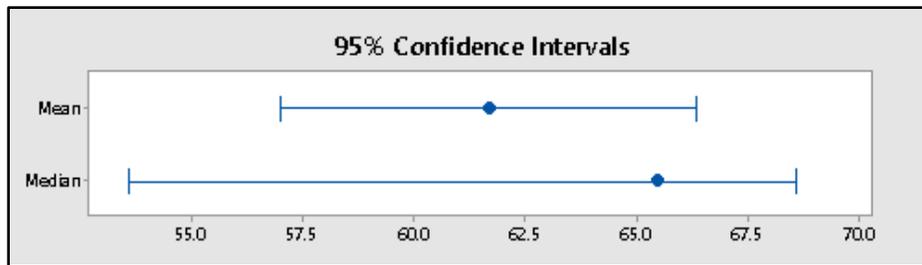
El coeficiente de asimetría es de -0.44 lo cual indica que se tiene una curva simétrica negativa por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte de derecha que en la izquierda de la media.

En la Figura 7 y la Figura 8 se puede apreciar los datos expuestos en la Tabla 11.



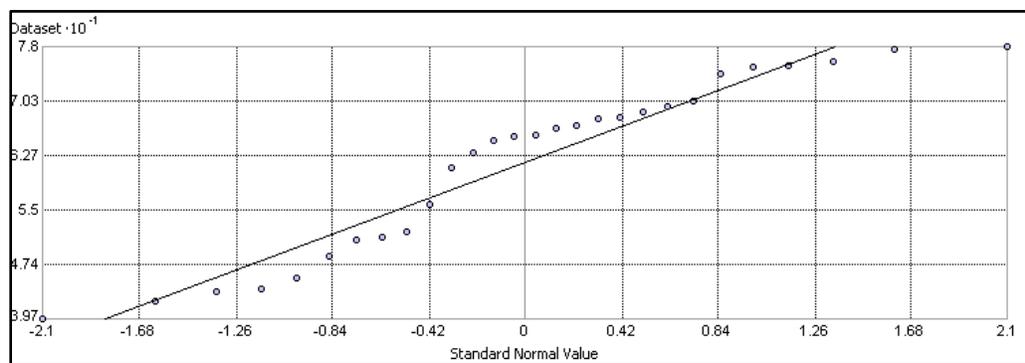
**Figura 7:** Histograma y diagrama de caja del ruido ambiental en octubre

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 8:** Diagrama de comparación de la media y mediana de octubre

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 9:** Gráfico QQPlot de octubre

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 9 Evidencia que los niveles de presión equivalente dBA tienden a ajustarse a una distribución normal, aunque en su mayoría no caen sobre la línea de 45° se alejan levemente de dicha línea. Este resultado es compatible con las afirmaciones de Murillo (2012), quien obtuvo comportamientos similares de sus monitoreos de ruido en ciudades.

## a.2. Exploración de datos de los días 23, 27 y 30 de diciembre

A continuación, se muestra la Tabla 12 relacionada a la fase de exploración de datos, en donde se resume el comportamiento de los niveles de presión

sonora continua equivalente con ponderación A de los puntos de medición y puntos de control durante el mes de diciembre.

**Tabla 12**

*Estadístico descriptivo de los datos de ruido ambiental en diciembre*

Media	62.169
Desviación Estándar	11.972
Varianza	143.337
Coefficiente de asimetría	-0.744
Mediana	65.2
Coefficiente de variación	19.26
Curtosis	-0.54
Máximo	79.7
Mínimo	37.3
Moda	----
Rango	42.4

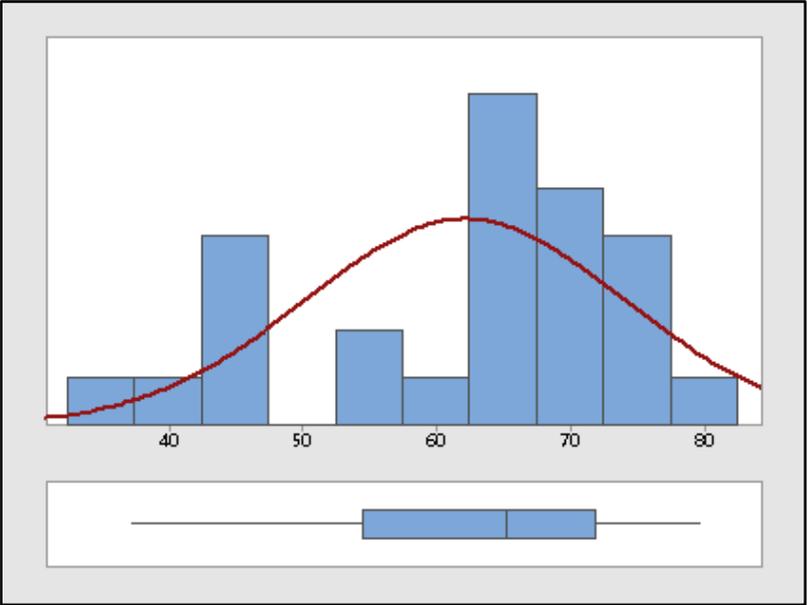
**Fuente:** Elaboración propia

El coeficiente de variación es de 19.26 %, lo cual indica una precisión regular o valor medio de variación.

La media es de 62.169 y la mediana es de 65.2, lo cual indica que se encuentran medianamente próximos.

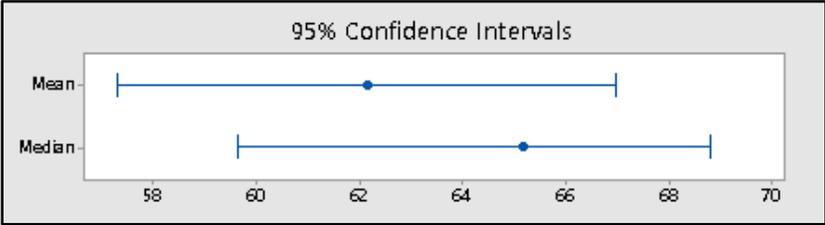
El coeficiente de asimetría es de -0.744 lo cual indica que se tiene una curva simétrica negativa y que los valores se reúnen levemente en la parte derecha.

En la Figura 10 y la Figura 11 se puede apreciar los datos expuestos en la Tabla 12.



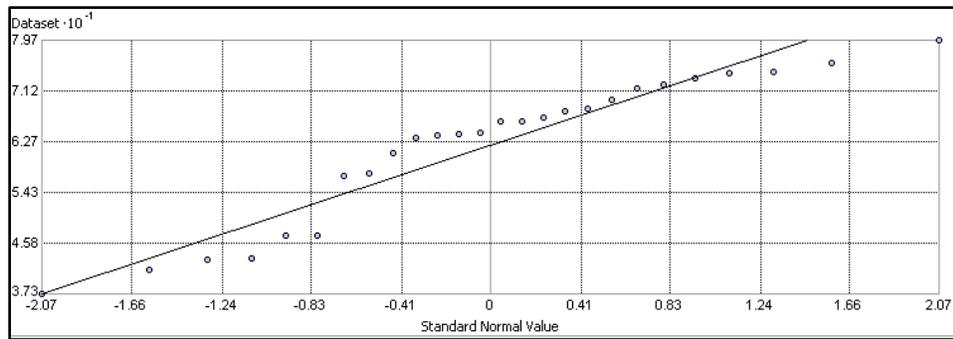
**Figura 10:** Histograma y diagrama de caja del ruido ambiental en diciembre

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 11:** Diagrama de caja de comparación de la media y mediana de diciembre

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 12:** Gráfico QQPlot de diciembre

**Fuente:** Elaboración propia

La Figura 12 evidencia que los datos tienden a ajustarse a una distribución normal ya que se acercan a la línea de 45° pero en su mayoría no caen sobre dicha línea, y solo un punto cae. Este resultado es compatible con las afirmaciones de Murillo (2012), quien obtuvo comportamientos similares de sus monitoreos de ruido en ciudades.

## **b) Mapas de Ruido**

Los mapas de ruido de los meses de octubre y diciembre de 2019 se elaboraron mediante el uso del software Arcgis utilizando los Puntos de Medición, los cuales pueden ser observados en la Figura 13 y la Figura 14 que corresponden a los meses de octubre y diciembre respectivamente.

En la Tabla 13 se resume los resultados de las representaciones cartográficas según la escala calorimétrica de la simbología del ISO 1996 – 2. Se observa que el mes de diciembre tiene mayor porcentaje de Rojo Lila con niveles de presión sonora que oscilan desde 70 a 75 dBA, esta diferencia se debe al alto flujo vehicular durante el mes de diciembre que se puede observar en la Tabla 6.

**Tabla 13**

*Cuadro resumen de los resultados de los Mapas de Ruido*

Intervalo de colores según la ISO 1996: 1987 – 2	Nombre del color	Mapa de ruido de octubre de 2019	Mapa de ruido de diciembre de 2019
45 - 50 dBA	Amarillo	0.338 %	5.16 %
50 - 55 dBA	Ocre	11.99 %	18.85 %
55 - 60 dBA	Naranja	24.41 %	15.36 %
60 – 65 dBA	Cinabrio	<b>27 %</b>	<b>18.78 %</b>
65 - 70dBA	Carmín	<b>36.19 %</b>	<b>31.8 %</b>
70 - 75 dBA	Rojo lila	0.07748 %	<b>10.05 %</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Según Oliver & Webster (2015), la validación cruzada es un método que permite corroborar un modelo geoespacial sin hacer mediciones in situ (lo cual significaría un sobre costo). Para este fin, se observan 3 resultados estadísticos sobre los errores de los modelos geoespaciales, los cuales son:

- Mean Error (M)  $\approx 0$
- Mean Standardized Prediction Error (MSPE)  $\approx 0$
- Root Mean Square Standardized Prediction Errors (RMSSPE)  $\approx 1$

Estos criterios estadísticos también fueron utilizados por Parra y Gomez (2012) para verificar su modelo geoespacial.

**Tabla 14**

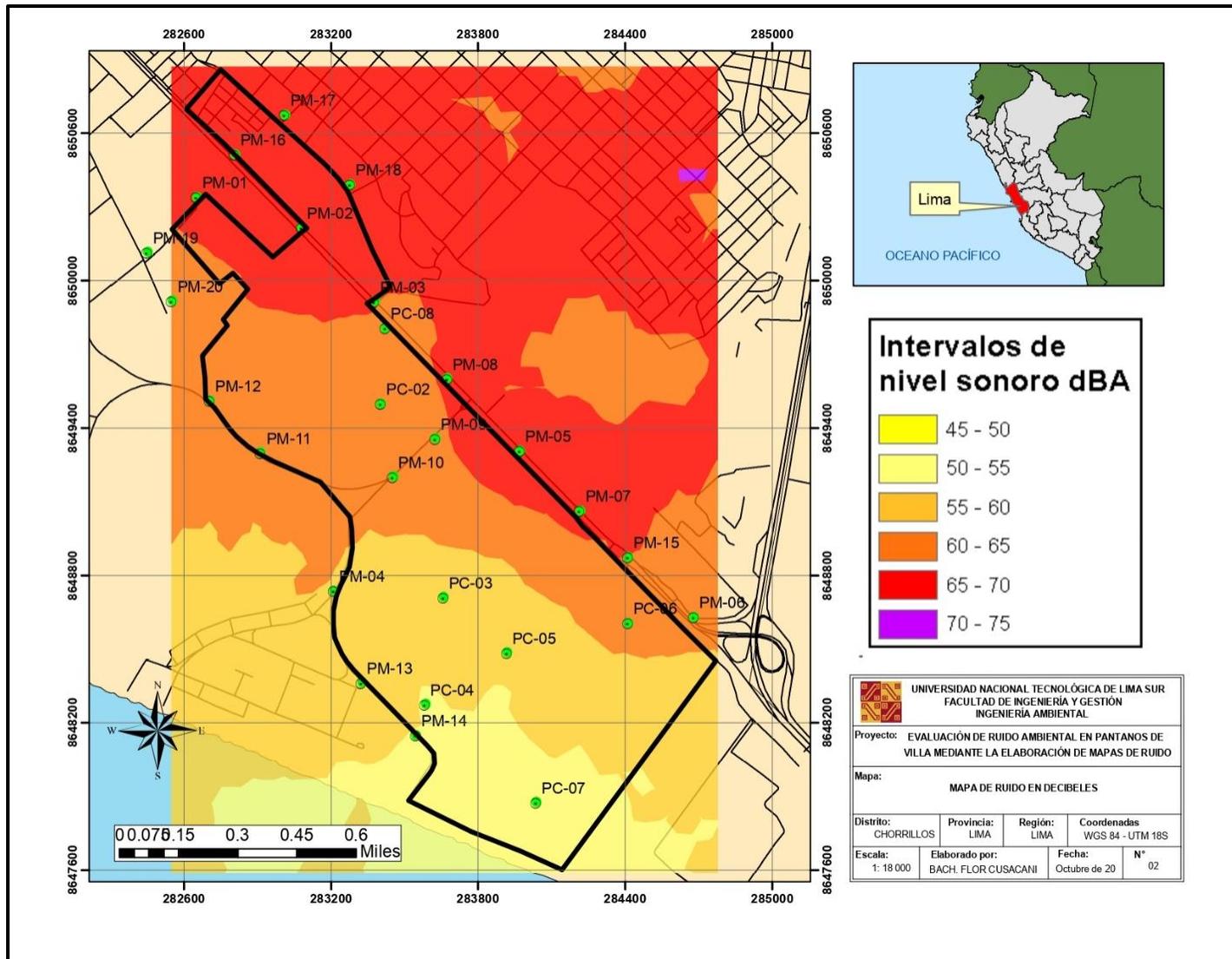
*Resumen de la predicción de errores de la Validación cruzada*

<b>Fecha</b>	<b>ME (Mean Error)</b>	<b>MSPE (Mean Standardized Prediction Error)</b>	<b>RMSSPE (root mean square Standardized prediction errors)</b>
Octubre	-0.01701323	0.0013132	0.9540009
Diciembre	0.3121759	0.01657298	0.9189564

**Fuente:** elaboración propia (2020)

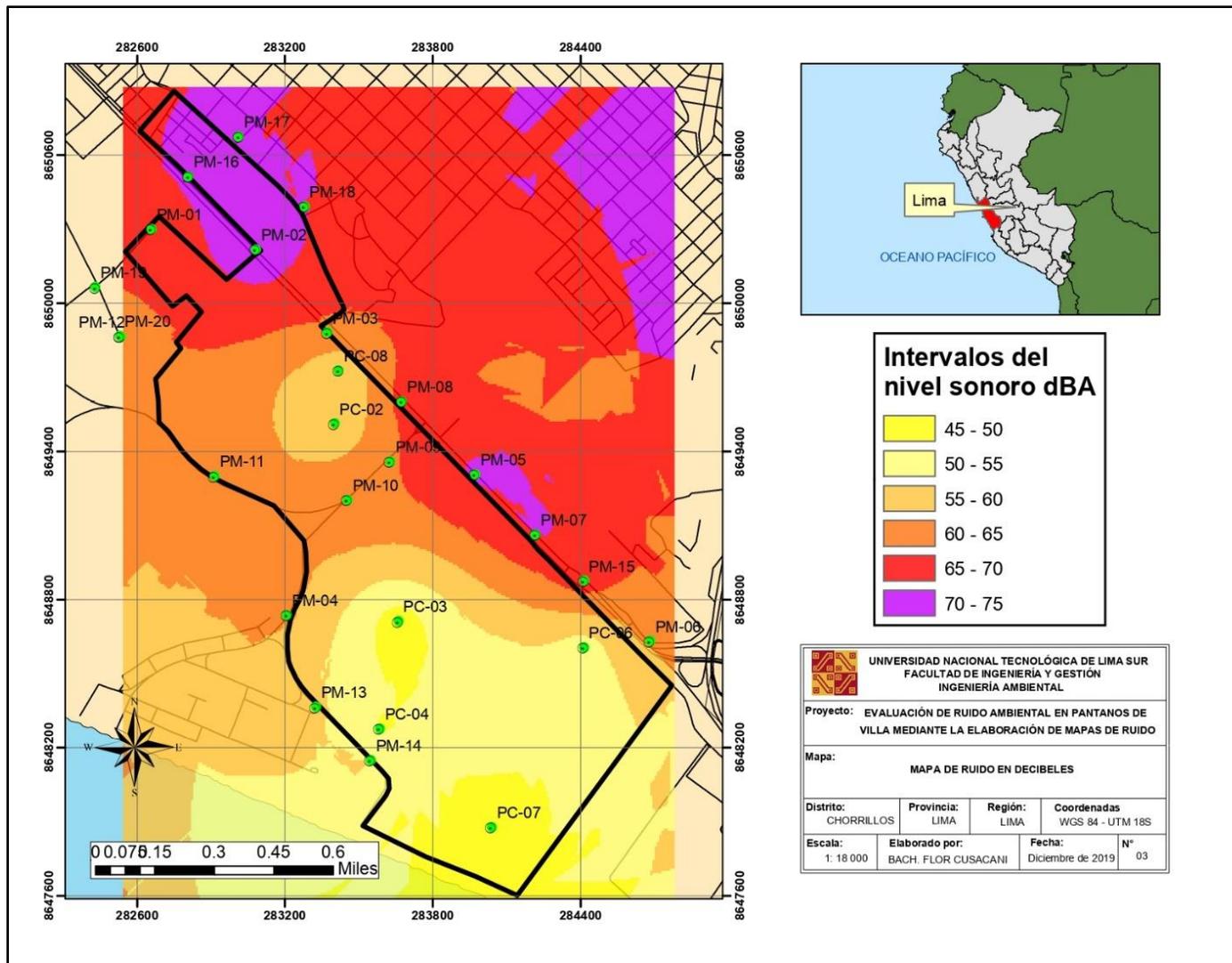
La Tabla 14 resume la predicción de errores de los modelos geoestadísticos utilizados en el presente proyecto, los cuales fueron Exponenciales para ambos mapas de ruido debido ya que cumplían con los criterios mencionados por Oliver y Weber (2015). Estos datos también pueden ser observados en el Anexo 5.

La Figura 13 y la Figura 14 son las representaciones cartográficas de los modelos geoespaciales, en otras palabras, los mapas de ruido correspondientes a los meses de octubre y diciembre respectivamente.



**Figura 13:** Mapa de ruido de Pantanos de Villa, mes de octubre de 2019

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 14:** Mapa de ruido de Pantanos de Villa, mes de diciembre de 2019

**Fuente:** Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Todos los puntos de medición sobrepasan el ECA de Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) que está establecido en la ordenanza N°2264 – MML como referente de calidad ambiental.
2. Los puntos de medición con mayor nivel de ruido ambiental están ubicados en la avenida defensores del morro, con valores que oscilan desde 65.5 dBA hasta 77.6 dBA en el mes de octubre, y desde 66.8 dBA hasta 79.7 dBA en el mes de diciembre. Asimismo, los puntos más bajos en nivel de ruido están ubicados en zonas cerradas con un nulo o casi inexistente flujo vehicular, el PM-20 tuvo un nivel de 51.9 dBA durante el mes de octubre y 57.4 dBA en el mes de diciembre.
3. Los coeficientes de variación de los datos de ruido ambiental diurno de 19.52 y 19.26 para octubre y diciembre de 2019 respectivamente, indican una estimación aceptable.
4. Se ensayó diversos modelos de dispersión de ruido, siendo los modelos Exponencial, los que mejor se ajustaron (mediante la validación cruzada) a las estimaciones de los meses de octubre y diciembre de 2019.
5. Las estimaciones de los mapas de ruido señalan que el mes de diciembre tiene mayor porcentaje de coloración rojo lila (10.05 %) con niveles de presión sonora que oscilan desde 70 a 75dBA. Así mismo, ambos tienen porcentajes mayores al 30% en el intervalo correspondiente al color cinabrio, con 36.19% y 31.8 % para octubre y diciembre respectivamente.
6. Los mapas de ruido de octubre y diciembre de 2019 cubren áreas de 739.273 hectáreas y 736.775 hectáreas respectivamente, esto significa una reducción de costos con respecto a los monitoreos de ruido in situ, los cuales requieren de recursos, personal capacitado y tiempo.

## RECOMENDACIONES

1. Debido a que todos los puntos de medición excedieron el límite establecido en la Ordenanza N° 2264-MML, las autoridades competentes deben adoptar medidas orientadas a mitigar los niveles de ruido ambiental con el fin de proteger y conservar la comunidad de aves de Pantanos de Villa.
2. El presente proyecto utilizó el método de interpolación Krigging para obtener estimaciones del comportamiento del ruido ambiental en Pantanos de Villa, sin embargo, este método no toma en cuenta la manera como se propagan las ondas sonoras, así como los fenómenos acústicos (reflexión, difracción y atenuación). Esta situación genera variaciones entre las estimaciones y las mediciones in situ, no obstante, estas variaciones no han sido grandes (tal como se puede observar en la Tabla 14: Resumen de la predicción de errores de la Validación cruzada). Por tanto, es recomendable utilizar métodos o programas que incluyan los mencionados fenómenos físicos, como los establecidos en la Norma Técnica Peruana 854.001, Métodos para el registro del nivel de la presión sonora.
3. Asimismo, si se desea mejorar el proyecto, se debe aumentar la cantidad de puntos de medición en toda el área de estudio de Pantanos de Villa, es decir, una malla de puntos que permita registrar las variaciones del ruido a medida que se propagan las ondas sonoras.
4. Se recomienda incentivar estudios relacionados a la distribución espacial de las especies de aves en la ANP Pantanos de Villa. Estos estudios deben tomar en cuenta los periodos de migración, anidación, y estaciones del año. Asimismo, dichos estudios podrían ayudar a generar mejores interpretaciones sobre la incidencia del ruido ambiental en la comunidad de aves.
5. Con el objetivo de crear políticas que protejan a la comunidad de aves de Pantanos de Villa, se recomienda realizar mediciones en horario nocturno, de esta manera se lograría evaluar por completo la franja horaria establecida en el DS N° 085-2003 PCM.

Asimismo, se sugiere no utilizar la Ponderación A debido a que la frecuencia de la percepción auditiva de las aves es diferente al oído humano, y esta puede variar según las especies, el presente estudio utilizó dicha ponderación debido a que se tomó en cuenta la Ordenanza N° 2264-MML.

6. Por último, pero no menos importante, se recomienda realizar campañas de sensibilización orientadas a la disminución del ruido ambiental generado en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa, con el fin de proteger a las especies que la habitan.
7. Por último, pero no menos importante, se recomienda realizar campañas de sensibilización orientadas a la disminución del ruido ambiental generado en las vías adyacentes al ANP Pantanos de Villa, con el fin de proteger a las especies que la habitan.

## BIBLIOGRAFÍA

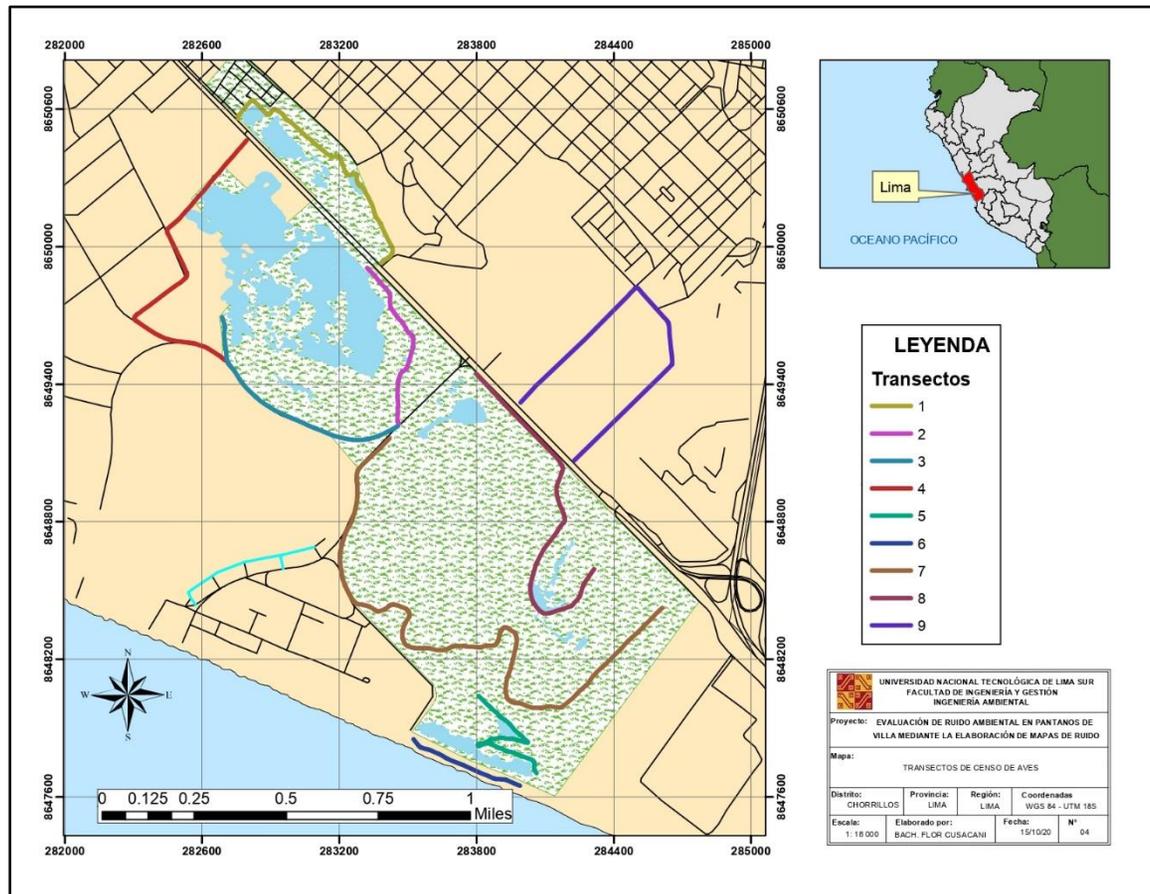
- Anguera, S. (2012). *¿Qué son las octavas y los filtros de tercio de banda de octava en un sonómetro?* Obtenido de Cirrus Research S.L.: <https://www.cirrusresearch.es/blog/2012/09/que-son-las-octavas-y-los-filtros-de-tercio-de-banda-de-octava-en-un-sonometro/>
- Blickley, J. &. (2010). Impacts of Anthropogenic Noise on Wildlife: Research Priorities for the Development of Standards and Mitigation. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 13, 274-292. doi:10.1080/13880292.2010.524564
- Camargo, B. (2018). *Evaluación del Ruido Ambiental en los Pantanos de Villa y su efecto en la Comunidad de Aves (Tesis de pregrado)*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cano, J. (2009). Metodología para el Análisis de Dispersión del Ruido en aeropuertos, estudio de caso: Aeropuerto Olaya Herrera de la ciudad de Medellín (Tesis de post grado). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Canter, L. (Ed.). (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: McGRAW-HILL.
- Cirrus Research plc. (2013). Manual del usuario del Sonómetro Optimus.
- Cómite Internacional de Electrónica. (2002). IEC 61672-1: 2002. IEC.
- DESSAU. (2017). *Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto “Nueva Línea de Transmisión Subterránea 60 kV San Juan - Chorrillos”*. Lima. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjr18\\_TpbftAhVCF7kGHSZ1BeYQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.munlima.gob.pe%2Fimagenes%2Fdescargas%2Fgobierno-abierto%2Ftransparencia%2Fmml%2Finfo-adicional%2Festudios-a](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjr18_TpbftAhVCF7kGHSZ1BeYQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.munlima.gob.pe%2Fimagenes%2Fdescargas%2Fgobierno-abierto%2Ftransparencia%2Fmml%2Finfo-adicional%2Festudios-a)
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2007). ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: índices básicos y procedimiento de evaluación.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2008). ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2017). ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de presión sonora. Parte 1: Medición y valoración de un ruido molesto proveniente de fuentes fijas.

- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2017). ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de presión sonora. Parte 2: Medición del ruido ambiental para estudios de impacto ambiental acústico.
- Esri. (Sin fecha). *Cómo funciona Kriging*. Obtenido de Desktop ArcGIS: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm>
- Forman, R. &. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207-231. doi:10.1146/ANNUREV.ECOLSYS.29.1.207
- Giraldo, A. (2002). Introducción a la geoestadística: teoría y aplicación. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gomez, E. P. (2012). *Gneración de un Modelo de Predicción de Ruido Aplicando Técnicas Geoestadísticas en las parroquias de San Rafael y Sangolquí del Canton Rumiñahui (Tesis de pregrado)*. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politecnica del Ejercito.
- Gonzales, A. (2000). *Fauna Silvestre de Mexico: uso, manejo y legislación*. Mexico: SEMARNAP.
- Injaian, A. G. (2019). Traffic noise exposure alters nestling physiology and telomere attrition through direct, but not maternal, effects in a free-living bird. *Elsevier*, 276, 14-21. doi:10.1016/j.ygcen.2019.02.017
- IPDA. (2009). Plan Maestro de Gestión y Manejo Ambiental de los Pantanos de Villa. Lima.
- Kiely, G. (. (Ed.). (1999). *Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- MINAGRI. (2006). Categorización de la Zona Reservada Los Pantanos de Villa. *Decreto Supremo N°055-2006 -AG*. Lima, Perú.
- MINAM. (2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. *Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Perú.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (29 de Julio de 2020). Ordenanza N° 2264. *Zona de Reglamentación Especial Pantanos de Villa*. Lima, Perú.
- Murillo, D. (2017). Resolución espacial en la elaboración de mapas de ruido por interpolación. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 56-62. doi:10.21500/20275846.2808
- Murillo, D. O. (2012). Comparación de Metodos de Interpolación para la Generación de Mapas de Ruido en Entornos Urbanos. *Ingenierías USBMed*, 3(1), 62-68. doi: 10.21500/20275846.265

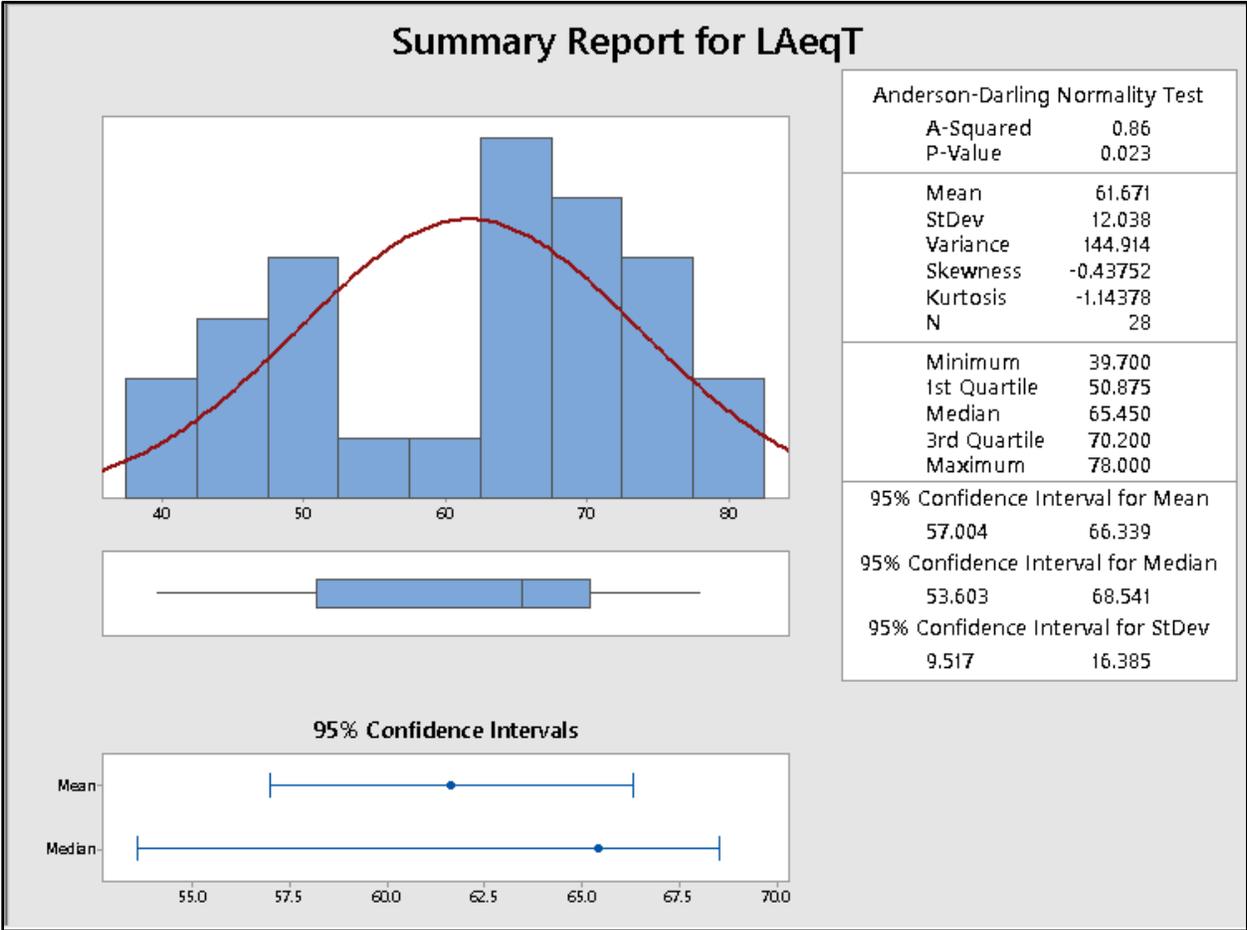
- Naturales, S. N. (s.f). *¿ Qué es un ANP ?* Obtenido de <https://www.sernanp.gob.pe/ques-es-un-anp>
- OEFA. (2016). *La Contaminación Sonora en Lima y Callao*. Lima: OEFA.
- Ojeda, S. (2016). *Evaluación de la contaminación Acústica Ambiental en el área Natural Protegida "Pantanos de Villa" (Tesis de Pregrado)*. Lima, Peru: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Oliver, M. W. (2015). *Basic Steps in Geostatic: The Variogram and Kriging*. Springer. doi:DOI 10.1007/978-3-319-15865-5
- Polak, M. (2014). Relationship between traffic noise levels and song perch height. *Elsevier*, 30, 72-75. doi:10.1016/j.trd.2014.05.004
- Ramirez, A. (2005). *Ecología Aplicada: diseño y analisis estadístico*. Bogota, Colombia: ISBN.
- Ramirez, A. D. (2011). El Ruido Vehicular Urbano: Problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 35(137), 509-530. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009)
- Reijnen, R. F. (1996). The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*, 75, 255-260. doi:10.1016/0006-3207(95)00074-7
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (Sin fecha). *Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa*. Obtenido de <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/zonaturismo.jsp?ID=75>
- Somarrriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas*, 6(23), 72-74. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/324164467\\_Diversidad\\_Shannon](https://www.researchgate.net/publication/324164467_Diversidad_Shannon)
- Tolentino, V. B. (2018). Dominant frequency of songs in tropical bird species is higher in sites. *Elsevier*, 235, 983-992. doi:10.1016/j.envpol.2018.01.045
- Wiacek, J. P. (2015). The influence of road traffic on birds during autumn period: implications for planning and management of road network. *Elsevier*, 134, 76-82. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.10.016
- Yagua, W. (2016). *Evaluación de la Contaminación Acústica en el CentroHistorico de Taca mediante la elaboración de Mapas de Ruido (Tesis de pregrado)*. Tacna: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

# ANEXOS

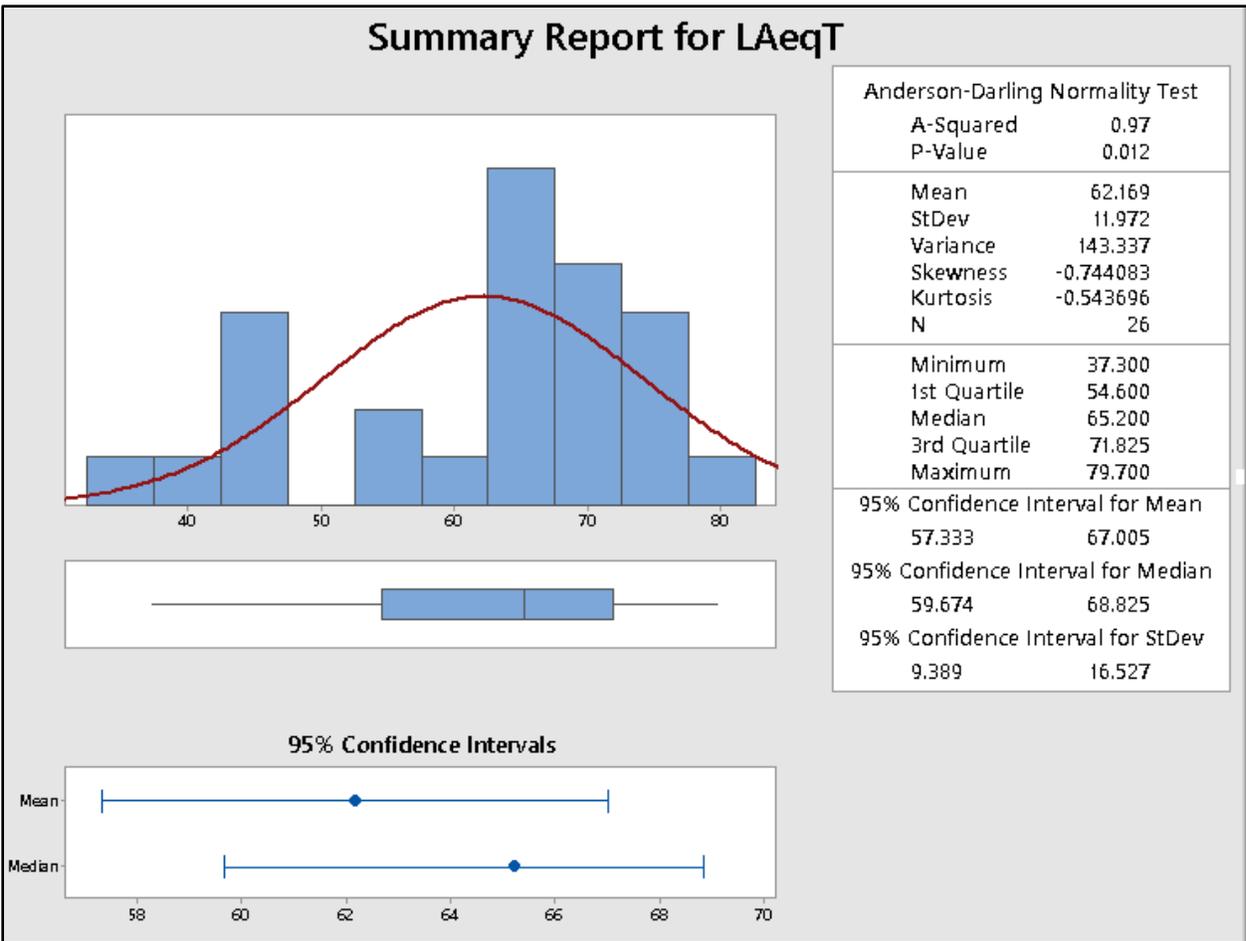
## ANEXO N°1: Mapa de Transectos de censos de Aves



**ANEXO N° 2: Resumen del análisis estadístico descriptivo del nivel de sonido equivalente con ponderación A**

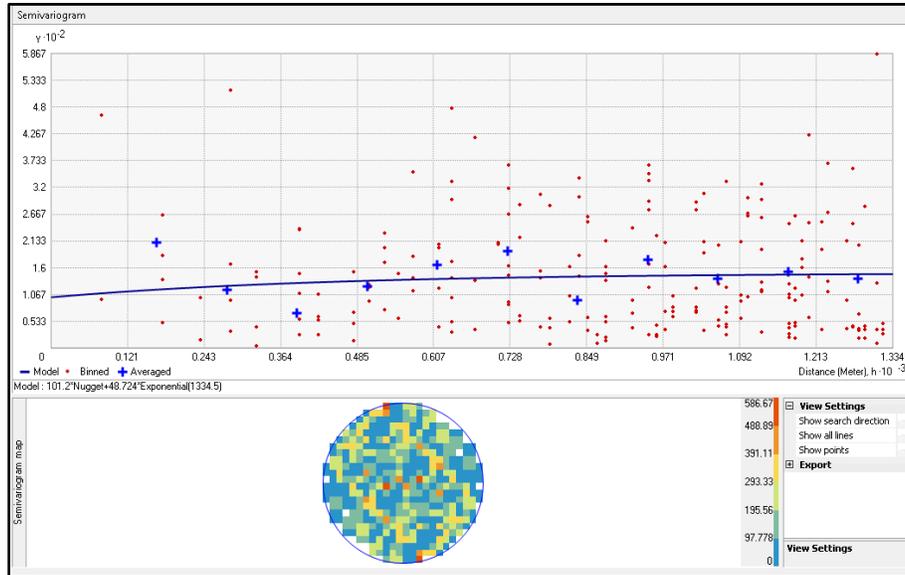


Resumen del análisis estadístico descriptivo del nivel de sonido equivalente con ponderación A del mes de octubre de 2019.

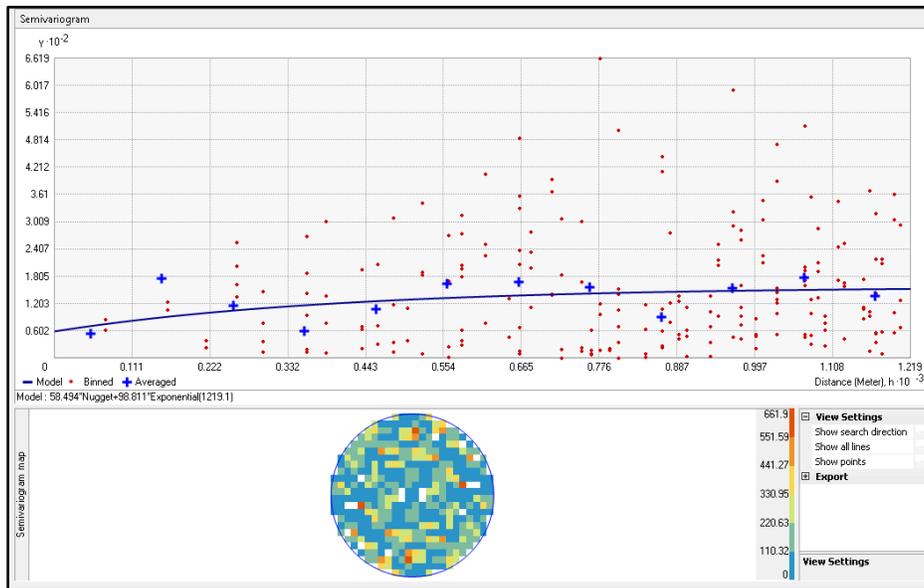


Resumen del análisis estadístico descriptivo del nivel de sonido equivalente con ponderación A del mes de diciembre de 2019.

### ANEXO N°3: VARIOGRAMA DE MAPAS DE PRESIÓN SONORA



Variograma exponencial del mapa de presión del mes de octubre de 2019.



Variograma exponencial del mapa de presión del mes de diciembre de 2019.

## ANEXO N°4: Cuadro resumen de los parámetros del Modelo utilizado

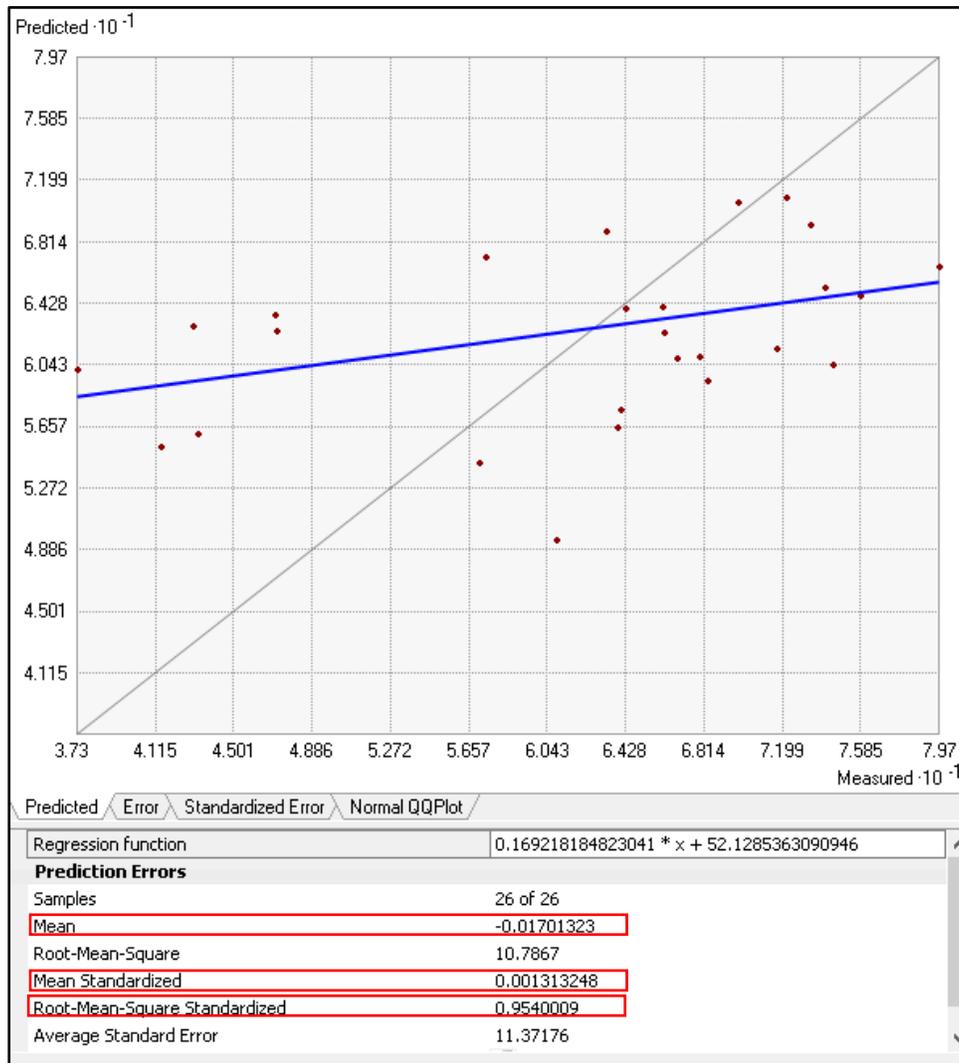
<b>Input datasets</b>	
[-] <b>Dataset</b>	
	J:\TITULACION\MAPAS\mapas para trabajo\MAPAS_COMPLETOS\octubre_semi_completos.xls\Hoja3 \$ _Features
Type	Feature Class
Data field 1	LAeqT
Records	27
[-] <b>Method</b>	<b>Kriging</b>
Type	Ordinary
Output type	Prediction
[-] <b>Dataset #</b>	1
Trend type	None
[-] <b>Searching neighborhood</b>	Standard
Neighbors to include	5
Include at least	2
Sector type	Four and 45 degree
Major semiaxis	1,334.499175942205
Minor semiaxis	1,334.499175942205
Angle	0
[-] <b>Variogram</b>	Semivariogram
Number of lags	12
Lag size	111.20826466185
Nugget	101.202602276796
Measurement error %	100
[-] <b>Model type</b>	Exponential
Range	1,334.499175942205
Anisotropy	No
Partial sill	48.724483344244

Cuadro resumen de los parámetros del Modelo utilizado en el mapa del mes de octubre.

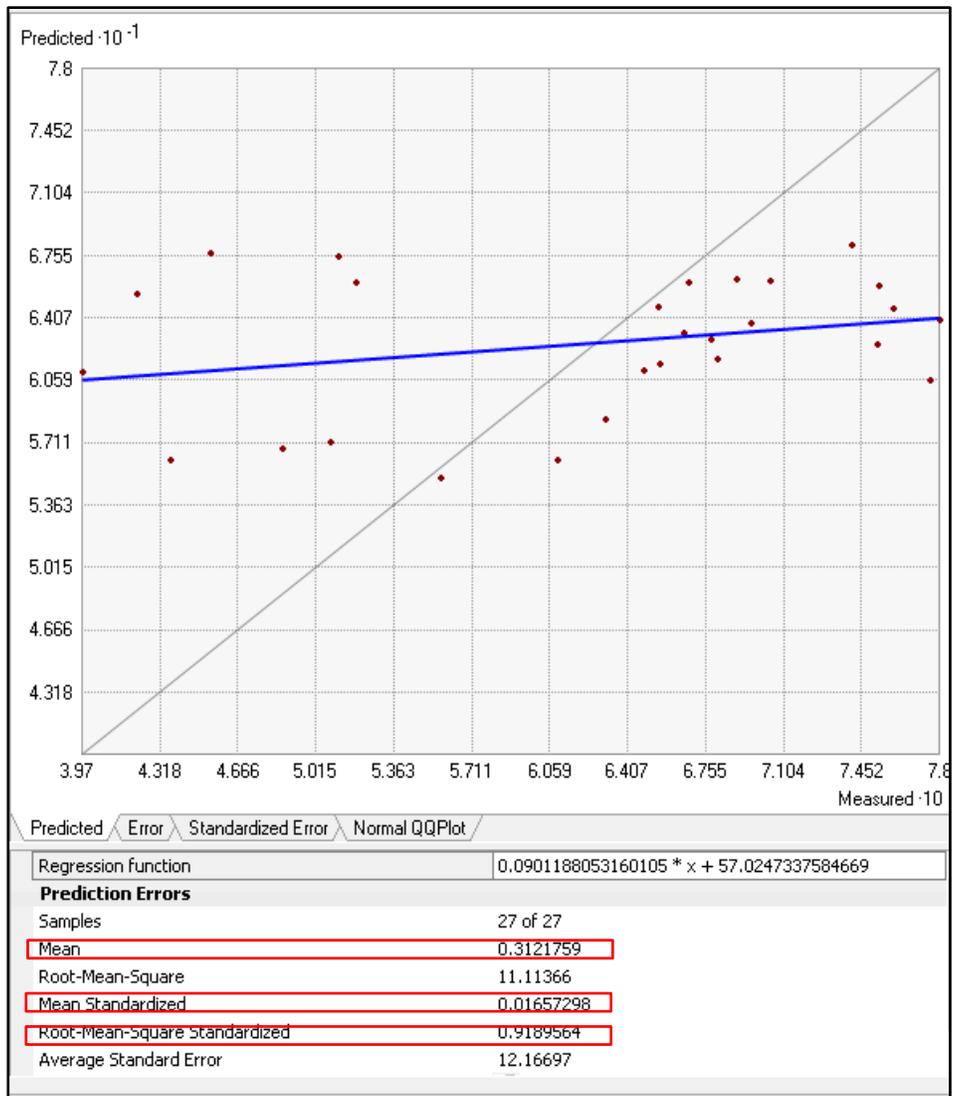
<b>Input datasets</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Dataset</b>	J:\TITULACION\MAPAS\diciembre_completo.xls\Hoja2
	\$_Features
Type	Feature Class
Data field 1	LAeqT
Records	26
<input type="checkbox"/> <b>Method</b>	<b>Kriging</b>
Type	Ordinary
Output type	Prediction
<input type="checkbox"/> <b>Dataset #</b>	1
Trend type	None
<input type="checkbox"/> <b>Searching neighborhood</b>	Standard
Neighbors to include	5
Include at least	2
Sector type	Four and 45 degree
Major semiaxis	1,219.148934752528
Minor semiaxis	1,219.148934752528
Angle	0
<input type="checkbox"/> <b>Variogram</b>	Semivariogram
Number of lags	12
Lag size	101.595744562711
Nugget	58.493787650678
Measurement error %	100
<input type="checkbox"/> <b>Model type</b>	Exponential
Range	1,219.148934752528
Anisotropy	No
Partial sill	98.810843261794

Cuadro resumen de los parámetros del Modelo utilizado en el mapa del mes de diciembre.

## ANEXO N°5: VALIDACIÓN DE MAPAS DE PRESIÓN SONORA



Validación del Mapa de Ruido del mes de octubre de 2019



Validación del Mapa de Ruido del mes de diciembre de 2019

## ANEXO N°6: Carta de consentimiento de PROHVILLA



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



### CARTA DE CONSENTIMIENTO

El suscrito, NESTOR CHRISTIAN CARAZAS SUAREZ, en mi calidad de Jefe de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo de Proyectos de la Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa – PROHVILLA, emito la presente **Carta de Consentimiento de Ingreso a la Propiedad del SERPAR bajo nuestra administración** a favor de la SRTA. FLOR DE JAZMÍN CUSACANI GUERRERO, identificada con DNI 74202525, tesista de la Facultad de Ingeniería y Gestión de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

El ingreso a la propiedad bajo nuestra administración el Humedal Pantanos de Villa se efectuará con la presentación de la **Carta de Autorización para Realizar Investigaciones dentro del ANP de los Pantanos de Villa**, emitida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP<sup>1</sup>.

Atentamente,

Chorrillos, 04 de noviembre del 2020

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA  
AUTORIDAD MUNICIPAL DE LOS  
PANTANOS DE VILLA

NESTOR C. CARAZAS SUAREZ  
JEFE DE LA OFICINA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y DESARROLLO DE PROYECTOS  
PROHVILLA

<sup>1</sup> D.S. N° 010-2015-MINAM, que promueve el desarrollo de investigaciones al interior de las áreas naturales protegidas (23/09/2015).

## ANEXO N°7: Puntos de medición en las vías adyacentes

 				
MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA AUTORIDAD MUNICIPAL DE LOS PANTANOS DE VILLA REGISTRO DE CENSO MENSUAL DE MONITOREO DE RUIDO EN LOS PANTANOS DE VILLA REPORTE REPRESENTATIVO DE OCTUBRE				
11, 15 y 25 de octubre de 2019				
PUNTOS DE MEDICIÓN (PM)				
PUNTO	UBICACIÓN	dB(LAeqt)	LAmáx	LAmin
PM-01	Cruce de Av. Los Canelos y Jr. Alameda del Remero	66.8	85.4	42
PM-02	Av. Defensores del Morro a unos metros del Restaurant la Moya	75.3	90.5	55.6
PM-03	Inicio de Av. 12 de Octubre	77.6	91.5	55.7
PM-04	Cruce de Av. Alameda las Garzas Reales con Jr. hacia Country Club Villa	63.1	82.8	39.7
PM-05	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Agricultores	78	101.3	58.5
PM-06	Cruce de Av. Defensores del Morro con Panamericana Sur	65.5	82	51.8
PM-07	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Horticultores	75.9	90.3	56.9
PM-08	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Granjeros	75.2	92.9	49.8
PM-09	Inicio del circuito tradicional	66.6	84.7	43.3
PM-10	Cruce de Av. Hernando de Lavalle con Av. Alameda Garzas Reales	64.8	82.3	42.1
PM-11	En Av. Hernando de Lavalle al oeste de Antena Radio Omega	68.1	86.1	36.4
PM-12	En Av. Hernando de Lavalle al sur de Antena Radio Callao	67.8	89.5	39.8
PM-13	Cruce Alameda Garzas Reales con Alameda Agua Marina	60.9	86.7	39.4
PM-14	En Alameda Garzas Reales al norte del Club Garzas Reales	55.7	80.5	38.9
PM-15	Cruce Av. Defensores del Morro con Calle 1	69.6	85	58.9
PM-16	Cruce de Av. Defensores del Morro con Av. Canelos	74.1	99.8	58
PM-17	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Carhuarzo	68.9	89.5	47.1
PM-18	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Volcán Misti	70.4	85.3	50.6
PM-19	Cruce de Av. Los Canelos con Alameda Don Emilio	65.4	86.8	43.8
PM-20	Cruce Av. Hernando de Lavalle con Alameda del Premio Real	51.9	70	43.7
PUNTOS DE CONTROL (PC)				
PUNTO	UBICACIÓN	dB(LAeqt)	LAmáx	LAmin
PC-01	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	51.1	66.8	42.1
PC-02	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	42.1	58.1	36.5
PC-03	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	39.7	55	33.2
PC-04	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	48.6	64.8	34.5
PC-05	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	50.8	70.4	35.7
PC-06	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	43.9	66.9	39.5
PC-07	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	43.6	53.7	37.6
PC-08	Al Interior del Humedal Patanos de Villa	45.4	57	39.4

Puntos de Medición y puntos de control del mes de octubre

23,27 y 30 de diciembre de 2019

PUNTOS DE MEDICIÓN (PM)					
PUNTO	UBICACIÓN	dB(LAeqt)	LA <sub>máx</sub>	LA <sub>mín</sub>	Observación
PM-01	Cruce de Av. Los Canelos y Jr. Alameda del Remero	63.3	85.1	41.4	
PM-02	Av. Defensores del Morro a unos metros del Restaurant la Moya	79.7	115.3	52.8	
PM-03	Inicio de Av. 12 de Octubre	66.8	84.3	60	
PM-04	Cruce de Av. Alameda las Garzas Reales con Jr. hacia Country Club Villa	63.9	83	36.2	
PM-05	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Agricultores	75.8	94.5	51.8	
PM-06	Cruce de Av. Defensores del Morro con Panamericana Sur	64	78.7	52.5	
PM-07	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Horticultores	74.1	88.3	48.2	
PM-08	Cruce de Av. Defensores del Morro con Jr. Los Granjeros	71.7	89.9	53.4	
PM-09	Inicio del circuito tradicional	64.3	83.1	42.7	
PM-10	Cruce de Av. Hernando de Lavalie con Av. Alameda Garzas Reales	68.3	92.8	40.2	
PM-11	En Av. Hernando de Lavalie al oeste de Antena Radio Omega	66.2	84.8	38.2	Pasaron 3 aviones
PM-12	En Av. Hernando de Lavalie al sur de Antena Radio Callao	67.9	88.4	38.5	
PM-13	Cruce Alameda Garzas Reales con Alameda Agua Marina	57.1	83	36.8	
PM-14	En Alameda Garzas Reales al norte del Club Garzas Reales	60.9	75.8	39.1	Podadora a 20 metros
PM-15	Cruce Av. Defensores del Morro con Calle 1	74.5	94.4	55.4	
PM-16	Cruce de Av. Defensores del Morro con Av. Canelos	73.4	94.6	54	
PM-17	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Carhuarzo	72.2	88.4	54.9	
PM-18	Cruce Av. 12 de Octubre con Jr. Volcán Misti	69.8	88.6	51.1	
PM-19	Cruce de Av. Los Canelos con Alameda Don Emilio	66.1	86.1	41	
PM-20	Cruce Av. Hernando de Lavalie con Alameda del Premio Real	57.4	83	39.1	

PUNTOS DE CONTROL (PC)					
PUNTO	UBICACIÓN	dB(LAeqt)	LA <sub>máx</sub>	LA <sub>mín</sub>	Observación
PC-01	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	-	-	-	
PC-02	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	47.1	67.4	37.8	
PC-03	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	37.3	53.3	31.1	Pasó 1 avión
PC-04	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	43.2	53.7	35.6	Pasó 1 avión
PC-05	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	-	-	-	
PC-06	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	43	69.1	38.2	
PC-07	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	41.4	65.3	34.2	Pasó 1 avión
PC-08	Al Interior del Humedal Pantanos de Villa	47	72.7	38.4	

Puntos de Medición y puntos de control del mes de diciembre

## ANEXO N°7: Certificado de calibración del Sonómetro



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

### Certificado de Calibración

### LAC - 002 - 2019

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	103829	<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 metrologías 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	<b>MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA</b>	
Dirección	<b>Jr Conde Superunda N° 169 4to Piso- Cercado De Lima</b>	
Instrumento de Medición	<b>Sonómetro</b>	
Marca	<b>CASELLA</b>	
Modelo	<b>CEL-63X</b>	
Procedencia	<b>REINO UNIDO</b>	
Resolución	<b>0,1 dB</b>	
Clase	<b>1</b>	
Número de Serie	<b>4637973</b>	
Micrófono	<b>CEL - 251</b>	
Serie del Micrófono	<b>00186</b>	
Fecha de Calibración	<b>2019-01-04</b>	

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
	 ALDO QUIROGA ROJAS	 BILLY QUISPE CUSIPUMA
2019-01-04	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](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

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

### Sonómetro Casella Modelo CEL-63X



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LAC - 184 - 2019

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	1035103	<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 metrologías 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	<b>MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA</b>	
Dirección	<b>Jr. Camana Nro. 566 Cercado De Lima Lima - Lima - Lima</b>	
Instrumento de Medición	<b>Sonómetro</b>	
Marca	<b>CIRRUS</b>	
Modelo	<b>CR:171B</b>	
Procedencia	<b>REINO UNIDO</b>	
Resolución	<b>0,1 dB</b>	
Clase	<b>1</b>	
Número de Serie	<b>G071687</b>	
Micrófono	<b>MK224</b>	
Serie del Micrófono	<b>606334B</b>	
Fecha de Calibración	<b>2019-09-09</b>	

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

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por QUESPE  
CUSPUMA Billy Benito FAU  
2019090915:09  
Fecha: 2019-09-09 11:41:19



Firmado digitalmente por  
GUEVARRA CHUCUILLANQUI  
Sierrenito Miguel FAU  
2019090915:09  
Fecha: 2019-09-09 10:51:42

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](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

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

Sonómetro Cirrus modelo CR:171B



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LAC - 263 - 2019

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	1034808	<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	Municipalidad Metropolitana de Lima	
Dirección	Pasaje Acuña 127	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	LARSON DAVIS	
Modelo	LxT1	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	0004045	
Micrófono	PCB 377B02	
Serie del Micrófono	165407	
Fecha de Calibración	2019-12-20	

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



Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por QUISPE  
CUSIPUMA Billy Berino FAU  
20600283015.pdf  
Fecha: 2019-12-23 15:08:48



Firmado digitalmente por  
GUEVARA CHUCUILLANQUI  
Garceros Miguel FAU  
20600283015.pdf  
Fecha: 2019-12-23 10:45:16

Dirección de Metrología

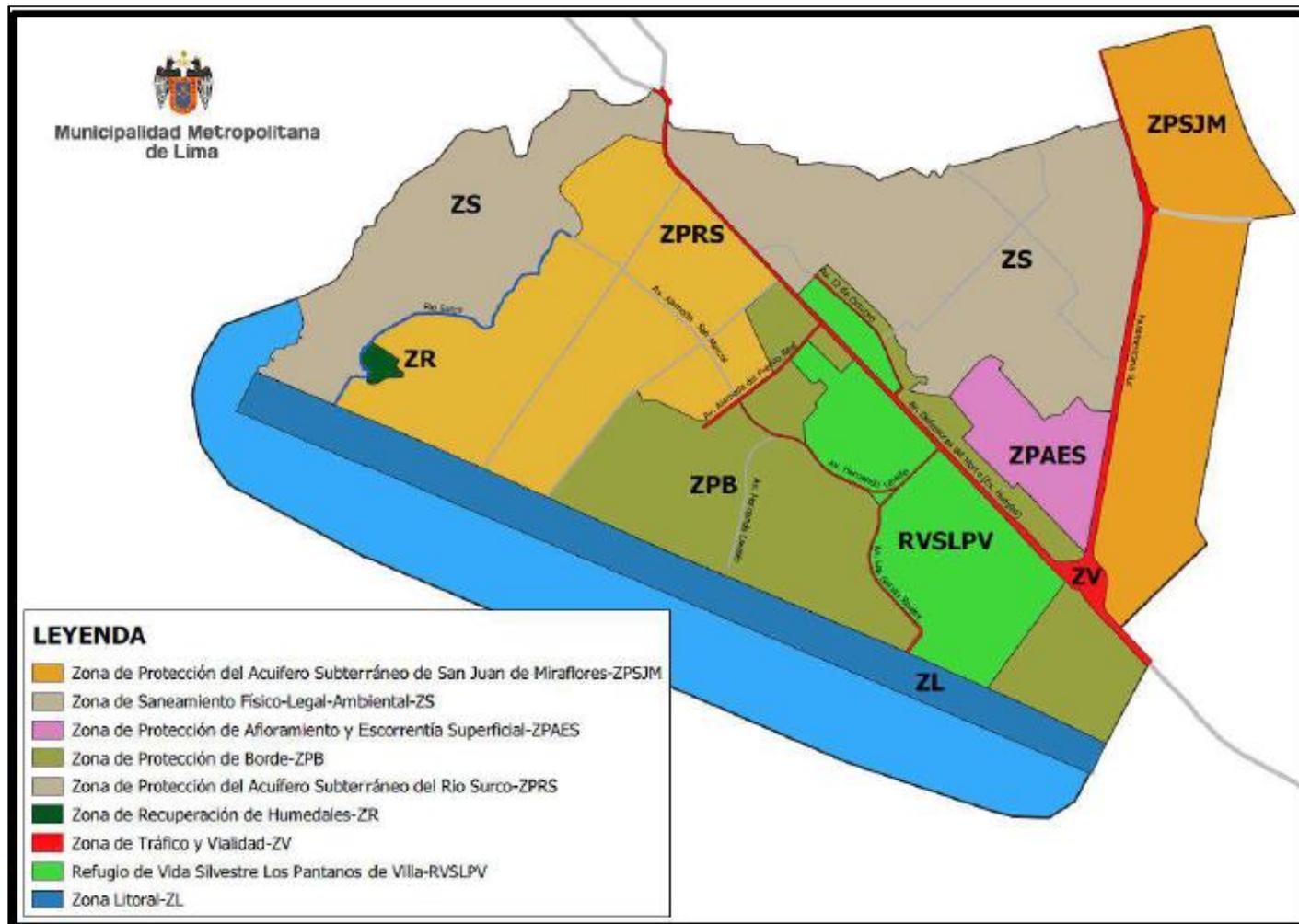
Dirección de Metrología

**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](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

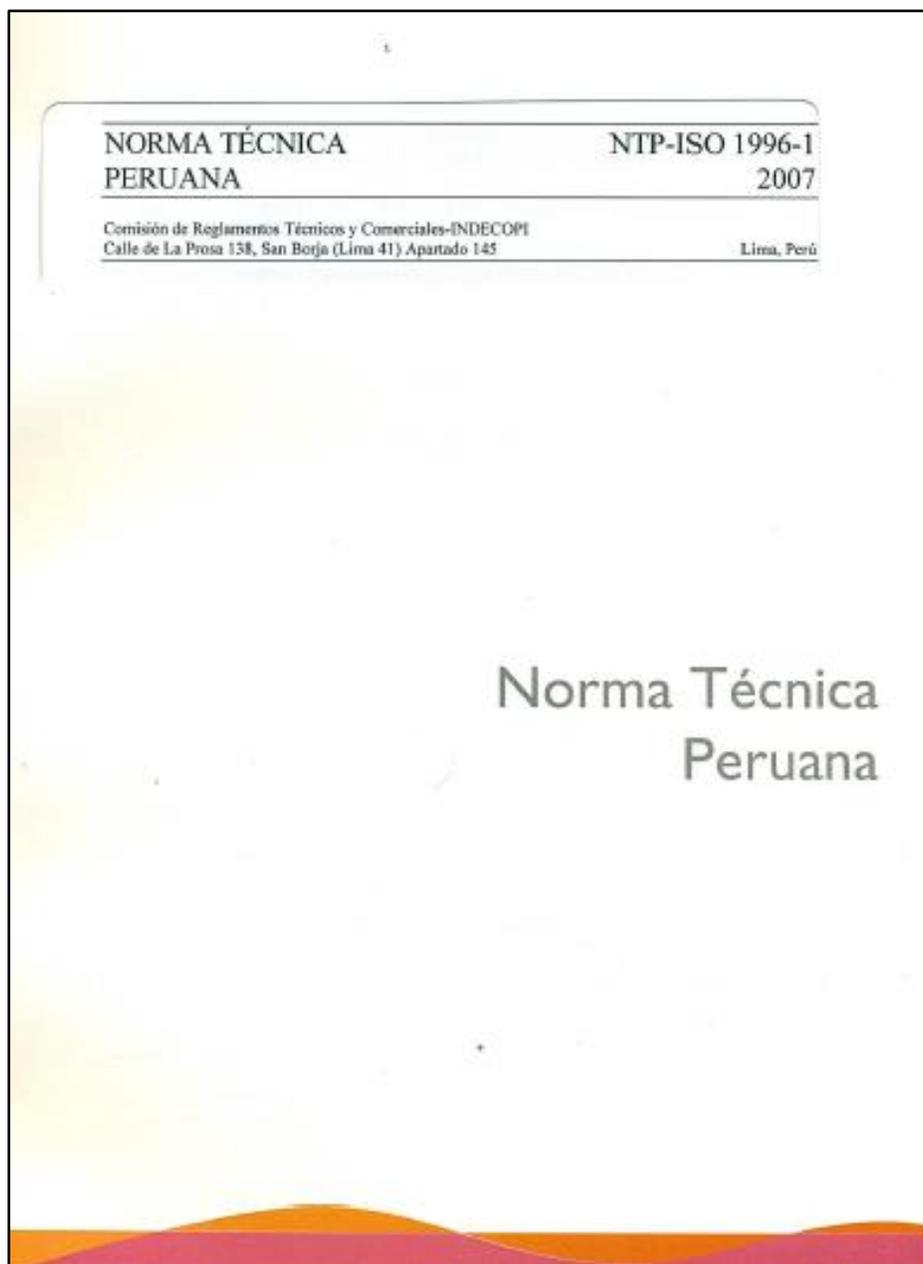
Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

Sonómetro Larson Davis modelo LxT1

## ANEXO N°8: Unidades de Ordenamiento Ambiental de la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa



**Anexo N° 9 Norma Técnica Peruana ISO 1996- 1: 2007**



## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental, mediante el Sistema I o de Adopción, durante los meses de enero del 2005 a octubre del 2006, utilizando como antecedente a la ISO 1996-1:2003 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures.

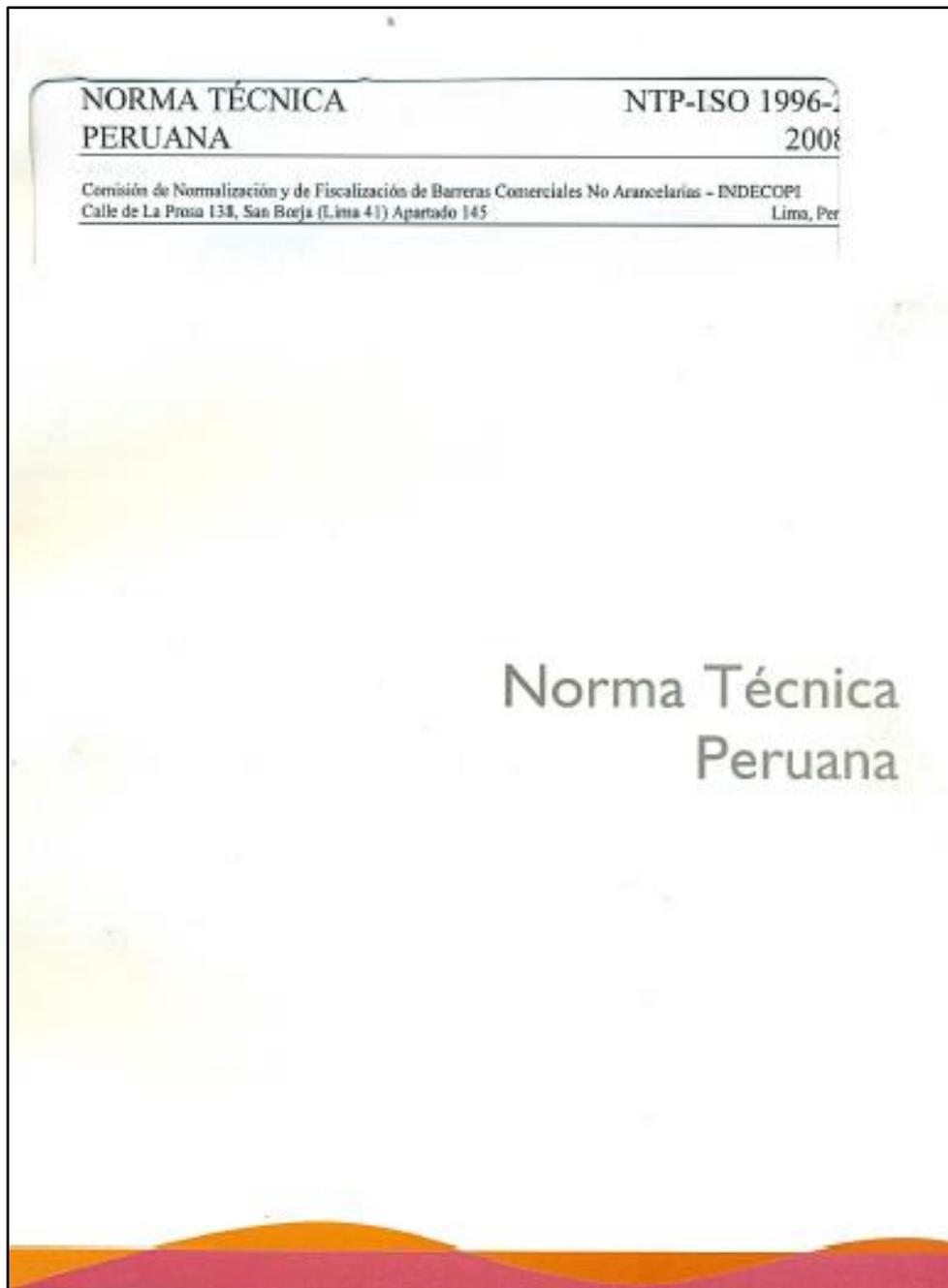
A.2 El Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2006-11-21, el PNTP-ISO 1996-1:2006, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2007-01-20. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-1:2007 ACÚSTICA, Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación, 1ª Edición, el 05 de abril del 2007.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

SECRETARÍA	Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA
PRESIDENTE	Eusebio Robles García
SECRETARIO	Segundo Fausto Roncal
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL – DIGESA	Eusebio Robles García
MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN	Alejandro Sánchez Pinedo

Anexo N° 10 Norma Técnica Peruana ISO 1996- 2: 2008



## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental, mediante el Sistema 1 o de Adopción, durante los meses de mayo de 2007 a setiembre de 2008, utilizando como antecedente a la ISO 1996-2: 2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, con fecha 2008-11-07, el PNTP-ISO 1996-2:2008, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2008-11-13. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como 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**, 1ª Edición, el 11 de enero de 2009.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana es una adopción de la ISO 1996-2:2007. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA
Presidente	Eusebio Robles García - DIGESA
Secretario	Segundo Fausto Roncal Vergara

Anexo N° 11 Norma Técnica Peruana ISO 854.001- 1: 2012 (revisada el 2017)

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 854.001-1  
2012 (revisada el 2017)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Canelas 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de la  
presión sonora. Parte 1: Medición y valoración de un ruido  
presuntamente molesto proveniente de fuentes fijas**

Acoustics. Method to register the sound pressure level. Part 1: Measurement and valuation of a  
presumably annoying noise from fixed source

**2017-12-19  
1ª Edición**

R.D. N° 052-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-12-26

Precio basado en 32 páginas

I.C.S.: 13.140, 17.140.01

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Acústica, método, registro, presión sonora.

© INACAL 2017

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de marzo a julio de 2011, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Acústica y medición de ruido ambiental presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - CNB, con fecha 2011-07-27, el PNTP 854.001-1:2011, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2011-09-30. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana NTP 854.001-1:2012 ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de la presión sonora. Parte 1: Medición y valoración de un ruido presuntamente molesto proveniente de fuentes fijas, 1ª Edición, el 05 de abril de 2012.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	DIGESA
Presidente	Eusebio Robles García - DIGESA
Secretario	Francisco Fuentes Paredes

Anexo N° 12 Norma Técnica Peruana ISO 854.001- 2: 2012 (revisada el 2017)

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 854.001-2  
2012 (revisada el 2017)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de la  
presión sonora. Parte 2: Medición del ruido ambiental para  
estudios de impacto ambiental acústico**

Acoustics. Method to register the sound pressure level. Part 2: Measurement of environmental noise to  
acoustic environmental impact assessments

**2017-12-19  
1ª Edición**

R.D. N° 052-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-12-26

Precio basado en 13 páginas

I.C.S.: 13.140, 17.140.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Acústica, método, registro, presión sonora, impacto ambiental

© INACAL 2017

## PREFACIO

### A RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de marzo a julio de 2011, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Acústica y Medición de Ruido Ambiental presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias –CNE-, con fecha 2011-07-26, el PNTP 854.001-2:2011 para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2011-09-30. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana NTP 854.001-2:2012 ACUSTICA. Métodos para el registro del nivel de la presión sonora. Parte 2: Medición del ruido ambiental para estudios de impacto ambiental acústico, 1ª Edición, el 05 de abril de 2012.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	DIGESA
Presidente	Eusebio Robles García - DIGESA
Secretario	Francisco Fuentes Paredes