

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR  
RUIDO VEHICULAR EN AULAS Y SU EFECTO EN LA  
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE EN LA CIUDAD  
UNIVERSITARIA LOS GRANADOS - 2018**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**LUZMILA DEL ROSARIO GÓMEZ JANAMPA**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA - PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO VEHICULAR  
EN AULAS Y SU EFECTO EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA LOS GRANADOS – 2018**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de abril de 2019, estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE**



.....  
Dr. Alberto Savino Pacheco Pacheco

**SECRETARIO**



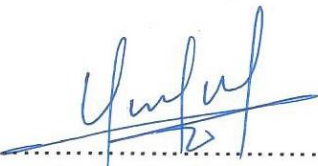
.....  
M.Sc. Avelino Godofredo Pari Pinto

**MIEMBRO**



.....  
Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

**ASESOR**



.....  
Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a Dios, quien en las buenas y en las malas siempre ha estado conmigo, quien en mi camino de tropiezos ha puesto a las personas indicadas para ayudarme a continuar y seguir superándome.

A mis padres, por darme la vida.

A mi hermana Janeth, por compartir mis penas.

A mi hija LUCIANITA por ser esa personita que me acompaña en todo mí andar y ser la razón de mi vida.

A mi vida, por seguir a mi lado y darme grandes lecciones de que cuando cometemos errores debemos perdonar y voltear la página para escribir un nuevo comienzo.

A aquella persona que en su momento me dijo, dale tiempo al tiempo.

A todos, espero nunca defraudarlos y que tengan presente que siempre estaré ahí para apoyarlos.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento está dirigido a **DIOS**, mi creador, por brindarme el privilegio de tener vida para compartirla con los dos cariños más grandes que una mujer pueda tener y acompañarme en alcanzar una meta más en mi carrera profesional.

A mi **Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann** por darme nuevamente la oportunidad de egresar de sus aulas y sentirme orgullosa de ser una Basadrina.

A mi **asesor** Nataniel Mario Linares Gutiérrez por su tiempo, recomendaciones y sobre todo el apoyo para la culminación de esta tesis.

Al **personal** de la Universidad por todas sus atenciones y sobre todo su aliento para persuadirme a seguir adelante.

A mi **vida**, por continuar a mi lado para apoyarme en mis momentos de debilidad, temor, inseguridad y sobre todo alentarme a pasar esta barrera que para mí parecer ninguna flecha la puede pasar.

A todas aquellas personas que en su oportunidad me aconsejaron, me ayudaron y sobre todo me animaron diciendo que hay piedras pequeñas que podemos esquivar pero que las grandes solo la inteligencia y las ganas de superarse lo pueden lograr.

**LA AUTORA**

## CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción del problema	2
1.1.1. Antecedentes del problema	2
1.1.2. Problemática de la investigación	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema principal	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Justificación e importancia de la investigación	4
1.4. Alcances y limitaciones	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
1.6. Hipótesis	5
1.6.1. Hipótesis principal	5
1.6.2. Hipótesis secundarias	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes del estudio	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Sonido	9
2.2.2. Ruido	9
2.2.3. La contaminación acústica	10
2.2.4. Medición del ruido	10

2.2.5. Decibelio con ponderación A (dBA)	11
2.2.6. Nivel de presión sonora continuo equivalente	13
2.2.7. Ruido del trabajo rodado vehicular	13
2.2.8. El ruido y su efecto a la salud	15
2.2.9. Efectos sobre el rendimiento académico	17
2.2.10. Barreras acústicas	17
2.2.11. Clasificación de fuentes sonoras de un vehículo	19
2.3. Definición de términos	20
2.4. Marco legal	21
<b>CAPÍTULO III. MARCO FILOSÓFICO</b>	
3.1. Fundamento filosófico del estudio	25
3.2. Filosofía ambiental	27
3.3. Ecología acústica	28
3.4. Filosofía del estudio de investigación	28
<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO</b>	
4.1. Tipo y diseño investigación	30
4.2. Población y muestra	31
4.2.1. Grado de contaminación por ruido vehicular	31
4.2.2. Efecto del ruido vehicular sobre el rendimiento académico	33
4.2.2.1. Población	33
4.2.2.2. Tamaño de la muestra	34
4.3. Operacionalización de variables	34
4.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	35
4.4.1. Materiales y equipos	35
4.4.2. Instrumentos para la recolección de datos	36
4.4.3. Caracterización de la zona de estudio	37
4.5. Procesamiento y análisis de datos	46
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	
5.1. Medición de los niveles de ruido vehicular	49
5.1.1. Evaluación del ruido de tráfico vehicular en la Av. Cusco	54
5.1.2. Evaluación del ruido de tráfico vehicular en la zona de estudio	58
5.2. Estudio subjetivo del efecto del ruido vehicular	63

5.3. Análisis general del estudio	76
5.4. Propuesta de acciones de mitigación	77
5.5. Contrastación de hipótesis	79
5.5.1. Contrastación de la hipótesis principal	79
5.5.2. Contrastación de las hipótesis secundarias	80
CAPITULO VI. DISCUSIÓN	
6. Discusión	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	92

## ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla I. Límites permisibles de ruido por zonas en la India	14
Tabla II. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido	15
Cuadro 1. Operacionalización de las variables	35
Cuadro 2. Medición preliminar de los puntos de muestreo	38
Cuadro 3. Flujo de vehículos promedio estimado en la Av. Cusco	40
Cuadro 4. Flujo vehicular por hora	41
Cuadro 5. Medición de sondeo en los puntos de la zona de estudio	44
Cuadro 6. Valores de ruido en el horario de 07:00 – 09:00 h	49
Cuadro 7. Valores de ruido en el horario de 12:00 – 14:00 h	51
Cuadro 8. Valores de ruido en el horario de 17:00 – 19:00 h	52
Cuadro 9. Resultados de la evaluación estadística del ruido vehicular en la Av. Cusco	57
Cuadro 10. Valores de ruido en el horario de 07:00 – 09:00 h	58
Cuadro 11. Valores de ruido en el horario de 14:00 – 16:00 h	60
Cuadro 12. Valores de ruido en el horario de promedio	62
Cuadro 13. Muestra estratificada de estudiantes a encuestarse	63
Cuadro 14. Edad de estudiantes encuestados	64
Cuadro 15. Género de los estudiantes encuestados	65
Cuadro 16. Tiempo de estudio en la zona en estudio	66
Cuadro 17. Estudiantes matriculados a encuestarse	67
Cuadro 18. Grado de molestia y dolor en los estudiantes	69
Cuadro 19. Dificultad de concentración en clase o examen	70
Cuadro 20. Efecto sobre el rendimiento académico	71
Cuadro 21. Molestia por ruido de tráfico vehicular	72
Cuadro 22. Molestia por horario	74
Cuadro 23. Aislamiento acústico de la C.U Los Granados	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contornos de igual sonoridad de los tonos puros, según Fletcher y Munson	12
Figura 2. Curvas de ponderación A, B, C, D	12
Figura 3. Esquema de una barrera acústica	18
Figura 4. Sistema de paneles de una barrera acústica de una avenida	18
Figura 5. Ubicación de los puntos de medición del ruido vehicular	32
Figura 6. Posición del micrófono del sonómetro en cada medición	33
Figura 7. Sonómetro extech instruments	36
Figura 8. Esquema de la distribución de ruido de tráfico vehicular	39
Figura 9. Flujo de vehículos livianos y pesados que circulan por la Av. Cusco	40
Figura 10. Modelo polinomial del flujo de vehículos	41
Figura 11. Estado de la carpeta asfáltica de las Av. Cusco y Miraflores	42
Figura 12. Área de estudio de la contaminación acústica	43
Figura 13. Esquema de la distribución de ruido de tráfico vehicular	44
Figura 14. Punto de medición de ruido ambiental RIp1	45
Figura 15. Punto de medición de ruido ambiental RI2, RI3 y RI4	45
Figura 16. Punto de medición de ruido ambiental RI5	46
Figura 17. Modo de medición del ruido de tráfico vehicular	47
Figura 18. Temperatura en octubre de 2018	47
Figura 19. Velocidad del viento en octubre de 2018	48
Figura 20. Resultados estadísticos del punto LG8	54
Figura 21. Resultados estadísticos del punto LG9	55
Figura 22. Resultados estadísticos del punto LG8	55
Figura 23. Resultados estadísticos del punto LG9	56
Figura 24. Resultados estadísticos del punto LG8	56
Figura 25. Resultados estadísticos del punto LG9	57
Figura 26. Cálculo estadístico del punto RIp1 promedio	61
Figura 27. Cálculo estadístico del punto RIp2 promedio	62
Figura 28. Resultados de la pregunta 1	64

Figura 29. Resultados de la pregunta 2.	65
Figura 30. Resultados de la pregunta 3	66
Figura 31. Resultados de la pregunta 4	68
Figura 32. Resultados de la pregunta 5.	69
Figura 33. Resultados de la pregunta 6.	70
Figura 34. Resultados de la pregunta 7.	71
Figura 35. Resultados de la pregunta 8.	73
Figura 36. Resultados de la pregunta 9.	74
Figura 37. Resultados de la pregunta 10.	75
Figura 38. Esquema general del diagnóstico de ruido vehicular en la C.U. Los Granados.	76
Figura 39. Edificios de aulas en la zona de estudio de la C.U. Los Granados	77
Figura 40. Reducción de ruido compuesto, adaptado de Kotzen and English, 2009	78

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha enmarcado en la contaminación acústica generada principalmente por el tráfico vehicular que afecta negativamente a la salud y calidad de vida en las zonas urbanas del mundo. El objetivo principal es diagnosticar el nivel de ruido en el campus Los Granados de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Para realizar dicho estudio se ha seleccionado nueve puntos de monitoreo del ruido externo al muro y cinco puntos en los edificios de aulas de las Facultades de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias. El nivel de ruido ambiental se midió en tres horarios por tres días del mes de octubre de 2018. Para el procesamiento de datos objetivos y subjetivos obtenidos, se utilizó los softwares Microsoft Excel 2016, Minitab 18 y Statgraphics Centurion XVII. El nivel de ruido afuera del muro fue de 77 dBA y de 57 dBA en los edificios de aulas de la zona de estudio, resultando ser mayores a 50 dBA indicados en el DS N° 085-2003-PCM. En conclusión, el ruido ambiental dentro y fuera del campus universitario es alto y genera un gran porcentaje de estudiantes afectados que varía entre el 60 % a 90 % aproximadamente, por lo que, se requiere de estrategias efectivas de control de esta contaminación y una mayor conciencia de los miembros universitarios sobre este problema.

Palabras clave: Tráfico vehicular, contaminación acústica, molestias, rendimiento académico.

## **ABSTRACT**

This research work has been framed in the noise pollution generated mainly by vehicular traffic that negatively affects the health and quality of life in urban areas of the world. The main objective is to diagnose the level of noise in the campus. The pomegranates of the National University Jorge Basadre Grohmann. In order to carry out this study, nine monitoring points for noise external to the wall and five points were selected in the classroom buildings of the Faculties of Engineering, Architecture and Science. The level of environmental noise was measured in three schedules for three days of the month of October 2018. For the processing of objective and subjective data obtained, the software Microsoft Excel 2016, Minitab 18 and Statgraphics Centurion XVII were used. The noise level outside the wall was 77 dBA and 57 dBA in the classroom buildings of the study area, being greater than 50 dBA indicated in DS N° 085-2003-PCM. In conclusion, the environmental noise inside and outside the university campus is high and generates a large percentage of affected students that varies between 60 % to 90 % approximately, therefore, effective control strategies for this contamination and greater awareness of university members about this problem.

Keywords: Road traffic, noise pollution, annoyance, academic performance.

## INTRODUCCIÓN

El ruido como contaminante en el mundo como en el Perú y en la Región Tacna siempre ha tenido y tiene muchos vacíos legales y técnicos, a pesar de ser un contaminante que siempre acompañó y acompañará al hombre, de ahí que, en algún momento tendrá que combatir el ruido de forma implacable, como ha combatido a las más crueles pestes como el ébola o el cólera, por decir, a algo muy indeseable. Estudios a nivel mundial han demostrado que una de las fuentes de ruido más dominantes en la actualidad es aquella asociada con el transporte, más directamente, a aquellos ruidos asociados al tráfico vehicular que están tendiendo a ser dominantes tanto en las áreas urbanas como en los ambientes rurales. El ruido generado por el tráfico vehicular es un sonido no deseado que resulta de los distintos componentes de los vehículos, el cual se ha convertido en una molestia para las comunidades y el público en general, dentro de ellos los estudiantes de los distintos niveles de la educación. De igual manera, el ruido del tráfico vehicular se cataloga como una preocupación ambiental que en muchos Estados y Ciudades del mundo está siendo regulado de distintas maneras.

Tradicionalmente, cuando el ruido del tráfico vehicular se hace molesto, se acostumbra colocar barreras acústicas, para mitigarlo junto al alto costo que ello implica. No obstante, existen otras alternativas de mitigación basadas en el análisis de las distintas fuentes de ruido asociadas al tráfico vehicular en las avenidas y calles.

En esta tesis se propone realizar un diagnóstico del nivel de contaminación acústica y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes en la ciudad Universitaria Los Granados de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción del problema**

##### **1.1.1. Antecedentes del problema**

El tráfico vehicular es por hoy un problema mundial dentro de las principales capitales. Más de un billón de automóviles circulan por las calles, y esta cantidad seguirá creciendo. El congestionamiento vial es un problema que año con año va en aumento, prometiendo ser un factor que perjudica la calidad de vida de las personas, sobre todo aquellas que habitan en las grandes ciudades. El creciente aumento desmedido de la cantidad de automóviles existentes, ha sido gracias al mejoramiento de los ingresos de las personas, la ampliación de créditos financieros, la disminución de los costos en la industria automotriz que a su vez permite ofrecer mejores precios a los compradores, el aumento en la oferta de carros usados, así como la ineficiencia del transporte público entre otros.

La contaminación auditiva es el resultado de la producción de ruido que viaja por el aire lo cual afecta a las personas que transitan cada día por las avenidas más concurrentes de la ciudad lo cual puede verse reflejado en problemas serios de salud mental y problemas fisiológicos. Se ha comprobado por diferentes estudios médicos que la contaminación auditiva que provocan los vehículos motorizados afecta redituablemente al sistema auditivo, ya que más de 90 decibeles puede ocasionar serios problemas de salud.

En las últimas décadas se viene produciendo un aumento desordenado del parque automotor en la ciudad de Tacna y sus distritos, entre ellos el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, ha traído consigo una serie de problemas medioambientales que afectan la calidad de vida de los habitantes en general, como también de los estudiantes universitarios que realizan sus estudios en la

Ciudad Universitaria Los Granados, la cual está rodeada por la Av. Cusco, la Av. Jorge Basadre Grohmann, la Calle 25 y la Av. Miraflores, siendo de mayor tráfico las Avenidas Cusco, Jorge Basadre Grohmann y Miraflores, por lo tanto son las más ruidosas y que en las horas de actividad académica superan el límite permisible de 50 dB.

Es notorio que el ruido exterior de las aulas universitarias de las facultades de Ingeniería, de Ciencias y Civil, Arquitectura y Artes, son las más afectadas, por estar ubicadas entre la avenida Cusco y la calle Miraflores. Esta situación ha conllevado a plantear este estudio para realizar un monitoreo que permita diagnosticar el nivel de contaminación por ruido vehicular y su efecto en el aprendizaje de los estudiantes.

También este estudio debe conducir a plantear una posible solución, en el entendido que el oído humano no tiene una respuesta igual a los diferentes tipos de sonido y considera como ruido a cualquier sonido calificado por quien lo sufre como algo irritante y molesto, que de una u otra manera afecta en el aprendizaje de los estudiantes, produciéndoles un cierto grado de desconcentración, estrés y otros trastornos que influyen en su rendimiento académico.

### **1.1.2. Problemática de la investigación**

La contaminación sonora producida por el ruido de los vehículos es el factor que más molestias causa a la población estudiantil a nivel internacional y nacional, de ahí que no están exentos los estudiantes de Tacna a este problema, esto implica conocer la problemática del ruido y que demanda un gran esfuerzo, resultando difícil abarcar todas las entidades educativas de la ciudad, por ello se opta por la ciudad universitaria Los Granados, donde en estos últimos años se viene notando un fuerte descenso en el rendimiento académico, sobre todo en los estudiantes de ingeniería, cuyas aulas de clase y laboratorios se encuentran cercanos a las vías antes mencionadas. La investigación pretende diagnosticar el nivel de ruido vehicular producido en las horas punta de 7:00 h a 9:00 h y entre las 14:00 h a 16:00 h. El tipo de vehículos está caracterizado en su mayor parte

en minibuses de transporte urbano de pasajeros, seguido de automóviles que hacen servicio de taxi y privados, en menor escala camionetas doble cabina y vehículos de transporte de carga pesada, como volquetes que transportan material agregado para construcción y camión trayler de más de 35 toneladas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema principal**

¿Cómo el diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto en el aprendizaje y rendimiento de los estudiantes en aulas de la ciudad universitaria Los Granados?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo diagnosticar el nivel de contaminación sonora en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias?
2. ¿Cómo determinar el nivel de influencia en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería, arquitectura y ciencias?
3. ¿Cómo se podrá proponer un sistema de mitigación de la contaminación por ruido vehicular?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

El presente estudio se justifica en la medida que el estudiantado basadrino y específicamente de Ingeniería, de arquitectura y de ciencias, tienen el derecho, entre otros, de estudiar en aulas que les brinde el confort necesario y la calidad de vida que le permita obtener un rendimiento académico adecuado que logre profesionales de calidad, en cumplimiento con lo estipulado en la nueva Ley N° 30220, Ley Universitaria.

La importancia de este estudio radica en que la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, cuente con un instrumento que le permita coordinar con las instituciones correspondientes (regional, municipal), para la instalación de un sistema de mitigación del ruido vehicular en la ciudad universitaria Los Granados.

## **1.4. Alcances y limitaciones**

La finalidad de este estudio es realizar un diagnóstico de la contaminación sonora en las aulas que se encuentran cerca a la Av. Cusco y determinar subjetivamente el efecto negativo sobre el rendimiento académico de los estudiantes de las antes mencionadas carreras que aquí estudian. Las limitaciones que se encuentran, se enmarcan en el hecho de que las autoridades universitarias, en su sistema de gestión académico-administrativo, no cuentan con políticas claras sobre este tipo de contaminación sonora, ni mucho menos las autoridades regionales o municipales, por lo tanto, tardarán mucho en tomar la decisión de mitigar este flagelo (ruido vehicular) instalando alguna barrera, que se proponga en esta tesis.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

El objetivo de esta tesis es, diagnosticar el nivel de contaminación por ruido vehicular en aulas y su efecto en la enseñanza-aprendizaje en la ciudad universitaria Los Granados.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Medir el nivel de contaminación sonora externa en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.
2. Determinar el nivel de influencia en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería, Arquitectura y Ciencias.
3. Proponer acciones de mitigación de la contaminación por ruido vehicular en la ciudad universitaria Los Granados.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis principal**

El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados.

### **1.6.2. Hipótesis secundarias**

1. El diagnóstico del nivel de contaminación sonora permitirá determinar el nivel de ruido externo e interno en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.
2. El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto negativo sobre el rendimiento académico y el grado de molestia de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados.
3. El diagnóstico del ruido vehicular permitirá proponer acciones de mitigación de este tipo de contaminación atmosférica en las aulas de Ingeniería Arquitectura y Ciencias en la ciudad universitaria Los Granados.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

1. Baca y Seminario (2012) en su tesis titulada Evaluación de impacto sonoro en la pontificia Universidad Católica del Perú, trata de enfocar uno de los muchos impactos ambientales que se experimenta en la actualidad: La contaminación sonora, y se limita a analizar los exteriores dentro del campus universitario en la Pontificia Universidad Católica del Perú (P.U.C.P.), la cual consiste en realizar un registro de los niveles de presión sonora en puntos determinados con el uso de un sonómetro; con los que se estiman los niveles de ruido respecto a las recomendaciones propuestas por la Organización Mundial de la salud (OMS) y las indicadas en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM publicado el 30/10/2003). Este estudio contribuyó en el diseño del sistema de monitoreo.
2. Martínez Sandoval, Avelino (2005) en su trabajo de investigación titulado Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica manifiesta que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que en el mundo existen aproximadamente 120 millones de personas con dificultades auditivas invalidantes y que aproximadamente 500 millones de personas sufren por los altos niveles de ruido en todo el mundo. De igual forma, la *Organisation for Economic Co-operation and Development OECD*-, considera que 130 millones de personas se encuentran expuestas a un ambiente sonoro superior a 65 dB (decibeles). Las estimaciones de estas organizaciones muestran que 300 millones de personas en todo el mundo siente incomodidad acústica, es decir, están expuestas a niveles sonoros entre 55 y 65 dB (decibeles). Estas mismas

organizaciones han estimado que la incomodidad sonora proviene en un 80% de los vehículos de motor y que el ruido por tráfico urbano es una de las mayores molestias en todo el mundo. Este trabajo aporta al presente estudio un adecuado bagaje de conceptos que permiten diagnosticar la contaminación sonora en la ciudad universitaria Los Granados.

3. El-Sharkawy y Alsubaie (2014) en su trabajo de investigación titulado *Study of Environmental Noise Pollution in the University of Dammam Campus* obtuvieron como resultados que los niveles de ruido fuera de las paredes del campus de la Universidad de *Dammam* fueron más altos que aquellos dentro de las paredes del campus en todos los períodos, y que los niveles de ruido fueron los más altos en ubicaciones que se caracterizan por el alto movimiento de tráfico. Además, encontraron que el nivel más alto de ruido se registró durante el período de estudio, mientras que el nivel más bajo se obtuvo durante el período de vacaciones. Los niveles de ruido interior dentro de los edificios del campus fueron casi iguales o muy ligeramente más altos que los niveles exteriores que indican que el efecto de la actividad humana dentro de los edificios universitarios sobre la contaminación acústica puede despreciarse en comparación con las fuentes exteriores. Ellos concluyeron que ambos niveles de ruido dentro y fuera de los edificios fueron más altos que sus valores guía. Estos altos niveles de ruido requieren estrategias efectivas de control ambiental y una mayor conciencia entre todos los miembros del personal dentro del campus de la universidad. Este trabajo se tomará como comparativo con los resultados que se obtengan en este trabajo de tesis.
4. Julius (2011), en su trabajo de investigación titulado *Investigation of environmental noise within campus 2, Delta State University, Abraka, Nigeria*, indica que ha llevado a cabo estudios de contaminación acústica en el Campus 2 de la Universidad Estatal de Delta, Abraka, Nigeria, utilizando un sonómetro digital tipo 2 modelo 1EC651. Manifiesta que ha tomado medidas de ruido de 22 ubicaciones dentro del campus durante el horario de trabajo a partir de las 8:00 h. y después de las horas de trabajo a partir

de las 16:30 h. Los niveles de ruido de cada una de estas ubicaciones se tomaron cuatro veces cada uno en un período (tiempo) de intervalo de diez minutos antes de calcular el promedio y los porcentajes. El resultado indica que el nivel de ruido promedio de 87 dB en el campus 2 es en gran medida generado por los centros de negocios como resultado de la generación de electricidad por diferentes plantas de energía, lo que se atribuye a los frecuentes cortes de energía por parte de *Power Holdings* de Nigeria. Además, las oficinas que usan pequeños generadores desde un intervalo de un polo a otro con voces dentro y fuera contribuyen mucho al ambiente ruidoso. Los niveles de ruido medidos cuando se comparan con los límites de exposición de 75 dB resumidos por el Prof. Klostertettle Basternier según lo recomendado por la OMS, 1980 y FEPA, 1991, requieren una necesidad urgente al emplear estrategias de control. Este trabajo de investigación provee una metodología ágil de poder diagnosticar el nivel de contaminación sonora en las aulas de Ingeniería y en todo el campus Los Granados, por tanto, contribuye en la configuración de los puntos de monitoreo por ruido en la zona de estudio.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sonido**

Sonido es una perturbación que se propaga en un medio elástico produciendo variaciones de presión o vibración de partículas, las que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas por instrumentos (Moreno, 1990).

### **2.2.2. Ruido**

El ruido se define como cualquier sonido no deseado, por ejemplo, un sonido desagradable o inesperado emitido a gran volumen y percibido por el sistema auditivo. El ruido se considera ahora uno de los principales factores negativos que afectan la calidad de vida, en la medida en que se ha convertido en un problema de interés público, ahora denominado contaminación acústica. Las fuentes más frecuentes de contaminación acústica son los procesos

industriales, el tráfico vehicular y la actividad recreativa (Cesit, 2014). El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes:

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el hombre.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, vale decir, es localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

### **2.2.3. La contaminación acústica**

La contaminación acústica se define como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente (Martínez y Peters, 2015).

### **2.2.4. Medición del ruido**

Debido a la amplitud del rango dinámico que el sistema auditivo es capaz de percibir, variaciones de presión de entre 0,0002 Pascales y 2000 Pascales, resulta muy cómodo utilizar los decibelios para convertir esta escala lineal en una escala exponencial. El decibelio no solo se utiliza en acústica, se aplica también en otras ramas de la ciencia. Es una unidad logarítmica utilizada para comparar una cantidad con otra, la cual suele coincidir con el valor mínimo. En el caso de la acústica el valor de referencia para la intensidad sonora es de  $0,000000000001 \text{ W/m}^2 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ , para la potencia acústica es de

0,000000000001 W/m<sup>2</sup> = 1\*10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup> y para la presión acústica es de 20 μPa = 0,00002 Pa = 2\*10<sup>-5</sup> Pa. Este último es el comúnmente más utilizado y del que surgen los dB (SPL). Según lo comentado en este párrafo, la expresión que permite obtener el nivel de presión sonora (L<sub>p</sub>) [dB] a partir de la presión acústica (p) [Pa] es la siguiente (Wang et al, 2004):

$$L_p = 10 \log \left( \frac{P^2}{P_{ref}^2} \right) = 20 \log \left( \frac{P}{P_{ref}} \right) \quad [1]$$

### 2.2.5. Decibelio con ponderación A (dBA)

El sistema auditivo humano no percibe con el mismo nivel las distintas frecuencias. En la Figura 1 se muestran las curvas de igual sonoridad. Estas curvas muestran el nivel de presión sonora necesario en cada frecuencia para que nuestro sistema auditivo lo perciba igual en todas ellas, siendo necesario más nivel en las frecuencias altas y en las bajas que en el rango medio. Esto ocurre porque nuestro oído es más sensible a las principales frecuencias de la voz humana para favorecer la comunicación (Wang et al, 2004, Nilson, 2015, Murphy, 2014).

La ponderación A surge de la inversa de la curva de 40 fonos (en rosa) simplificada, es una corrección que se aplica a los niveles de presión sonora medidos para asemejarlos a la percepción subjetiva que tenemos de ellos, obteniendo así un resultado de la medición en dBA.

No solo se utiliza la ponderación A, también resultan útiles para otros fines la ponderación B (a partir de la curva de 70 fonos), C (a partir de la curva de 100 fonos), D (a partir de la curva de 120 fonos) y Z (ponderación lineal). Siendo la A y la C las más utilizadas, tal como se muestra en la Figura 2.

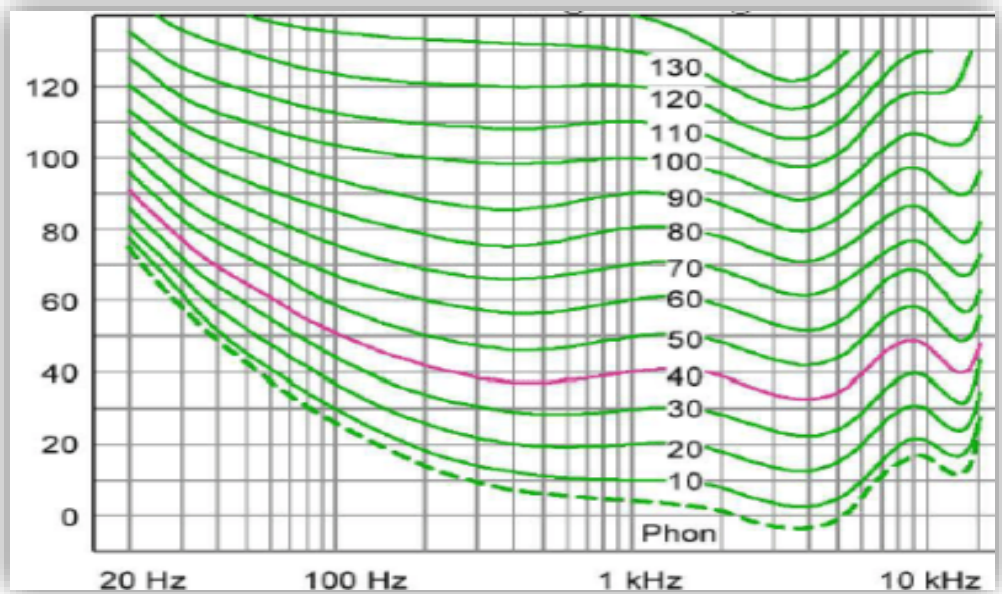


Figura 1. Contornos de igual sonoridad de los tonos puros, según Fletcher y Munson, Fuente: American Standards for Noise Measurement, Z24.2, 1942.

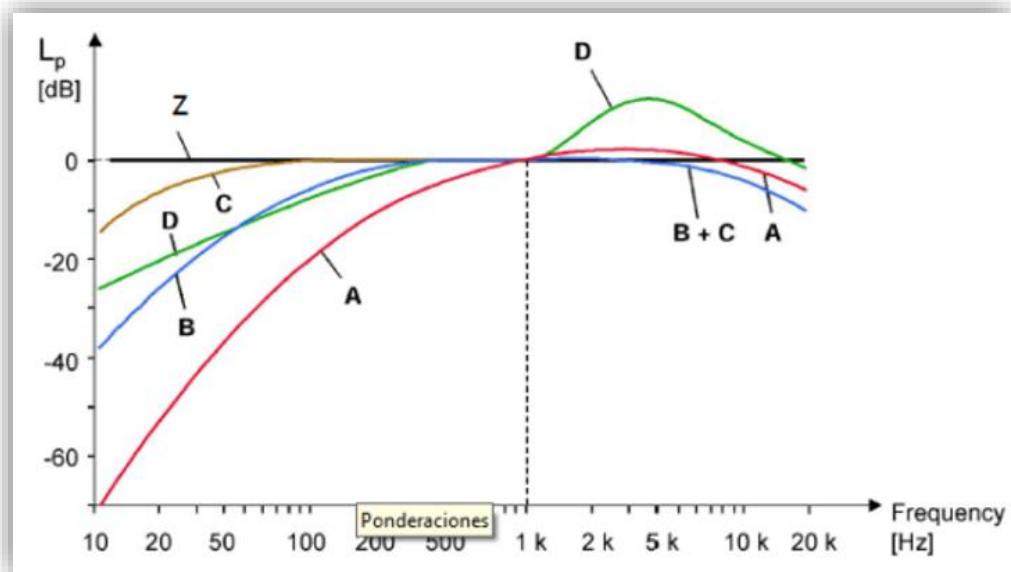


Figura 2. Curvas de ponderación A, B, C y D. Fuente: American Standards for Noise Measurement, Z24.2, 1942.

### 2.2.6. Nivel de presión sonora continuo equivalente ( $L_{eq}$ )

Nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo. Una de las utilidades de este parámetro es poder comparar el riesgo de daño auditivo ante la exposición a diferentes tipos de ruido. El  $L_{eq}$  ponderado A es el parámetro que debe ser aplicado para comparación con la norma ambiental (ECA Ruido). El  $L_{Aeq}$  permite estimar, a partir de un cálculo realizado sobre un número limitado de muestras tomadas al azar, en el transcurso de un intervalo de tiempo T, el valor probable del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de un ambiente sonoro para ese intervalo de tiempo, así como el intervalo de confianza alrededor de ese valor. El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A del intervalo de tiempo T ( $L_{AeqT}$ ), es posible determinarlo directamente con aquellos sonómetros clase 1 o 2 que sean del tipo integradores. Si no lo fueran, se aplicará la siguiente ecuación:

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1Li} \right] \quad [2]$$

Donde:

L = Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra i en función "SLOW".

n = Cantidad de mediciones en la muestra i.

Las incertidumbres de los niveles de presión sonora medidos dependerán de la fuente de sonido, del intervalo de tiempo de medición, las condiciones del clima, la distancia de la fuente y de la instrumentación.

### 2.2.7. Ruido del tráfico rodado vehicular

El ruido del tráfico vehicular está acrecentando a lo largo de los años con un aumento en el número de vehículos de carretera, autopista o valle. La velocidad del tráfico es la principal causa de ruido. El volumen de ruido aumenta

con el aumento de la velocidad del tráfico. Las autopistas modernas y el sistema de tráfico fomentan velocidades más altas. En general, en las vías urbanas hay picos de tráfico distintos por la mañana y por la tarde (10 a.m. y 6 p.m.) a medida que las personas viajan hacia y desde lugares de trabajo. Camiones pesados con motor diésel son los vehículos más ruidosos en las carreteras en la actualidad. Los niveles de ruido permisibles para las ciudades están prescritos por la Junta Central de Control de la Contaminación, India, los que se muestran en la Tabla 1.

### **Tabla I**

*Límites permisibles de ruido por zonas en la India.*

Áreas	Día	Noche
Industrial	75 dB	65 dB
Comercial	65 dB	55 dB
Residencial	50 dB	45 dB
Zonas sensibles de hasta 100 m alrededor de hospitales y escuelas	50 dB	40 dB

---

Fuente: Government of India - Ministry of Environment & Forests.

Sin embargo, estos límites se infringen en todas las grandes ciudades de la India, siendo Kolkata el peor de los casos. Los niveles de ruido promedio en las concurridas calles de Calcuta durante las horas pico (entre las 10:30 y las 12:00 y las 18:00 a las 19:30) son de 90 dB. La gente vive en un ambiente de ruido generado por el estallido de los cuernos, el estruendo de los neumáticos y el chirrido de los frenos. Los terribles accidentes de tránsito contribuyen a la miseria (Kumar De, 2009).

Kiely (2003) indica que el ruido producido por el tráfico puede interferir en la comunicación hablada, puede alterar el sueño y el descanso e interferir con la capacidad de llevar a cabo tareas complejas (cognitivas) y es productor de una de las principales alteraciones ambientales en las zonas urbanas, donde se encuentran ubicadas las universidades.

En Perú no se cuenta aún con estándares para ruido vehicular. Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{AeqT}$ ) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 del **D.S N° 085-2003-PCM**, que se muestran en la Tabla II.

**Tabla II**

*Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

VALORES EXPRESADOS EN $L_{AeqT}$		
ZONA DE APLICACIÓN	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Protección Especial	50	40
Residencial	60	50
Comercial	70	60
Industrial	80	70

Fuente: Anexo N° 1 en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

### 2.2.8. El ruido y su efecto a la salud

El efecto del ruido es similar al efecto del miedo y la tensión: aumento de pulsaciones, modificación del ritmo respiratorio, tensión muscular, presión arterial, resistencia de la piel, agudeza de visión y vasoconstricción periférica. Estos efectos no son permanentes, desaparecen al cesar el ruido, aunque pueden presentar estados de nerviosismo asociados y no hay constancia de que puedan afectar a la salud mental. La pérdida de audición inducida por el ruido es irreversible por la incapacidad de regeneración de las células ciliares de la audición. La hipoacusia podría aparecer en casos de soportar de forma continuada niveles superiores a 90 dB. Además, el ruido puede causar efectos sobre el sistema cardiovascular, con alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo coronario, hipertensión arterial y excitabilidad vascular por efectos de carácter

neurovegetativo. Sobre las glándulas endocrinas, con alteraciones hipofisarias y aumento de la secreción de adrenalina. En el aparato digestivo puede generar un incremento de la enfermedad gastroduodenal por dificultar el descanso. En general puede ser negativo para otras afecciones, por incremento inductor de estrés, aumento de alteraciones mentales, tendencia a actitudes agresivas, dificultades de observación, concentración, rendimiento y facilita los accidentes. El sueño, la atención y la percepción del lenguaje hablado son las actividades más perjudicadas. El sueño se altera a partir de 45 dB (fondo sonoro de una calle residencial sin tráfico rodado, de día). Y quien sufre alteraciones del sueño puede padecer efectos como la sensación de cansancio, el bajo **rendimiento académico o profesional** o los cambios de humor. De ahí la conveniencia de que durante las horas de descanso nocturno se disfrute de ese silencio que evita las interrupciones del sueño. Numerosas investigaciones han sido realizadas a nivel mundial en relación a los daños ocasionados por el ruido a la salud, definiéndose esta última como un estado de bienestar físico, mental y social y no solamente como la ausencia de enfermedades o debilidad. Los efectos adversos que pueden ser generados por el ruido se refieren a alteraciones fisiológicas, psicológicas o a ambas, y la intensidad de los efectos se relaciona con la exposición a mayores niveles de ruido y a períodos más prolongados; de ello depende que los impedimentos sean temporales o de largo plazo. Los principales problemas de salud identificados ante el ruido son los siguientes (OMS, 1999):

- Impedimento auditivo.
- Interferencia en la comunicación.
- Dificultad para dormir.
- Efectos cardiovasculares y fisiológicos.
- Salud mental.
- Efectos en desempeño.
- Efectos en vecindarios.

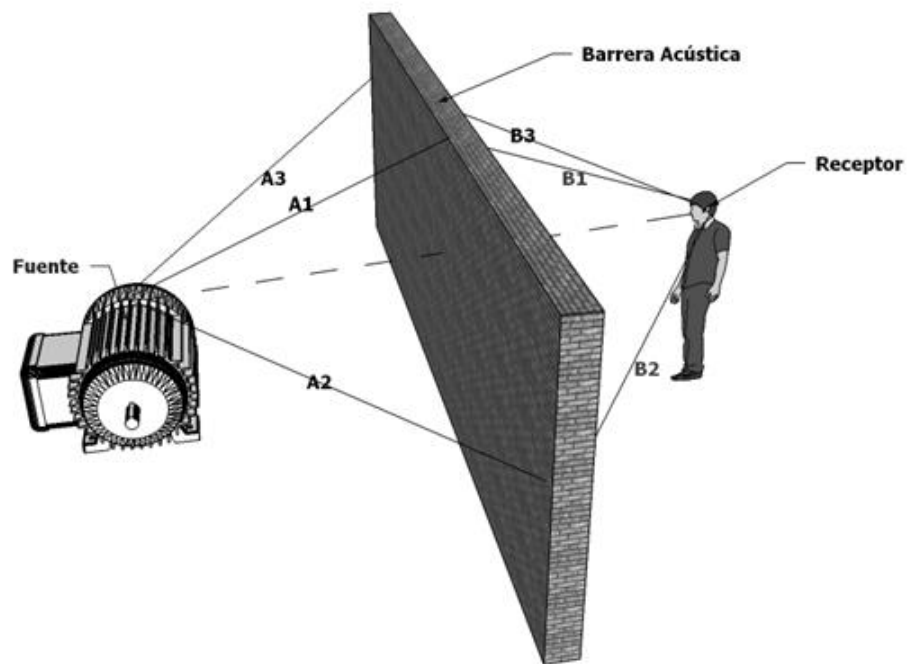
### **2.2.9. Efectos sobre el rendimiento**

Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores, estudiantes de educación básica, estudiantes universitarios y niños. Si bien un incremento provocado del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas de corto plazo, el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente (Kiely, 2003).

Según Yerko Lucic (2009), en su tesis *El ruido como problema en el aprendizaje* dice que el sonido es movimiento, sin movimiento no hay sonido. Nuestras vidas cotidianas están plagadas de sonidos, el mundo es un mundo sonoro. Teniendo en cuenta que el entorno sonoro es importante en la cantidad de información percibida por los usuarios, y que si esta información contiene errores lleva a un detrimento en la cognición y por ende en el aprendizaje, se puede conectar el problema del ruido con el aprendizaje en los estudiantes, en este caso universitarios.

### **2.2.10. Barreras acústicas**

La barrera acústica es una estructura colocada entre la fuente y receptor. El principio de funcionamiento es simple. La barrera acústica genera una zona donde la fuente no es percibida. Generalmente a esta zona se la conoce como sombra acústica. En su diseño se debe tener en cuenta los efectos de difracción. Con barreras acústicas generalmente se consigue una atenuación en el rango de 1 a 10 dB. Esquemáticamente se representa en la Figura 3 y la Figura 4 (Kotzen & English, 2009).



*Figura 3.* Esquema de una barrera acústica.  
Fuente: Kotzen & English, 2009.



*Figura 4.* Sistema de paneles de una barrera acústica de una avenida.  
Fuente: Laurence et al, 2005.

Los tipos de barreras pueden ser:

- Pantallas acústicas delgadas.
- Diques de tierra.
- Cubiertas parciales o totales
- Pantallas vegetales

### **2.2.11. Clasificación de fuentes sonoras de un vehículo**

Los vehículos pueden ser clasificados por varios criterios y objetivos diferentes. Sin embargo, la clasificación completa es esquiva, ya que un vehículo puede encajar en múltiples categorías, hay muchas formas de categorizar los vehículos. Numerosas jurisdicciones establecen la clasificación de los vehículos de acuerdo con la construcción, el motor, el peso, el tipo de combustible y las emisiones de los vehículos, así como el propósito para el que se utilizan. La señal acústica del vehículo ha sido considerada durante mucho tiempo como ruido de tráfico no deseado. Sin embargo, los vehículos de diferentes tipos generan patrones de sonido diferentes incluso en condiciones de trabajo similares. Los patrones de sonido generados por los vehículos en movimiento varían según los tipos y la información de pistas necesaria para clasificar los vehículos. Varias fuentes de sonido incluyen motor, piezas giratorias y sistema de escape. Otros factores que influyen en la variación del sonido son la condición del vehículo, las condiciones ambientales, las condiciones de la carretera, el mantenimiento del vehículo, etc. Los diferentes tipos de ruido provenientes de diferentes vehículos se mezclan en el entorno y la identificación de un vehículo en particular es un desafío (Rybakowskia, 2014; Steven, 2005; Gloerfelt, s.f). La emisión de ruido de los vehículos consiste esencialmente:

- ✓ Ruido neumático/carretera o rodadura.
- ✓ Transmisión/ruido del motor (motor con sistema de admisión y escape,...) o ruido mecánico.
- ✓ Ruido aerodinámico.

En consecuencia, una posible clasificación de las fuentes sonoras originadas por un vehículo es (Sergés, 2008; Gupta et al. 2017):

- a. Ruido de origen mecánico.
- b. Ruido de rodadura.
- c. Ruido de origen aerodinámico.

### 2.3. Definición de términos

Estos conceptos o términos han sido tomados del Protocolo Nacional de Monitoreo del Ruido Ambiental (MINAM, 2012)

- **Fuente Emisora de ruido:** Es cualquier elemento, asociado a una actividad determinada, que es capaz de generar ruido hacia el exterior de los límites de un predio.
- **Intervalo de medición:** Es el tiempo de medición durante el cual se registra el nivel de presión sonora mediante un sonómetro.
- **Línea Base:** Diagnóstico para determinar la situación ambiental y el nivel de contaminación del área en la que se llevará a cabo una actividad o proyecto, incluyendo la descripción de los recursos naturales existentes, aspectos geográficos, sociales, económicos y culturales de las poblaciones en el área de influencia del proyecto.
- **Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.
- **Nivel de presión sonora (NPS):** Es el valor calculado como veinte veces el logaritmo del cociente entre la presión sonora y una presión de referencia de 20 micro Pascales.
- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{AeqT}$ ):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.
- **Nivel de Presión sonora Máxima ( $L_{Amax}$  o NPS MAX):** Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.
- **Nivel de presión sonora Mínima ( $L_{Amin}$  o NPS MIN):** Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.
- **Receptor:** Para este caso es la persona o grupo de personas que están o se espera estén expuestas a un ruido específico.

- **Ruido ambiental:** Todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.
- **Ruido de fondo o residual:** Es el nivel de presión sonora producido por fuentes cercanas o lejanas que no están incluidas en el objeto de medición. El sonido residual definido por la NTP-ISO 1996-1, es el sonido total que permanece en una posición y situación dada, cuando los sonidos específicos bajo consideración son suprimibles.
- **Ruido Estable:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A), durante un periodo de observación de 1 minuto.
- **Ruido Fluctuante:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A), observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- **Sonómetro:** Es un instrumento normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora.
- **Sonómetro Integrador:** Son sonómetros que tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente  $L_{AeqT}$ , e incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia.
- **Superficies reflectantes:** Superficie que no absorbe el sonido, sino que lo refleja y cambia su dirección en el espacio.

#### 2.4. Marco Legal

El Marco Normativo Ambiental General abarca las normas de todas las jerarquías y tiene como base la Constitución Política del Perú, la cual establece que toda persona tiene “derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Art. 2°, inciso 22). Dentro de la Legislación Peruana, se establecen las siguientes normas a efectos de controlar la contaminación acústica, asignando obligaciones a los generadores de ruido y vibraciones.

### **Ley N° 28611. Ley General del Ambiente**

Indica que, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva. Título I, Política Nacional del Ambiente y Gestión Ambiental, Capítulo 3, Gestión ambiental, Art. 31°. - Del Estándar de Calidad Ambiental. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Título III, Integración de la legislación ambiental, Capítulo 3, Calidad ambiental, Art. 115°. - De los ruidos y vibraciones. Las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones. Los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECAS-Ruido.

### **Ley N° 26842. Ley General de Salud**

En el Art. 105° de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, se establece que le corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley tenida en consideración.

### **Ley N° 27181. Ley General de Transporte**

Esta Ley señala en el Art. 4° (de la libre competencia y rol del Estado), inciso 4.3, que el Estado procura la protección de los intereses de los usuarios, el cuidado de la salud y seguridad de las personas y el resguardo del medio ambiente.

## **Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades**

Contempla, Título V, las competencias y funciones específicas de los gobiernos locales, capítulo II, las competencias y funciones específicas, Art. 80° Saneamiento, salubridad y salud. Las municipalidades, en asunto de saneamiento, salubridad y salud, se encargan de regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

## **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Establece los ECA para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Título III, Del proceso de aplicación de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, Capítulo 1, de la Gestión Ambiental de Ruido, Art. 12°, de los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora. Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente- CONAM.

## **Ordenanza Municipal N° 003-2009 Reglamento de control y regulación de ruido en el ámbito urbano (Tacna).**

Con el objeto de proteger la salud y mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible; se tiene que el proyecto está dirigido a los locales públicos, a fin de que cuenten con la respectiva barrera acústica para que los ruidos generados en el interior de los locales no trasciendan al exterior, con el propósito de no afectar la salud de los vecinos del área de influencia y de las personas que transitan por el sector.

En tal sentido, esta Ordenanza Municipal indica en uno de sus articulados lo siguiente:

Artículo 3. Para los efectos de la presente ordenanza reglamentaria se entenderá por:

**a) Ruidos nocivos**

Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general cualquier lugar público o privado que excedan los siguientes niveles:

- En zona residencial 80 decibeles
- En zona comercial 85 decibeles
- En zona industrial 90 decibeles

**b) Ruidos molestos**

Los producidos en la vía pública, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público y privado, que excedan los siguientes niveles, sin alcanzar los señalados como ruido nocivo:

	<u>De 07:01 a 22:00 h</u>	<u>De 22:01 a 07:00 h</u>
• Zona de protección especial	50 decibeles	40 decibeles
• Zona residencial	60 decibeles	50 decibeles
• Zona comercial	70 decibeles	60 decibeles
• Zona Industrial	80 decibeles	70 decibeles

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO FILOSÓFICO**

#### **3.1. Fundamento filosófico del estudio**

En la actualidad, el desarrollo de la ciencia y la tecnología abarca los discursos, las prácticas y los contextos de la vida cotidiana de todo sujeto en toda sociedad, por lo que la educación científica adquiere gran importancia política, social, económica y cultural; y, por tanto, constituye un elemento fundamental dentro del proceso de construcción de conocimiento (Arias y Navarro, 2017).

La epistemología es la base racional de toda teoría y la metafísica es la base de la epistemología, pero ésta última es imposible de probar en su totalidad en el estado actual de la ciencia y los saberes, por lo que 1) es imposible rechazar la metafísica, y se tendrá que rechazar una metafísica y explícita o implícitamente escoger otra, sin poder probar su veracidad. 2) De la misma forma se tendrá que basar la teoría o las teorías y metodologías usadas en una epistemología explicitada o tácita. 3) Al ser la epistemología la base de las teorías usadas que se quieren traducir, la elección consciente e inconsciente de una epistemología es inevitable, a diferencia de las teorías, sobre las que puede ejercerse una indecibilidad transitoria, en función de la expectativa metafísica del avance del conocimiento, ya sea en el sentido popperiano, lakatosiano, kuhniano, incluso en el feyerabediano (Morales, 2017).

Leff, (2006) manifiesta que la epistemología ambiental es una aventura del conocimiento que busca el horizonte del saber, nunca el retorno a un origen de donde zarpa el ser humano con su carga de lenguaje, es el eterno retorno de una reflexión sobre lo ya pensado que navega por los mares de los saberes

desterrados, arrojados al océano en la conquista de territorios epistémicos por el pensamiento metafísico y por la racionalidad científica. Más que un proyecto con la finalidad de construir un nuevo objeto de conocimiento y de lograr una reintegración del saber, la epistemología ambiental es un trayecto para llegar a saber qué es el ambiente –ese extraño objeto del deseo de saber– que emerge del campo de exterminio al que fue expulsado por el logocentrismo teórico fuera del círculo de racionalidad de las ciencias. Trayecto y no proyecto epistemológico, pues si bien en las tendencias que se proyectan hacia el futuro lo real está ya trastocado por el conocimiento, la creatividad del lenguaje y la productividad del orden simbólico no se anticipan por el pensamiento. El horizonte se pierde en una distancia que no alcanza a mirar la razón.

En otra parte, Leff (2006) manifiesta que la epistemología ambiental es una política del saber. Más allá del propósito de internalizar el ambiente de la centralidad del conocimiento y del cerco del poder de la ciencia; más allá del acoplamiento de la teoría y el pensamiento con una realidad dada, el saber ambiental cambia las formas de ser en el mundo en la relación que establece el ser con el pensar, con el saber y el conocer. Es una epistemología política de la vida y de la existencia humana.

Con estos principios como fondo argumentativo, se enfoca el conocimiento ambiental de la contaminación sonora vehicular como principal fuente contaminante auditiva desde las avenidas y calles circundantes de la Ciudad Universitaria Los Granados de la UNJBG y su efecto en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería, arquitectura, artes y ciencias.

Ontológicamente el enfoque crítico de la investigación permite ofrecer explicaciones a los temas que se analizan, empleando la razón y argumentos racionales basados en hechos particulares, singulares que mediante los métodos cuantitativos que permiten una interpretación cercana a la realidad y es de competencia del investigador (Sislema, 2013).

Epistemológicamente para lograr tener un claro conocimiento de lo que se investiga es necesario tener una relación entre el investigador y los estudiantes de ingeniería junto al lugar donde realizan esta actividad, logrado a través de la comunicación, la observación e interacción que permita comprender la dimensión del problema y su interrelación con el contexto del rendimiento académico afectado por el ruido ambiental (ruido vehicular) (Sislema, 2013).

Del punto de vista axiológico, en la presente investigación se tiene presente los valores tanto éticos como morales, que influyen positivamente porque son principios fundamentales de honestidad, veracidad, respeto y cordialidad, los cuales permitirán que el investigador interactúe con el medio fuente del ruido y el medio académico de una manera ética-profesional para lograr que la investigación se realice de manera seria y transparente. (Sislema, 2013).

### **3.2. Filosofía ambiental**

La filosofía ambiental examina la relación, como seres humanos, con la naturaleza o el entorno natural: revisa la comprensión filosófica de la naturaleza y la concepción del valor y los derechos de la naturaleza; explora cómo se debe vivir con y en la naturaleza, y en qué medida la naturaleza está o no implicada en la propia identidad humana. También se considera la cuestión de si la naturaleza y el medio ambiente son conceptos útiles o simplemente contribuyen a actitudes que patologizan nuestras relaciones con nuestro mundo. La filosofía ambiental incluye en su alcance todos los discursos centrales de la filosofía: la metafísica: las suposiciones sobre las cosas básicas y la estructura de las cosas; epistemología: cómo se llega a conocer y comprender la naturaleza, y cómo diferentes epistemologías revelan diferentes aspectos del mundo natural; estética: el patrón que puede tomarse o no para conferir sentido o valor a la naturaleza; y ética: la moralidad del tratamiento de los seres vivos y los sistemas. La investigación ambiental también se superpone con otras disciplinas, como la psicología ambiental y la política ambiental, y además es transcultural, ya que las diferentes sociedades entienden y se relacionan con sus entornos naturales de diferentes maneras. Por ejemplo, en Australia se pueden identificar dos

grandes corrientes bien articuladas de pensamiento filosófico sobre el mundo natural: lo indígena y lo no indígena, específicamente lo occidental. La cultura aborígen australiana está organizada explícitamente en torno al "país" y su cuidado (Mathews, 2014). Lo mismo está ocurriendo en Latinoamérica como en Perú, en la premisa de un diálogo intercultural y el influenciante pensamiento occidental.

### **3.3. Ecología acústica**

La ecología acústica es una ciencia que estudia la relación de los seres vivos con su medioambiente sónico y se ocupa de la preservación y defensa de ello, por lo que postula un concepto de validez ecológica: el sonido del entorno es un bien que sirve al sujeto que lo recibe. Hoy en día el hombre, a la luz de sus enfermedades, está comenzando a comprender el deterioro que sufre. El progreso en la mayoría de sus campos de acción, lo llevó de alguna manera a un des-progreso. Olvidó sus emociones, su calidad espiritual, su integración armónica con los otros seres de la naturaleza. Su medioambiente dejó de ser paulatinamente el sol, el aire y sus energías positivas naturales fueron reemplazadas por elementos orgánicos ficticios que generaron su nuevo "confort" (Espinoza, 2016).

### **3.4. Filosofía del estudio de investigación**

El presente estudio parte del hecho de que el medio ambiente es, sobre todo, el hombre mismo, sus pensamientos, sus sueños, sus utopías, sus creencias y desde luego, todo lo que el realiza en su mundo (Piñón, 2001).

El ruido o contaminación acústica, es generada por el hombre, inserto en la espiral del avance industrial, en la supuesta siempre mejora de la calidad de vida, pero a la vez trae consigo desequilibrios ambientales que se traducen en excesos que desmejoran la calidad de vida de los estudiantes de la ciudad universitaria Los Granados.

Los resultados aquí obtenidos, se utilizan para proponer una solución a este problema para que las autoridades competentes puedan evaluar y llevarla a cabo, en pro de una mejora en su quehacer estudiantil para su mejor formación profesional con un excelente rendimiento académico, que busca la actual Ley N° 30220, Ley Universitaria.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1. Tipo y diseño de la investigación**

El tipo de investigación que se empleó en este estudio es el diseño de investigación no experimental, que, según Hernández, Fernández y Baptista, (2017,) es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es decir, es investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, tal como señala Kerlinger (1979). "la investigación no experimental o ex post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones". De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad, en cambio, en un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

En consecuencia, el presente estudio de investigación es teórico-práctico descriptivo (objetivo 1), exploratorio (objetivo 2 y 3), correlacional (objetivos 1, 2 y 3) y de corte cuantitativo, recurriendo tanto a métodos inductivos como deductivos.

Los datos cuantitativos se definen como aquellos que se presentan de forma numérica como, por ejemplo, estadísticas, porcentajes, etc., lo que implica que quien utiliza el método cuantitativo realiza preguntas específicas (encuestas, cuestionarios o entrevistas) y, a partir de las respuestas de los participantes, obtiene cifras y datos que organiza y sistematiza para su análisis posterior, es decir, se analizan la información recopilada usando diversos instrumentos y técnicas. Esto lo hace apoyándose, como ya se mencionó, en la estadística, en la informática y en las matemáticas aplicadas al medio ambiente, en este caso. Se busca obtener un resultado que luego pueda generalizarse a una población mayor que la muestra acotada que se utilizó en las observaciones.

## **4.2. Población y muestra**

La recolección de datos se realizó en dos trabajos de campo, a saber:

1. Medición de ruido en el ámbito de estudio, para diagnosticar el grado de contaminación sonora.
2. Encuesta a los estudiantes de ingeniería metalúrgica, mecánica, química e informática y sistemas, arquitectura, artes, física aplicada, matemática y biología-microbiología, para diagnosticar el efecto del ruido vehicular sobre el rendimiento académico.

### **4.2.1. Grado de contaminación por el ruido vehicular**

La población para el diagnóstico de la contaminación acústica por ruido vehicular, está dada por la ciudad universitaria Los Granados.

La muestra, constituyen los puntos que se han establecido en número de 9 para medir el ruido vehicular externo al recinto universitario y 5 puntos ubicados en la parte externa a los edificios de aulas de ingeniería, arquitectura, artes y ciencias.

La medición del ruido vehicular se ha realizado tomando como base el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental dado mediante Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM y de su correspondiente Decreto Supremo.

Los puntos determinados para las mediciones del ruido vehicular se muestran en la Figura 5.

Estos puntos han sido seleccionados en función a determinar que parte de la ciudad universitaria está más expuesta al ruido ambiental, en el cual de momento el perímetro de la universidad no hay centros comerciales ruidosos, ni industrias, es decir, no es significativo, quedando reducido al ruido ambiental producido por el tráfico vehicular en general, que para este estudio se ha clasificado en dos tipos: Tráfico vehicular livianos y pesados.



*Figura 5.* Ubicación de los puntos de medición del ruido vehicular  
Fuente: Google earth, 2018.

Las mediciones externas e internas en cada punto determinado, se han realizado teniendo en cuenta que no se produzca reflexión, tal como se muestra en la Figura 6.

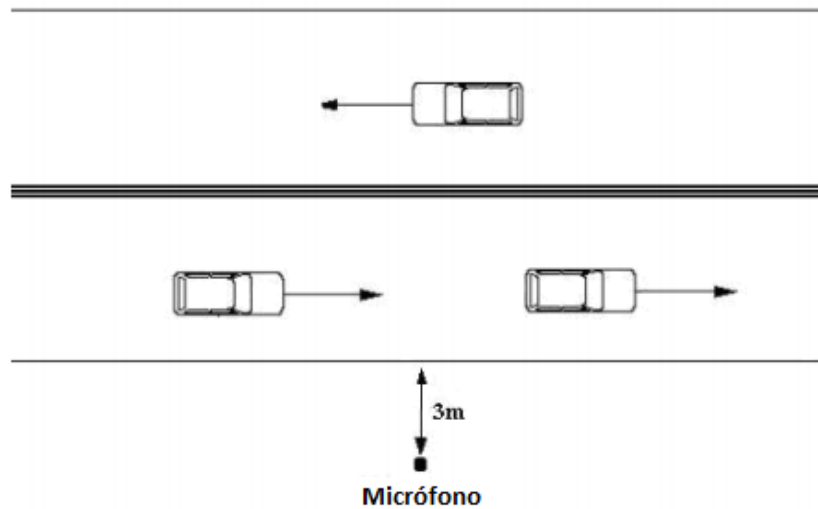


Figura 6. Posición del micrófono del sonómetro en cada medición.  
Fuente: Protocolo AMC N° 031-2011- MINAM/OGA.

#### 4.2.2. Efecto del ruido vehicular sobre el rendimiento académico

##### 4.2.2.1. Población

La población para determinar el efecto negativo del ruido vehicular sobre el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias se ha fijado una población que está compuesta por estudiantes matriculados el presente año en dichas Facultades, que se ubican frente a la avenida Cusco y parte de la avenida Miraflores con una población de 1640 estudiantes. Distribuidos del siguiente modo:

##### Facultad de Ciencias

E.P de Biología-Microbiología	222
E.P de Física Aplicada	055
E.P de Matemática	078

##### Facultad de Ingeniería

E.P en Ingeniería de Informática y Sistemas	272
E.P de Ingeniería Mecánica	226
E.P de Ingeniería Metalúrgica y Materiales	222
E.P de Ingeniería Química	149

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia	
E.P de Arquitectura	305
Artes	111
<b>Total</b>	<b>1 640 estudiantes</b>

#### 4.2.2.2. Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra, se aplicará la siguiente fórmula estadística, y se asumirán los siguientes supuestos:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad [3]$$

Donde:

N = Población (1 640 estudiantes)

Z = 1,96 (95% confianza estadística)

P = Q = 1-P = 0,5 (probabilidad de éxito y/o fracaso)

E = 0,10 (error)

n = Tamaño de muestra.

Reemplazando valores en la expresión (3) se obtiene:

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 1640}{0,1^2 * (1640 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = 90$$

Para la corrección, se emplea la siguiente expresión:

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = \frac{90}{1 + \frac{90}{1640}} = 85,31$$

Luego la muestra es de **85 estudiantes**.

#### 4.3. Operacionalización de variables

En este estudio sobre el ruido de tráfico vehicular consiste de un componente subjetivo y un componente objetivo. El primero es la percepción del

ruido por los estudiantes, es decir, el componente psicosocial relacionado con el rendimiento académico; el segundo, está relacionado con los niveles de presión sonora obtenidos por medición en el área contaminada o no. En consecuencia, este estudio de investigación por su carácter de exploratorio-descriptivo no experimental, muestra en el Cuadro 1 las variables, sus indicadores y su unidad de medida.

### **Cuadro 1**

*Operacionalización de las variables.*

<b>Variable</b>		<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>
Independiente:	Ruido vehicular	✓ Presión sonora. LeqA	Decibelios, dBA
Dependiente D1:	Contaminación acústica	✓ Nivel de contaminación acústica	Decibelios, dBA
Dependiente D2:	Efecto negativo del aprendizaje	✓ Bajo rendimiento académico ✓ Molestia	✓ % ✓ %

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## **4.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

### **4.4.1. Materiales y equipos**

#### **Materiales**

1. Fotografía aérea del área de estudio (Google Earth).
2. Libreta de notas.
3. Cámara fotográfica.

## Equipos

1. Sonómetro digital clase 2 con micrófono.
2. Calibrador de campo.
3. Trípode.
4. GPS: Sistema de Posicionamiento Global (en inglés, Global Positioning System).

### 4.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

Para realizar la medición del ruido vehicular se ha utilizado como instrumento de medida, dos sonómetros de marca Extech Instruments Modelo 407764 y HD600 los cuales se muestra en la Figura 7, cuyas especificaciones son:

Normas aplicables	: IEC 651 Tipo2, ANSI S1.4 Tipo 2
Precisión	: $\pm 1,5$ dB.
Escala de frecuencia	: 31,5 Hz – 8KHz
Nivel de medición	: 30 – 130 dB
Ponderación de frecuencia	: A y C
Micrófono	: Micrófono condensador Electret de 0,5”
Ponderación de tiempo	: RÁPIDO: 125 ms, LENTO: 1 s
Peso	: 358 g incluyendo la batería.



Figura 7. Sonómetro *extech instruments* Modelo 407764 y HD600 c/u con Calibrador de precisión.

Fuente: Catálogo de los equipos, 2018.

Los sonómetros empleados constan de las siguientes partes generales, tal como se muestra en la Figura 7.

1. Micrófono.
2. Indicador.
3. Interruptor.
4. Selector de nivel de escala.
5. Retención de máximos-mínimos.
6. Selector de ponderación de frecuencia.
7. Selector de tiempo de respuesta.
8. Terminal de salida CA.
9. Terminal de salida CD.
10. Potenciómetro (CAL) de calibración.

Para evaluar el efecto negativo del ruido vehicular en los estudiantes, se ha utilizado como técnica, la encuesta con su instrumento, el cuestionario, el cual se muestra en el Anexo I.

#### **4.4.3. Caracterización de la zona de estudio**

En general la ciudad universitaria Los Granados de la UNJBG se encuentra ubicada entre 3 avenidas de alto tránsito vehicular (Av. Cusco, Av. Miraflores y la Av. Jorge Basadre o Circunvalación Sur) y una calle de bajo tránsito vehicular (calle 25).

Para determinar el área de estudio se ha procedido a medir el ruido desde las 7:00 h hasta las 19:00 h, dividida en tres intervalos, de 7:00 a 9:00h, 12:00 h a 14:00 h y de 17:00 a 19:00 h, cuyos resultados promedios de ruido por tráfico vehicular se muestran en el Cuadro 2.

Como en cada punto de medición se hicieron varias mediciones de Nivel Sonoro Continuo Equivalente  $L_{eqA}$ , se estimó los valores promedio la siguiente expresión para el horario diurno:

$$\frac{LeqA}{Horario LeqA} = 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}}{N} \right) \quad [4]$$

Donde  $L_i$  es el nivel sonoro continuo equivalente obtenido en cada una de las mediciones hechas en el respectivo turno y  $N$  es el número de mediciones que se hicieron en el punto, en el respectivo turno.

Se utiliza cuando el sonómetro no es integrador.

## Cuadro 2

*Medición preliminar de los puntos de muestreo,  $LeqA$  en Decibeles.*

FORMATO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO, PROTOCOLO MINAM						
Ubicación y lugar de monitoreo: Av. Cusco, Av. Miraflores, Av. Jorge Basadre (Circunvalación Sur) y Calle 25						
Zona 19K						
Distrito: Tacna			Provincia: Tacna			
Puntos de monitoreo:						
Punto	Código	Ubicación	Coordenadas UTM		Zona de protección especial	
			Latitud	Longitud	Horario Diurno	Horario Nocturno
1	LG1	Av. Jorge Basadre G.	367 789 m E	8 006 385 m S	69,5	
2	LG2	Av. Jorge Basadre G.	367 939 m E	8 006557 m S	70,3	
3	LG3	Av. Jorge Basadre G.	368 029 m E	8 006 668 m S	71,2	
4	LG4	Calle 25	368 029 m E	8 006 856 m S	63,4	
5	LG5	Av. Miraflores	367 907 m E	8 006 851 m S	71,6	
6	LG6	Av. Miraflores	367 570 m E	8 006 803 m S	74,3	
7	LG7	Av. Miraflores	367 569 m E	8 006 711 m S	74,8	
8	LG8	Av. Cusco	367 495 m E	8 006 660 m S	75,6	
9	LG9	Av. Cusco	367 549 m E	8 006 488 m S	76,5	
Observación:						
La medición se realizó en horario diurno de 7: 00 h a 19:00 h en periodos de 7-9, 12-14 y 17- 19 Clima soleado y viento suave Días de muestreo= 3						

Fuente: Elaboración propia, tomando el formato dado en el Protocolo de monitoreo del MINAM.

Al graficar los datos del Cuadro 2 se obtiene la Figura 8, en la cual se puede observar que la calle 25 es la menos ruidosa y de las tres avenidas la más ruidosa es la Av. Cusco.

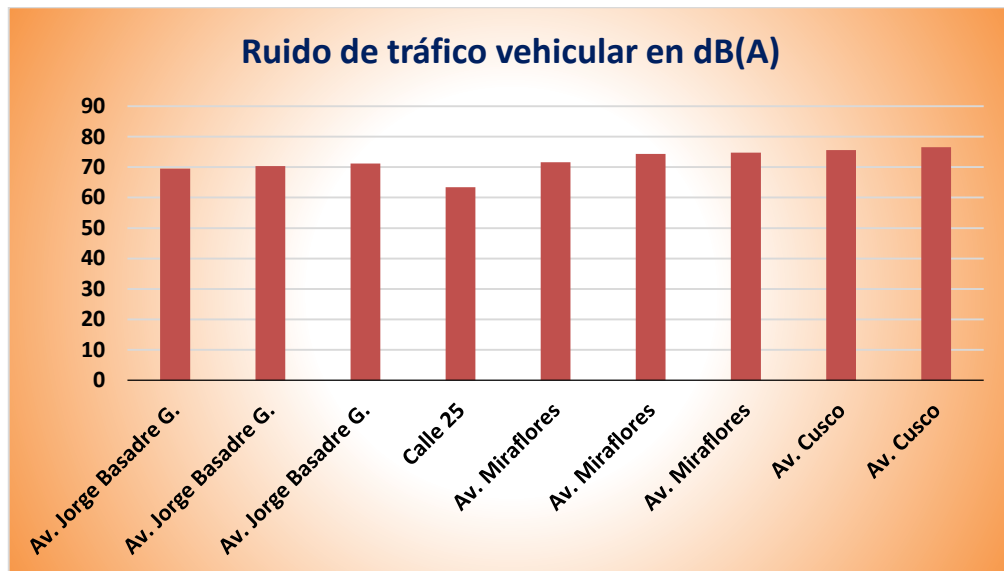


Figura 8. Esquema de la distribución de ruido de tráfico vehicular.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Fue necesario también, corroborar este valor de emisión de ruido por tráfico vehicular, para ello, se llevó a cabo un conteo de vehículos, para determinar el flujo vehicular que se produce a diario por la Av. Cusco. Para ello, se realizó un conteo durante tres días entre las horas 7:00 h, 9:00 h, 12:00 h y las 15:00 h. Por otro lado, se ha observado que los vehículos que por aquí circulan son automóviles taxi y privados, buses de transporte masivo urbano y raras veces tráileres o volquetes de alto tonelaje, además un Autovagón del Ferrocarril Tacna-Arica que hace su paso 6 veces al día de lunes a sábado de ida y vuelta. El promedio estimado de flujo vehicular se muestra en el Cuadro 3. En razón de lo antes expresado, se ha clasificado el flujo vehicular compuesto por vehículos livianos y vehículos pesados, ambos aportantes del ruido por tráfico vehicular.

### Cuadro 3

*Flujo vehicular promedio estimado en la Av. Cusco.*

Conteo de flujo vehicular		
Día	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados
10/09/2018	385	225
11/09/2018	460	240
12/09/2018	390	270
<b>Promedio</b>	<b>412</b>	<b>245</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con los datos de Cuadro 3 se obtiene la Figura 9, en la cual se puede notar que se produce un mayor flujo de vehículos por esta avenida, debido a que por aquí pasan un gran número de líneas de transporte masivo urbano que van y vienen del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa (Cono Sur), tales como la línea 1 15, 14, 11, R-300, 202, 203, 13, 10-B, 201, entre otras, a diferencia de la Av. Miraflores que pasan la línea 15, 13, 90, 2B, 203 y el resto es de automóviles taxi y privados. Mientras que por la Av. Jorge Basadre circulan automóviles taxi, automóviles privados, camiones y volquetes pesados y algunos tráileres en baja frecuencia.

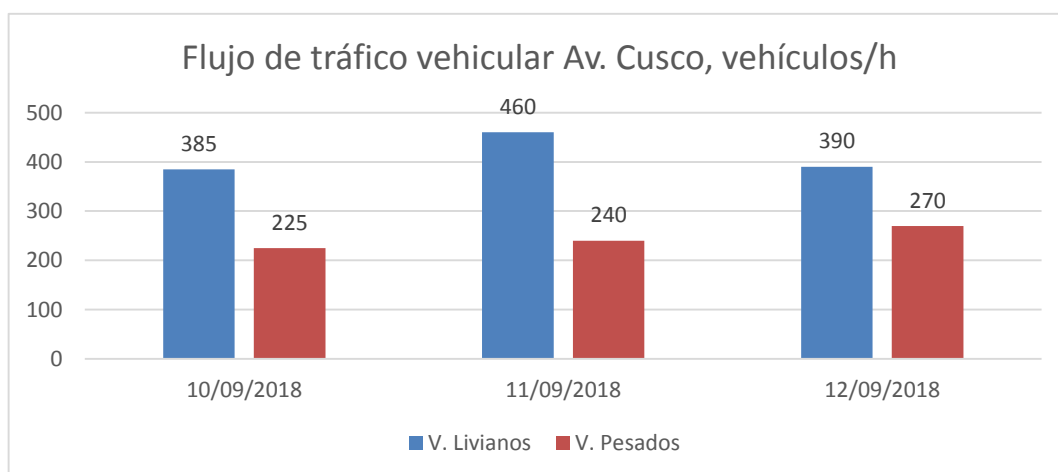


Figura 9. Flujo de vehículos livianos y pesados que circulan por la Av. Cusco por hora.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Un segundo muestreo ampliado a 10 días se encontró los valores que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4

Flujo de vehículos por hora.

N° Día	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Vehículos L/P
1	385	225	610
2	460	240	700
3	390	270	660
4	340	200	540
5	280	180	460
6	450	150	600
7	460	220	680
8	390	250	640
9	375	210	585
10	320	190	510

Fuente: Elaboración propia, 2018.

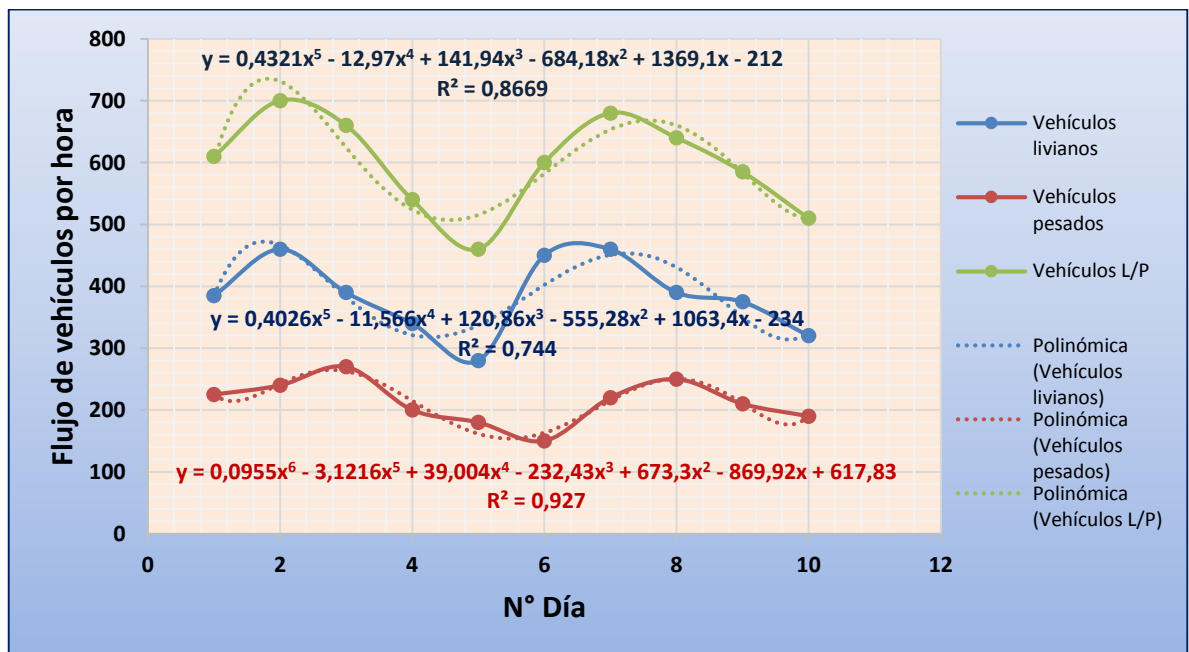


Figura 10. Modelo polinomial del flujo de vehículos livianos y pesados en la Av. Cusco. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con los datos de Cuadro 4 se obtiene la Figura 10, se puede observar que la ecuación polinómica de sexto grado, describe con buena aproximación, debido a que los vehículos pesados están conformados por los buses de transporte urbano y que guardan un cierto orden en tiempo controlado por las gerencias de cada empresa, mientras que el vehículo liviano es muy variable debido a que

está en función de la necesidad que tienen de circular por esta vía. En consecuencia, el ruido por tráfico vehicular está influenciado por los vehículos de transporte humano.

Otra característica que hace ruidosas estas avenidas es la mala carpeta asfáltica, hecha con partículas de piedra que tienen en mayor tamaño de 6,35 mm (1/4 de pulgada) a 19,05 mm (3/4 de pulgada) y que se encuentran sobresalientes, lo que aumenta el ruido, en consecuencia, el ruido emitido por los vehículos circulando por las vías o carreteras depende de factores entre otros como las características del propio vehículo, la velocidad y régimen de circulación y las características de la carpeta asfáltica.

Ello se refleja claramente en la Figura 11 que rodean a la zona de estudio de este trabajo de investigación.



*Figura 11.* Estado de la carpeta asfáltica de las Avenidas Cusco y Miraflores.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Estos datos preliminares dan pie a realizar la segunda parte del presente estudio, estableciendo como área de estudio el mostrado en la Figura 12.



*Figura 12.* Área de estudio de la contaminación acústica y su efecto en los estudiantes.  
Fuente: Elaboración propia en Google Earth, 2018.

Las coordenadas UTM se dan en el Cuadro 5 con sus respectivos valores de contaminación acústica de sondeo, los cuales fueron medidos por un periodo de 5 minutos mostrados en la Figura 13.

## Cuadro 5

### Medición de sondeo en los puntos de la zona de estudio, LeqA

FORMATO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO, PROTOCOLO MINAM						
Ubicación y lugar de monitoreo: Av. Cusco, Av. Miraflores, Av. Jorge Basadre (Circunvalación Sur) y Calle 25 Zona: 19K						
Distrito: Tacna			Provincia: Tacna			
Puntos de monitoreo:						
Punto	Código	Ubicación	Coordenadas UTM		Zona de protección especial	
			Latitud	Longitud	Horario Diurno	Horario Nocturno
1	RI1	Aulas de Ingeniería	367 605 m E	8 006 463 m S	58,3	
2	RI2	Aulas de Artes	367 774 m E	8 006 513 m S	63,5	
3	RI3	Aulas Geología	367 538 m E	8 006 574 m S	60,2	
4	RI4	Aulas de FACI	367 520 m E	8 006 658 m S	60,5	
5	RI5	Aulas de Arquitectura	367 561 m E	8 006 492 m S	55,4	
Observación:						
La medición se realizó en horario diurno de 7: 00 h a 19:00 h en periodos de 7-9, 12-14 y 17- 19 Clima soleado y viento suave Días de muestreo = 3						

Fuente: Elaboración propia, tomando el formato dado en el Protocolo de monitoreo del MINAM.

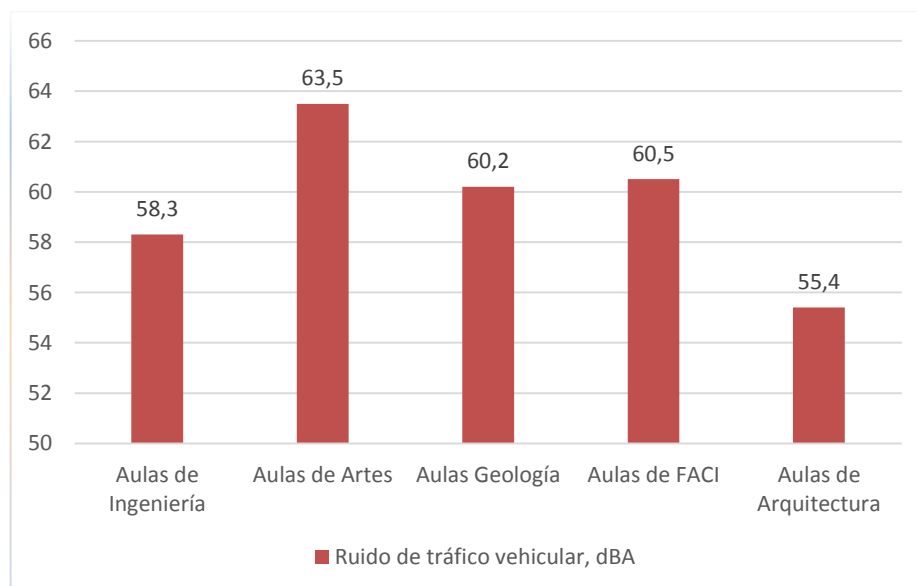


Figura 13. Esquema de la distribución de ruido de tráfico vehicular

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para realizar la medición del ruido interno, se ha fijado los siguientes puntos: RI1 situado a 3 m del edificio de aulas de Metalurgia y Mecánica y a aproximadamente 30 m de la Av. Cusco, con un ruido interno de 55 dBA, tal como se muestra en la Figura 14.



*Figura 14.* Punto de medición de ruido ambiental RI1.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los puntos de medición RI2, RI3 y RI4 se muestra en la Figura 15. El punto RI2 está ubicado a 3 m del muro que separa de la Av. Cusco, las aulas son una construcción precaria con paredes de madera triplay y techo de calamina, donde el ruido interno a 1,5 m de la ventana es de 62 dBA. El punto RI3 se ubica a 3 m de las aulas de geología, que también son aulas precarias con paredes de madera triplay y techo de calamina y aproximadamente a 10 m de la Av. Cusco. El ruido interno en estas aulas es de aproximadamente 59 dBA.



*Figura 15.* Punto de medición de ruido ambiental RI2, RI3 y RI4.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El punto RI5 está ubicado entre las aulas de arquitectura semiconstruidas y las aulas de artes hechas de material drywall y techo de calamina y un valor de 57 dB en el interior de ambas aulas. Esta configuración se muestra en la Figura 16.



*Figura 16.* Punto de medición de ruido ambiental RI5.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

#### **4.5. Procesamiento y análisis de datos**

La metodología para la medición o monitoreo del ruido producido por el tráfico vehicular en la Av. Cusco se ha llevado a cabo en función del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (Ministerio del Ambiente-MINAM, 2011), con la diferencia de que no se contó con el trípode adecuado, pero esta forma es también aceptada para este trabajo, para la obtención de datos de ruido externo e interno del campus universitario Los Granados de la UNJBG, tal como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Modo de medición del ruido del tráfico vehicular.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En cuanto a la meteorología, como se menciona en Brüel & Kjaer (2000), el registro del nivel de presión sonora no es afectado significativamente por los cambios ordinarios de la presión atmosférica, y sobre todo si es a nivel del mar, mientras que a elevadas altitudes la sensibilidad si puede ser afectada. Así en los días de muestreo del ruido ambiental estuvo en 12 °C mínima y 21 °C alta, tal como se muestra en la Figura 18. La velocidad del viento se muestra en la Figura 19, con predominancia en dirección en sur. La humedad relativa en los días de muestreo fue del 71 % aproximadamente.

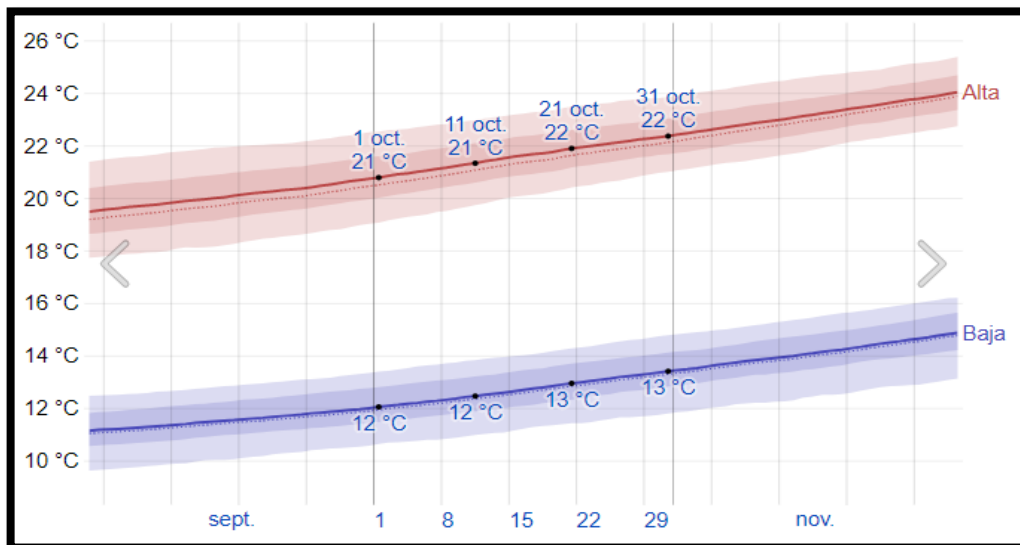


Figura 18. Temperatura en octubre, 2018.

Fuente: Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/m/26549/10/Tiempo-promedio-en-octubre-en-Tacna-Per%C3%BA#Sections-Humidity>.

Velocidad del viento.

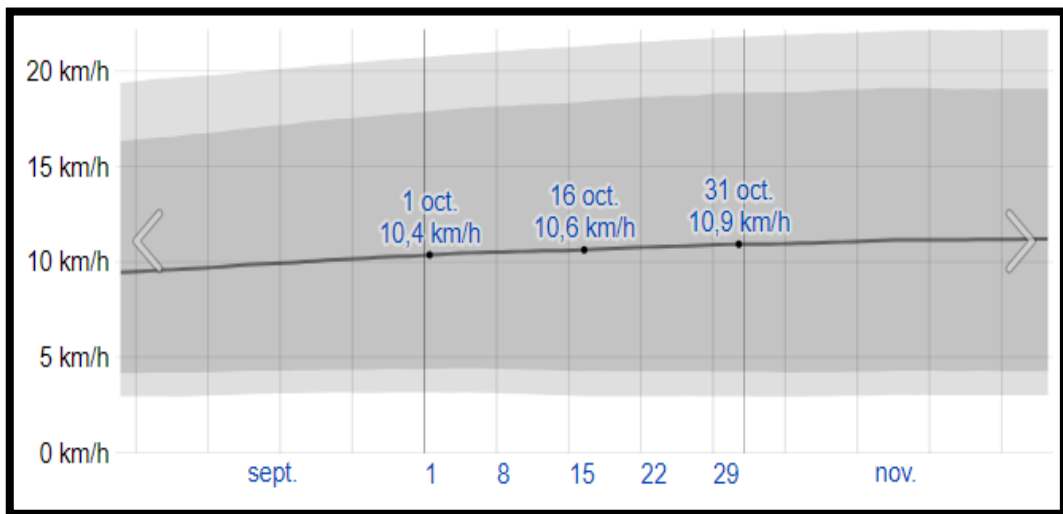


Figura 19. Velocidad del viento en octubre, 2018.

Fuente: Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/m/26549/10/Tiempo-promedio-en-octubre-en-Tacna-Per%C3%BA#Sections-Humidity>.

Para el análisis de los datos obtenidos se ha utilizado los softwares estadísticos Minitab versión 21, Statgraphics Centurion XVII y Microsoft Excel 2016.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Medición de los niveles de ruido vehicular

El monitoreo de ruido por tráfico vehicular fue realizado los días 09, 10 y 11 de octubre de 2018. El registro de los niveles de presión sonora (NPS) en los 9 puntos de monitoreo establecidos se realizó de acuerdo a la Norma NTP 1996-2:2008 y el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental AMC N°031-2011-MINAM.

En total se registraron 60 lecturas de 10 minutos en los tres días de monitoreo del ruido por tráfico vehicular en los horarios de 7:00 – 9:00 h, 12:00 – 14:00 h y 17:00 – 19:00 h. Los resultados del monitoreo de ruido por tráfico vehicular se muestran en los Cuadros 6, 7 y 8.

#### Cuadro 6

*Valores de ruido en el horario de 07:00 – 09:00 h.*

LG1 (dBA)	LG2 (dBA)	LG3 (dBA)	LG4 (dBA)	LG5 (dBA)	LG6 (dBA)	LG7 (dBA)	LG8 (dBA)	LG9 (dBA)
65,7	76,8	69,5	77,6	68,3	69,5	67,5	80,9	78,3
72,5	67,2	73,5	79,5	72,5	73,3	71,1	70,8	79,8
75,6	71,9	71,8	81,5	61,7	70,9	68,5	72,9	78,3
65,9	70,8	68,4	78,8	72,6	52,3	63,5	73,4	74,4
76,3	71,8	62,7	68,9	60,1	58,1	65,4	77,8	68,6
58,5	78,7	78,3	64,5	59,3	72,2	66,4	82,5	76,9
72,2	72,8	67,8	69,5	73,1	87,6	71,9	72,1	77,4
59,9	72,9	72,1	64,8	66,3	56,8	68,3	82,5	75,4
67,9	73,6	70,7	68,9	69,8	57,4	62,8	76,5	74,2
74,5	70,7	75,8	65,7	61,8	56,4	68,3	70,7	72,4
68,7	74,9	82,8	61,2	64,6	56,2	66,3	75,6	74,6
67,1	79,1	73,2	63,4	70,5	74,8	70,0	78,8	78,7
68,7	67,6	72,5	76,5	61,7	78,6	65,3	83,2	76,3
64,6	81,3	76,7	72,7	66,6	66,5	69,0	79,8	78,6

Continuación del cuadro 6

70,2	70,5	72,7	64,7	70,5	69,8	60,2	82,1	79,8
72,8	71,5	68,7	62,2	61,9	63,1	67,5	76,6	83,7
67,7	67,4	78,7	70,6	54,7	63,5	64,9	82,2	84,2
68,7	67,2	74,7	74,2	58,7	70,9	68,8	78,3	79,8
72,6	74,5	65,8	68,7	54,3	73,2	65,6	69,9	79,6
60,5	75,5	71,5	65,3	57,4	75,4	71,2	73,7	78,3
70,7	78,8	65,2	75,6	68,3	68,5	67,5	81,9	77,3
62,3	68,2	73,5	67,7	76,5	74,3	71,1	71,8	71,5
75,6	71,9	71,8	76,3	62,7	72,9	68,5	70,9	78,3
65,7	70,8	68,4	72,6	72,6	61,7	63,5	73,4	75,4
72,3	71,8	68,7	68,9	59,1	63,9	65,4	76,8	72,3
67,5	76,3	72,6	63,5	61,3	73,2	66,4	81,5	76,9
72,2	71,8	67,8	75,3	73,1	74,5	71,9	73,1	78,4
70,1	72,9	73,1	65,8	66,3	63,6	68,3	82,5	75,4
65,9	73,6	65,1	68,9	69,8	57,4	62,8	7,5	74,2
72,7	67,7	75,8	65,7	62,8	67,6	68,3	71,7	75,4
68,7	74,9	67,8	64,2	64,6	60,2	66,3	75,6	74,6
75,5	62,7	73,2	63,4	71,5	74,8	70,0	77,8	78,7
68,7	70,6	72,5	76,5	61,7	78,6	65,3	82,2	77,3
64,6	64,3	76,7	72,7	66,6	66,5	69,0	79,8	78,6
70,2	72,5	73,7	61,9	71,5	69,8	60,2	81,1	79,8
73,5	71,5	62,6	62,2	62,9	67,2	67,5	76,6	83,7
63,5	67,4	78,7	73,6	53,7	63,5	64,9	83,2	77,9
71,3	66,2	72,9	70,1	59,7	71,9	68,8	78,3	79,8
62,5	75,5	62,5	68,7	56,3	73,2	65,6	68,9	80,6
72,2	63,7	72,5	64,2	55,4	67,3	71,2	74,7	75,3
70,2	64,7	69,7	73,6	69,3	68,7	67,5	82,9	78,3
67,2	65,2	73,8	60,1	77,5	74,5	71,1	73,8	80,2
72,1	71,2	70,8	67,5	63,7	73,9	68,5	71,9	77,3
64,7	68,3	68,4	70,3	71,6	52,3	63,5	73,8	74,4
71,7	72,8	66,7	63,2	52,1	58,9	65,4	76,4	73,1
61,4	64,2	75,3	67,5	68,3	73,8	66,4	85,5	77,9
73,2	72,8	74,8	64,7	74,1	80,1	71,9	72,1	78,1
75,2	69,2	73,1	65,1	65,3	54,3	68,3	83,5	75,2
65,2	73,7	74,7	68,2	68,2	58,4	62,8	78,5	74,9
73,5	68,7	64,3	65,8	76,8	56,2	68,3	71,5	75,7
62,3	75,2	72,8	64,9	64,1	59,2	66,3	75,8	74,2
76,5	67,3	62,5	60,4	71,9	74,3	70,0	76,8	77,8
67,7	71,6	71,5	80,5	60,7	78,4	65,3	83,2	76,7
63,6	65,3	64,5	72,7	66,8	67,5	69,0	87,8	78,6
73,2	72,1	73,2	60,9	71,2	69,2	60,2	83,1	80,1
64,7	61,7	65,1	62,9	62,7	63,8	67,5	76,1	73,7

Continuación del cuadro 6

70,7	68,4	71,2	72,6	53,9	60,5	64,9	83,7	81,2
65,2	65,2	60,1	65,2	58,7	75,7	68,8	78,9	79,4
73,1	72,4	73,2	78,7	60,3	69,2	65,6	65,9	71,2
63,2	65,1	68,5	61,8	57,4	77,3	71,2	79,7	80,3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Cuadro 7**

*Valores de ruido en el horario de 12:00 – 14:00 h.*

<b>LG1 (dBA)</b>	<b>LG2 (dBA)</b>	<b>LG3 (dBA)</b>	<b>LG4 (dBA)</b>	<b>LG5 (dBA)</b>	<b>LG6 (dBA)</b>	<b>LG7 (dBA)</b>	<b>LG8 (dBA)</b>	<b>LG9 (dBA)</b>
69,8	78,2	68,5	78,6	67,3	69,5	61,9	82,1	73,8
80,3	67,3	71,5	81,5	75,3	73,8	69,8	70,8	79,8
78,6	72,5	71,8	82,8	62,1	70,9	67,5	73,2	74,3
73,9	70,2	66,4	78,8	68,5	53,3	63,7	72,4	72,4
74,3	72,3	66,7	67,9	58,1	57,1	67,6	77,8	68,6
69,5	78,1	75,3	65,5	59,3	72,2	76,5	84,5	76,9
70,2	72,1	77,1	78,9	72,9	86,8	76,8	75,1	78,4
79,2	70,8	72,1	65,4	66,5	55,8	65,3	82,5	75,4
67,9	73,7	70,6	68,5	68,9	55,4	67,6	76,5	73,2
72,5	70,6	75,9	67,7	62,1	56,4	76,7	69,9	72,4
6,7	74,8	81,8	63,2	66,6	56,2	68,7	76,6	75,6
68,5	76,8	72,5	64,4	70,5	75,4	73,6	79,8	73,7
67,7	71,2	71,5	74,5	61,7	77,6	65,2	83,2	75,3
63,6	78,2	77,6	77,7	66,6	66,5	78,9	80,9	77,6
68,6	70,5	72,7	61,9	68,5	69,8	72,8	82,1	79,8
76,8	69,5	81,4	62,9	61,8	61,8	65,9	77,6	80,8
65,7	68,9	77,3	71,5	54,7	63,5	74,6	82,2	80,2
77,7	67,2	78,2	75,5	57,9	70,7	68,9	78,3	79,8
75,4	70,5	74,5	68,2	53,8	72,2	73,4	69,9	76,6
76,3	72,5	71,5	78,5	58,4	73,4	67,8	73,7	77,5
69,8	72,3	65,8	72,4	67,3	70,5	60,9	81,1	71,8
65,7	67,3	76,5	67,2	76,3	72,8	69,8	71,8	79,8
70,2	71,5	71,8	70,1	61,1	71,9	67,5	73,2	75,3
65,9	70,2	66,4	72,1	68,5	57,3	56,6	72,4	72,4
70,1	71,3	66,7	67,9	58,1	67,2	66,6	77,8	67,6
68,5	75,2	61,8	64,5	59,3	71,2	81,2	83,5	76,9
68,5	65,7	73,5	73,1	73,9	87,8	83,2	75,1	79,4
65,7	72,8	65,3	67,4	65,5	65,3	65,3	82,5	75,4
62,9	73,7	71,6	63,9	69,9	58,4	68,6	75,5	72,2
73,5	70,6	75,9	67,7	65,3	66,4	79,8	69,9	75,4
63,7	74,8	67,8	62,2	66,6	55,2	68,7	77,6	77,6
68,5	75,3	72,5	64,4	71,5	74,4	83,4	78,8	71,7

Continuación del cuadro 7

68,7	71,2	70,5	73,2	64,7	76,6	68,4	84,2	75,3
63,6	64,7	77,6	67,9	66,6	68,5	78,9	79,8	78,6
68,6	70,5	72,7	70,2	68,5	69,8	68,6	82,1	75,8
71,2	65,3	79,2	65,9	61,8	61,8	72,5	78,6	80,8
65,7	68,9	67,5	71,5	55,7	63,5	63,8	82,2	75,8
67,9	61,3	68,9	75,1	57,9	74,5	75,2	78,3	79,8
62,8	70,5	74,5	68,2	54,8	72,2	58,2	68,9	77,6
67,3	67,2	63,9	63,2	59,4	75,8	69,8	73,7	79,3
67,8	65,3	65,3	70,1	66,5	70,5	61,7	81,9	72,6
70,2	67,9	72,1	65,2	71,8	72,6	69,1	73,8	80,5
63,2	71,8	71,8	70,3	60,1	71,2	66,5	76,2	78,2
65,6	70,9	63,7	72,1	67,5	64,8	56,3	72,6	73,4
71,2	67,3	66,7	64,3	65,1	60,4	66,9	75,8	70,6
68,5	71,3	75,3	67,2	55,3	72,2	74,6	82,5	78,9
65,8	64,3	65,2	71,8	65,1	76,9	72,1	79,1	77,5
71,2	71,5	72,6	62,4	68,5	58,8	64,3	83,5	76,4
67,2	65,3	63,1	69,5	66,9	59,4	69,6	77,5	73,5
70,1	69,6	74,9	65,7	67,2	70,4	79,2	70,6	76,4
68,5	63,5	65,7	61,2	63,6	64,1	68,9	77,9	76,7
69,5	74,4	72,5	64,9	61,7	78,4	76,1	78,2	72,5
65,7	71,6	61,3	70,3	63,7	76,5	56,9	84,6	76,3
64,6	68,5	78,6	63,6	67,6	68,9	72,7	87,8	77,5
68,7	70,9	65,3	65,9	68,7	69,2	68,1	82,5	78,7
66,2	69,1	70,1	62,9	61,1	62,5	70,1	78,9	74,5
64,7	67,9	72,8	70,2	55,2	64,5	63,9	83,2	73,8
72,1	63,4	63,2	64,3	63,1	73,7	71,3	78,7	78,5
65,4	70,8	71,5	66,2	55,8	58,7	58,7	67,9	80,2
70,3	62,7	66,3	65,8	57,3	72,7	71,4	73,7	75,8

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Cuadro 8**

*Valores de ruido en el horario de 17:00 – 19:00 h.*

<b>LG1 (dBA)</b>	<b>LG2 (dBA)</b>	<b>LG3 (dBA)</b>	<b>LG4 (dBA)</b>	<b>LG5 (dBA)</b>	<b>LG6 (dBA)</b>	<b>LG7 (dBA)</b>	<b>LG8 (dBA)</b>	<b>LG9 (dBA)</b>
65,7	76,8	69,5	77,6	68,3	69,5	61,9	80,9	78,3
72,5	67,2	73,5	79,5	72,5	73,3	69,9	70,8	79,8
75,6	71,9	71,8	81,5	61,7	70,9	67,5	72,9	78,3
65,9	70,8	68,4	78,8	72,6	52,3	57,6	73,4	74,4
76,3	71,8	62,7	68,9	60,1	58,1	67,6	77,8	68,6
58,5	78,7	78,3	64,5	59,3	72,2	65,3	82,5	76,9
72,2	72,8	67,8	69,5	73,1	87,6	71,5	72,1	77,4
59,9	72,9	72,1	64,8	66,3	56,8	64,3	82,5	75,4

Continuación del cuadro 8

67,9	73,6	70,7	68,9	69,8	57,4	67,6	76,5	74,2
74,5	70,7	75,8	65,7	61,8	56,4	72,4	70,7	72,4
68,7	74,9	82,8	61,2	64,6	56,2	68,7	75,6	74,6
67,1	79,1	73,2	63,4	70,5	74,8	62,8	78,8	78,7
68,7	67,6	72,5	76,5	61,7	78,6	59,9	83,2	76,3
64,6	81,3	76,7	72,7	66,6	66,5	72,9	79,8	78,6
70,2	70,5	72,7	64,7	70,5	69,8	68,4	82,1	79,8
72,8	71,5	68,7	62,2	61,9	63,1	66,9	76,6	83,7
67,7	67,4	78,7	70,6	54,7	63,5	65,8	82,2	84,2
68,7	67,2	74,7	74,2	58,7	70,9	68,9	78,3	79,8
72,6	74,5	65,8	68,7	54,3	73,2	59,2	69,9	79,6
60,5	75,5	71,5	65,3	57,4	75,4	69,8	73,7	78,3
70,7	78,8	65,2	75,6	68,3	68,5	62,9	81,9	77,3
62,3	68,2	73,5	67,7	76,5	74,3	69,9	71,8	71,5
75,6	71,9	71,8	76,3	62,7	72,9	67,5	70,9	78,3
65,7	70,8	68,4	72,6	72,6	61,7	56,6	73,4	75,4
72,3	71,8	68,7	68,9	59,1	63,9	67,6	76,8	72,3
67,5	76,3	72,6	63,5	61,3	73,2	83,2	81,5	76,9
72,2	71,8	67,8	75,3	73,1	74,5	85,2	73,1	78,4
70,1	72,9	73,1	65,8	66,3	63,6	64,3	82,5	75,4
65,9	73,6	65,1	68,9	69,8	57,4	65,6	77,5	74,2
72,7	67,7	75,8	65,7	62,8	67,6	79,8	71,7	75,4
68,7	74,9	67,8	64,2	64,6	60,2	68,7	75,6	74,6
75,5	62,7	73,2	63,4	71,5	74,8	82,8	77,8	78,7
68,7	70,6	72,5	76,5	61,7	78,6	59,9	82,2	77,3
64,6	64,3	76,7	72,7	66,6	66,5	77,9	79,8	78,6
70,2	72,5	73,7	61,9	71,5	69,8	68,4	81,1	79,8
73,5	71,5	62,6	62,2	62,9	67,2	67,9	76,6	83,7
63,5	67,4	78,7	73,6	53,7	63,5	64,8	83,2	77,9
71,3	66,2	72,9	70,1	59,7	71,9	68,9	78,3	79,8
62,5	75,5	62,5	68,7	56,3	73,2	56,2	68,9	80,6
72,2	63,7	72,5	64,2	55,4	67,3	72,8	74,7	75,3
70,2	64,7	69,7	73,6	69,3	68,7	65,4	82,9	78,3
67,2	65,2	73,8	60,1	77,5	74,5	73,1	73,8	80,2
72,1	71,2	70,8	67,5	63,7	73,9	68,2	71,9	77,3
64,7	68,3	68,4	70,3	71,6	52,3	73,2	73,8	74,4
71,7	72,8	66,7	63,2	52,1	58,9	66,9	76,4	73,1
61,4	64,2	75,3	67,5	68,3	73,8	78,5	85,5	77,9
73,2	72,8	74,8	64,7	74,1	80,1	70,4	72,1	78,1
75,2	69,2	73,1	65,1	65,3	54,3	77,3	83,5	75,2
65,2	73,7	74,7	68,2	68,2	58,4	67,6	78,5	74,9
73,5	68,7	64,3	65,8	76,8	56,2	74,7	71,5	75,7
62,3	75,2	72,8	64,9	64,1	59,2	67,7	75,8	74,2

Continuación del cuadro 8

76,5	67,3	62,5	60,4	71,9	74,3	78,1	76,8	77,8
67,7	71,6	71,5	80,5	60,7	78,4	65,2	83,2	76,7
63,6	65,3	64,5	72,7	66,8	67,5	78,9	87,8	78,6
73,2	72,1	73,2	60,9	71,2	69,2	69,4	83,1	80,1
64,7	61,7	65,1	62,9	62,7	63,8	76,3	76,1	73,7
70,7	68,4	71,2	72,6	53,9	60,5	67,8	83,7	81,2
65,2	65,2	60,1	65,2	58,7	75,7	78,3	78,9	79,4
73,1	72,4	73,2	78,7	60,3	69,2	66,2	65,9	71,2
63,2	65,1	68,5	61,8	57,4	77,3	72,5	79,7	80,3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.1.1. Evaluación del ruido de tráfico vehicular en la Av. Cusco.

A partir de los datos de los cuadros 6, 7 y 8 se ha tomado para el análisis estadístico con el software MINITAB 18 de los puntos LG8 y LG9 que están ubicados en la Av. Cusco, debido a que está junto a la zona de estudio de la presente tesis. Los resultados estadísticos correspondientes en los tres horarios se muestran en la figura 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

Horario de 7:00 – 9:00 h

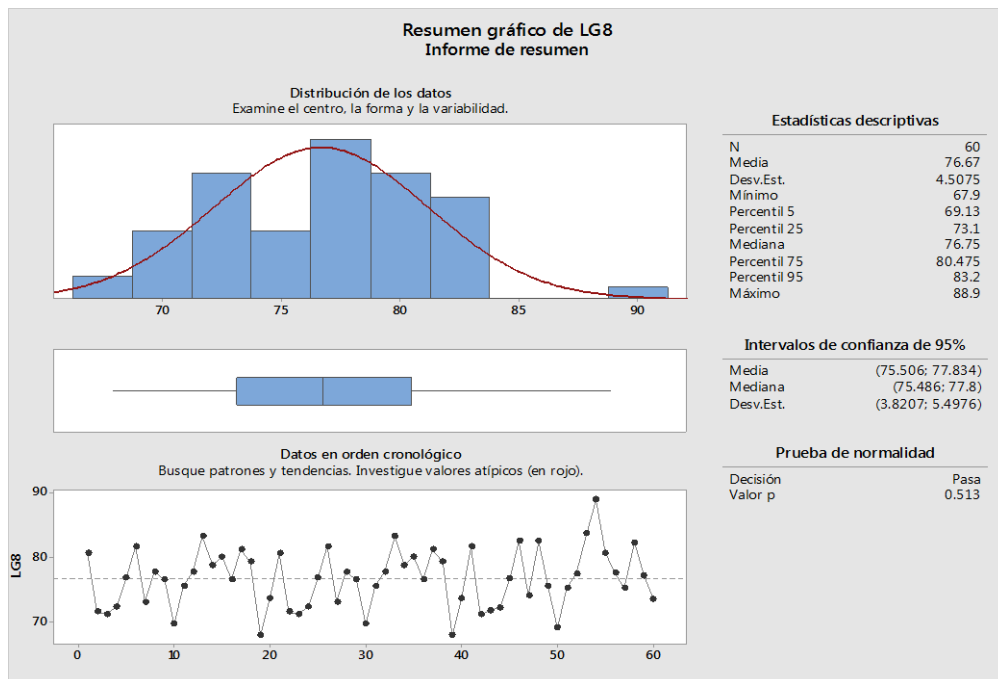


Figura 20. Resultados estadísticos del punto LG8.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

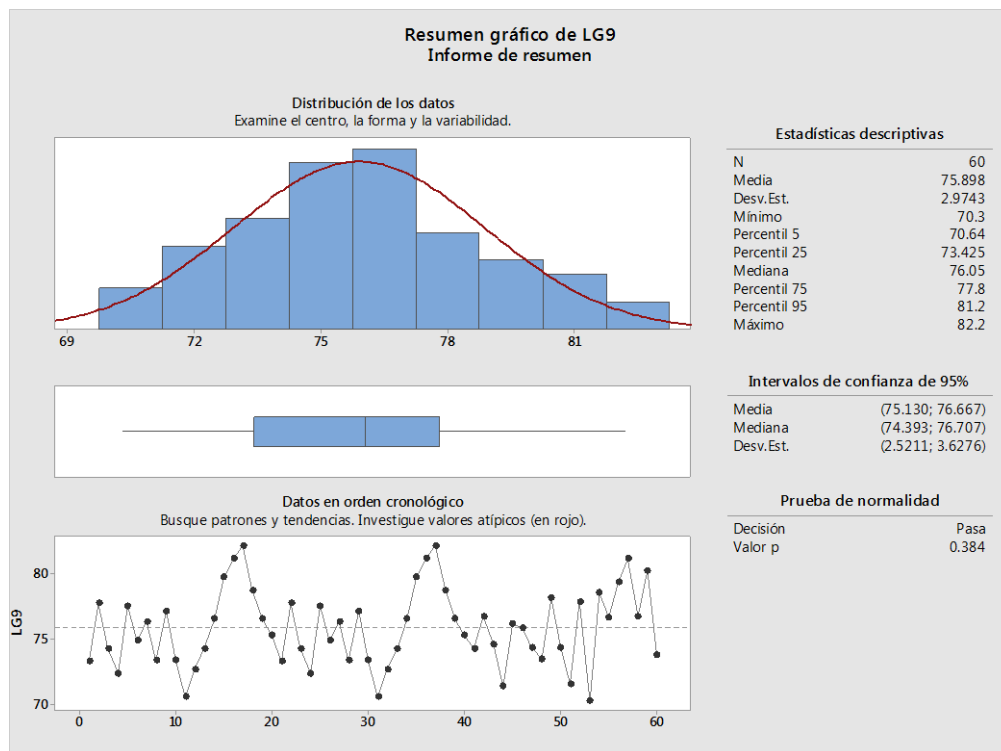


Figura 21. Resultados estadísticos del punto LG9.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Horario de 12:00 – 14:00 h

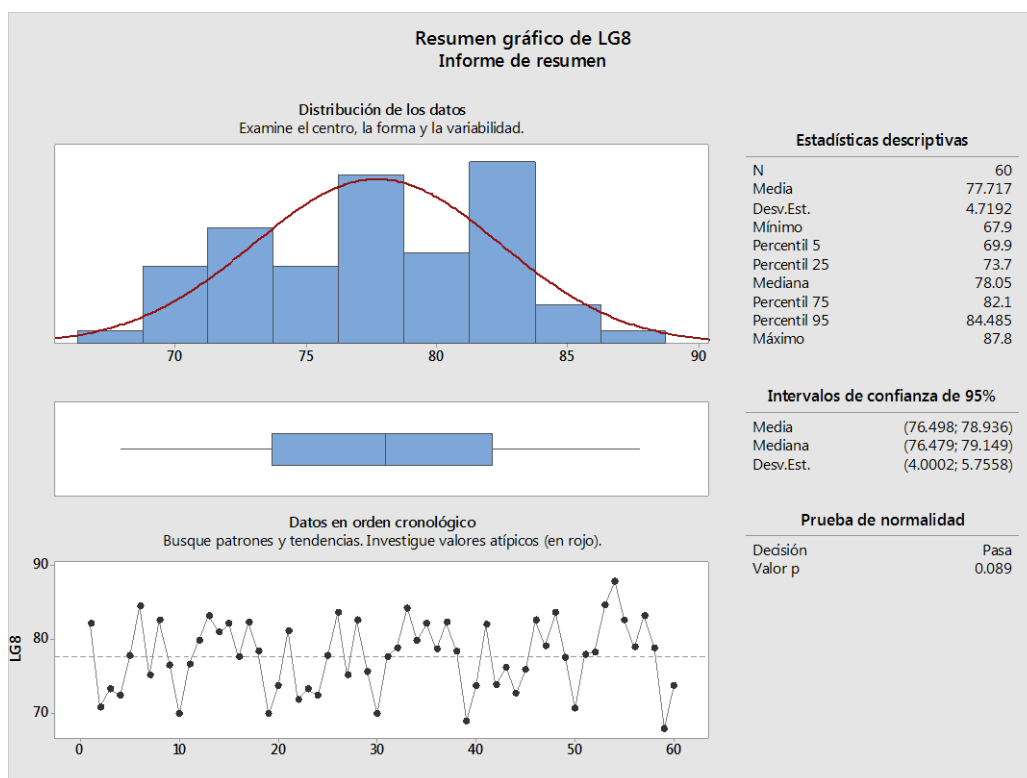
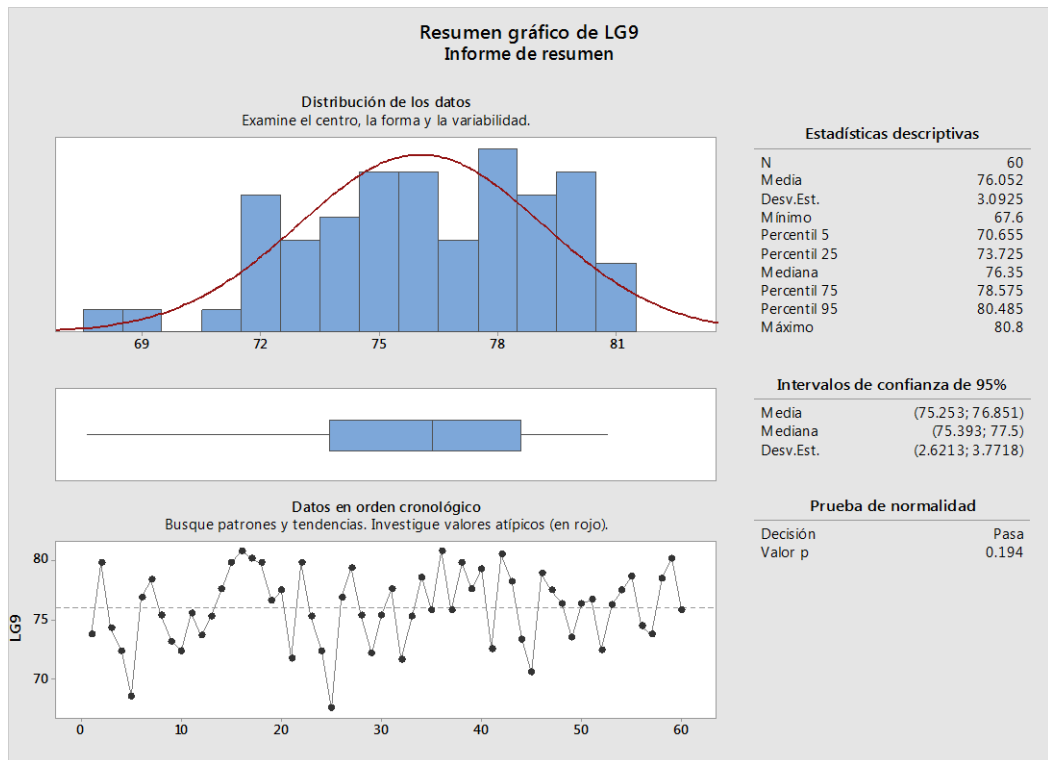


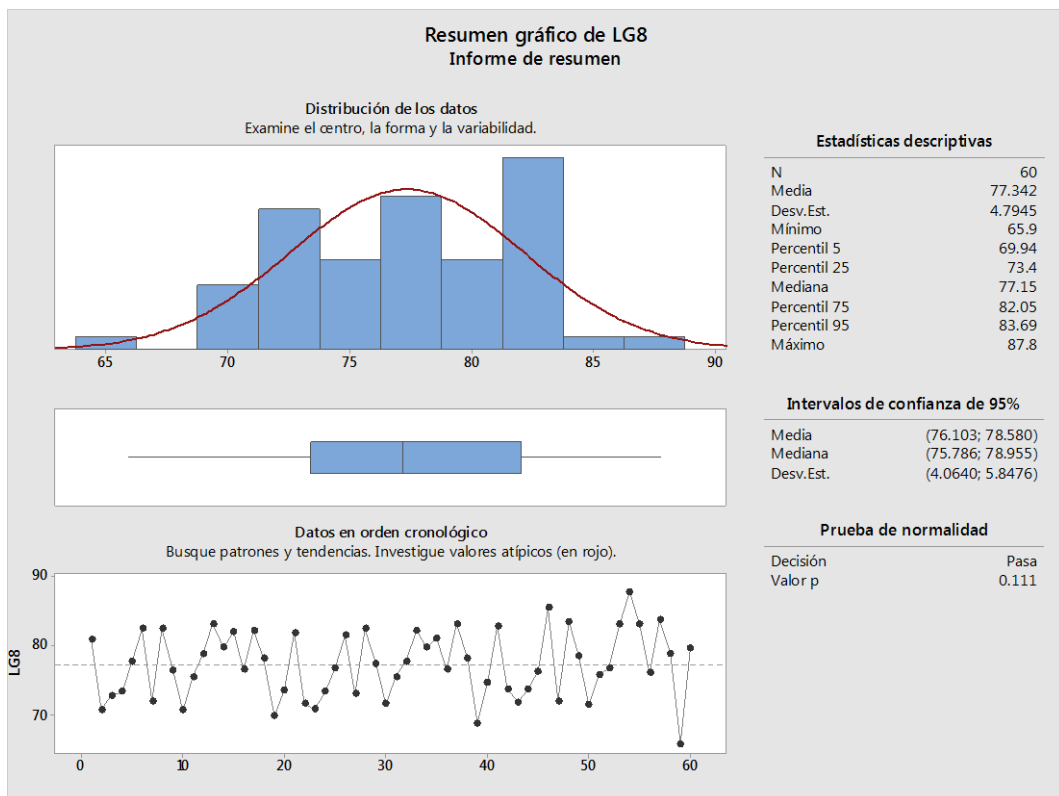
Figura 22. Resultados estadísticos del punto LG8.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.



**Figura 23.** Resultados estadísticos del punto LG9.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Horario de 17:00 – 19: h**



**Figura 24.** Resultados estadísticos del punto LG8.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

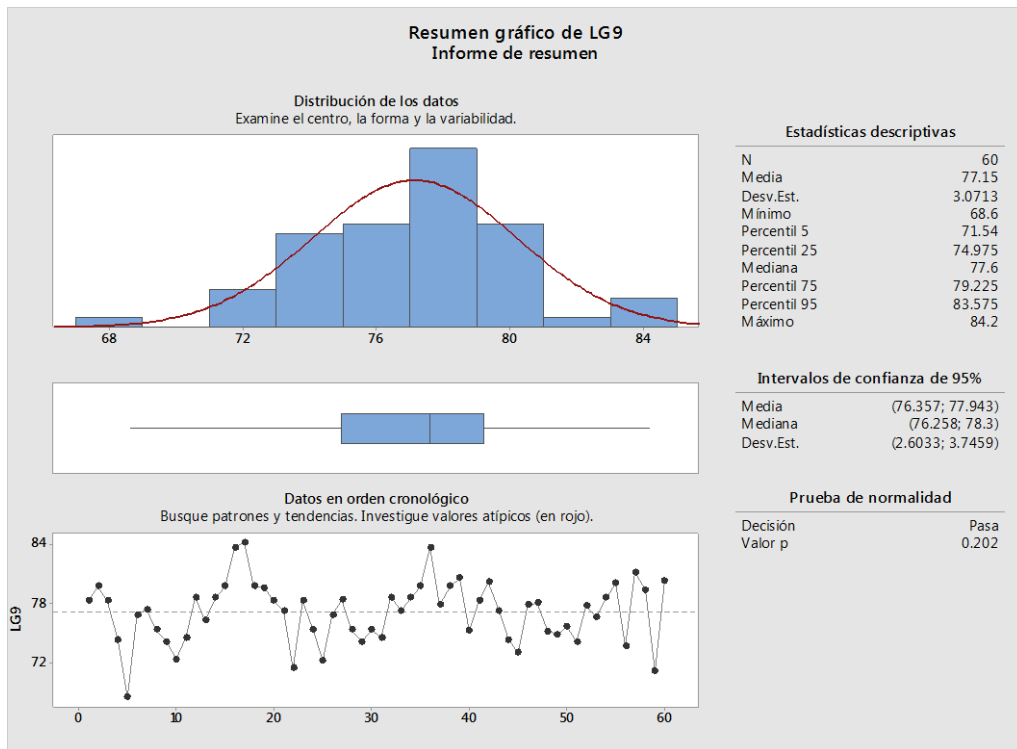


Figura 25. Resultados estadísticos del punto LG9.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con los datos obtenidos de la estadística descriptiva de los datos promedio de los tres días en tres horarios se obtiene con la ayuda del Software Statgraphics Centurion XVII.2, los resultados que se muestran en el Cuadro 9.

### Cuadro 9

Resultados de la evaluación estadística del ruido vehicular en la Av. Cusco.

Punto	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	LAeq
<b>7:00-9:00 h</b>						
LG8	67,9	88,9	71,15	76,75	82,4	<b>77</b>
LG9	70,3	82,2	72,40	76,05	80,5	<b>76</b>
<b>12:0-14:0 h</b>						
LG8	67,9	87,8	70,7	78,05	83,35	<b>78</b>
LG9	67,6	80,8	72,3	76,35	79,80	<b>76</b>
<b>17:0-19:0 h</b>						
LG8	65,9	87,8	71,2	77,15	83,20	<b>77</b>
LG9	68,6	84,2	73,4	77,60	80,25	<b>77</b>
						154
<b>Promedio</b>						<b>77 dBA</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## Interpretación

En concordancia del ECA de ruido, se puede observar que los valores de los indicadores de la presión de sonido  $L_{10}$ ,  $L_{90}$  y  $L_{Aeq}$  son superiores al valor de ruido de 50 dBA y que es superado en 27 dBA en relación al valor promedio aritmético de 77 dBA, el cual no cumple con el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM publicado el 30 de octubre de 2003.

Los valores obtenidos para los puntos LG8 y LG9 ubicados en la Av. Cusco pasan la prueba de normalidad por el método de Anderson-Darlin, lo que indica la fidelidad de dichos resultados, mostrados en las Figuras 22, 23, 24 y 25 donde se puede observar que  $p > 0.05$ , por tanto, la data obtenida del monitoreo del ruido vehicular responde a una distribución normal y es confiable.

### 5.1.2. Evaluación del ruido vehicular en la zona de estudio

Para evaluar la contaminación acústica en la parte externa de las aulas de la zona de estudio mostrada en la Figura 12, se ha procedido a medir con el sonómetro debidamente calibrado al comenzar el monitoreo en los puntos considerados en dos horarios correspondientes a 07:00 – 09:00 h y 14:00 – 16:00 h. Se ha tomado este horario, por ser el de más permanencia de los estudiantes en las aulas.

En el periodo de medición del ruido, en estas horas todas las aulas se encontraban ocupadas por los estudiantes de las carreras profesionales consideradas. A continuación, se muestra los datos tomados cada 10 minutos en los Cuadros 10 y Cuadro 11.

#### Cuadro 10

*Valores de ruido en el horario de 07:00 – 09:00 h.*

RI1	RI2	RI3	RI4	RI5	Rlp1
57,6	63,9	53,2	58,9	55,4	57,8
57,7	58,9	54,8	55,9	54,8	56,4
56,2	62,4	55,9	55,7	52,8	56,6
60,1	58,9	61,2	55,9	53,8	58,0

Continuación del cuadro 10

59,7	63,6	55,8	58,7	53,4	58,2
59,6	58,8	55,2	59,3	54,2	57,4
55,4	55,5	54,5	58,7	52,4	55,8
59,1	57,1	55,7	59,3	54,6	57,2
57,9	60,2	57,1	58,7	52,4	57,3
58,2	57,7	58,4	59,1	53,7	57,4
61,2	59,7	53,2	54,8	53,1	56,4
62,1	56,7	53,8	59,1	52,7	56,9
61,4	58,9	55,8	54,7	53,8	56,9
62,3	61,3	56,7	53,8	51,6	57,1
60,1	60,2	53,1	57,9	53,1	56,9
61,4	62,4	51,6	59,9	54,7	58,0
60,3	58,9	56,6	57,8	56,5	58,0
58,7	63,6	53,4	55,9	54,7	57,3
56,7	58,8	56,9	56,4	55,5	56,9
60,2	55,5	53,4	60,7	52,9	56,5
55,5	57,1	56,5	61,1	54,5	56,9
57,3	60,2	56,2	59,9	55,1	57,7
59,4	57,7	54,8	58,2	54,4	56,9
56,2	59,7	57,4	55,1	53,6	56,4
60,3	56,7	60,3	56,7	53,2	57,4
58,5	58,9	53,8	59,2	53,5	56,8
57,2	56,9	52,1	60,1	52,9	55,8
59,1	60,2	56,4	56,8	52,5	57,0
60,6	62,4	59,6	56,3	52,7	58,3
56,7	58,9	57,1	56,8	54,8	56,9
57,3	63,6	53,6	57,1	57,1	57,7
60,1	58,8	55,1	60,1	55,4	57,9
58,7	55,5	56,2	63,1	56,5	58,0
61,1	57,1	56,8	60,5	51,8	57,5
56,7	60,4	53,5	59,7	53,7	56,8
59,7	59,7	59,1	56,8	53,8	57,8
56,2	61,2	54,3	60,3	50,5	56,5
55,9	60,4	60,3	58,5	55,2	58,1
61,2	58,6	58,7	58,1	50,8	57,5
60,5	59,7	57,1	56,8	54,3	57,7

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Cuadro 11***Valores de ruido en el horario de 14:00 – 16:00 h.*

RI1	RI2	RI3	RI4	RI5	Rlp2
57,6	63,8	53,1	58,8	55,4	57,7
55,3	58,8	54,8	55,9	54,8	55,9
56,2	62,3	55,8	55,7	52,8	56,6
60,1	58,8	61,1	55,9	53,8	57,9
59,7	63,5	55,8	58,7	53,4	58,2
59,5	58,8	55,2	59,3	54,2	57,4
55,4	55,4	54,5	58,7	52,4	55,3
59,1	57,1	55,7	59,3	54,6	57,2
60,2	60,2	57,1	58,7	52,4	57,7
58,2	57,7	58,4	59,1	53,7	57,4
61,2	59,7	53,2	54,8	53,1	56,4
58,3	56,7	53,8	59,1	52,7	56,1
61,4	58,9	55,8	54,7	53,9	56,9
57,8	61,3	56,6	53,8	51,6	56,2
60,1	60,2	53,1	57,9	53,1	56,9
61,4	62,5	51,6	59,9	54,6	58,0
60,3	58,9	56,6	57,8	56,5	58,0
58,7	63,6	53,4	55,8	54,5	57,2
56,7	58,8	56,8	56,4	55,5	56,8
60,2	55,5	53,4	60,7	52,9	56,5
55,5	57,1	56,5	61,1	54,5	56,9
57,3	60,2	56,2	59,6	55,1	57,7
59,4	57,7	54,8	58,2	54,4	56,9
56,2	59,7	57,4	55,1	53,7	56,4
60,3	56,7	60,3	56,5	53,2	57,4
58,5	58,8	53,8	59,2	53,5	56,8
57,2	56,9	52,1	60,1	52,7	55,8
59,1	60,2	56,4	56,8	52,5	57,0
60,6	62,4	59,6	56,3	52,8	58,3
56,7	58,9	57,1	56,8	54,7	56,8
57,3	63,6	53,6	57,1	57,1	57,7
60,2	58,8	55,1	60,1	55,4	57,9
58,8	55,5	56,2	63,1	56,5	58,0
61,1	57,1	56,7	60,4	51,8	57,4
56,6	60,4	53,5	59,7	53,6	56,8
59,8	59,7	59,1	56,8	53,8	57,8
56,2	61,2	54,3	60,3	50,5	56,5
55,8	60,4	60,3	58,4	55,2	58,0
61,2	58,6	59,1	58,1	50,7	57,5
57,3	59,7	57,2	56,7	54,2	57,0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

A partir de los datos de los Cuadros 10 y 11, se efectúa el cálculo estadístico utilizando los valores de las columnas Rlp1 y Rlp2, empleando el Software MINITAB 18, cuyos resúmenes se presenta en las Figuras 26 y 27. En cada Figura se muestra la estadística descriptiva principal como la media, moda, percentiles, prueba de probabilidad normal, desviación estándar, que son importantes para el análisis posterior en forma adecuada y segura.

### Valores estadísticos en el horario de 07:00 – 09:00 h.

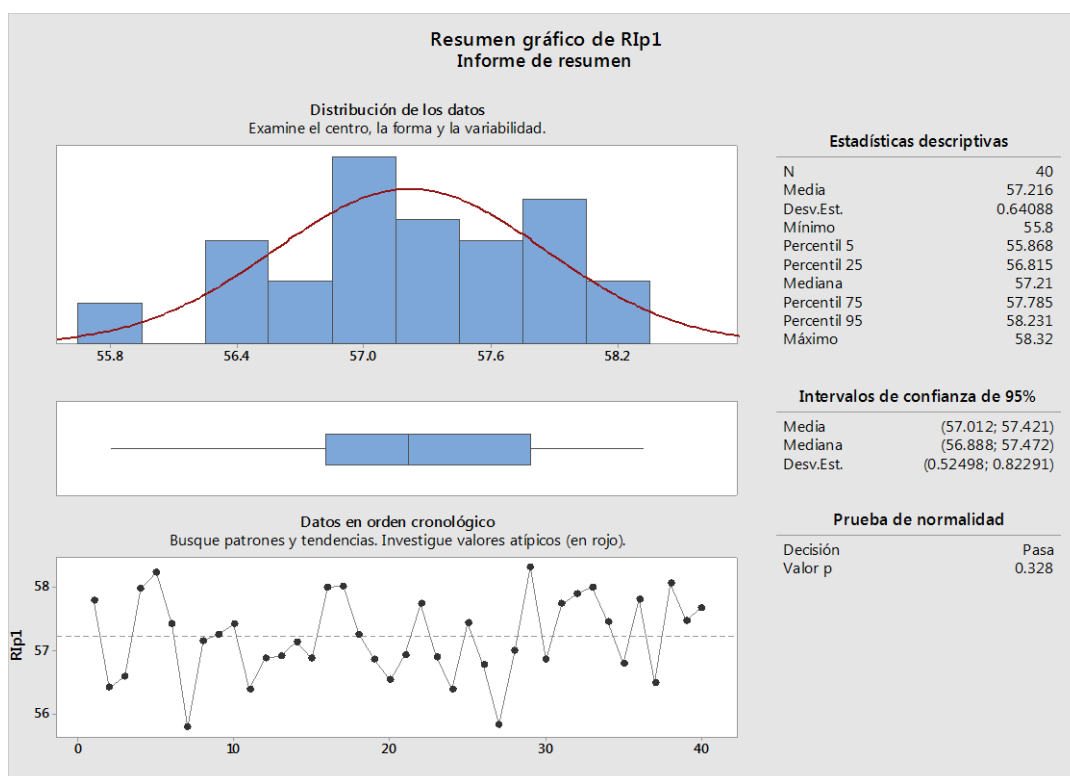


Figura 26. Cálculo estadístico del punto Rlp1 promedio.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

## Valores estadísticos en el horario de 14:00 – 16:00 h.

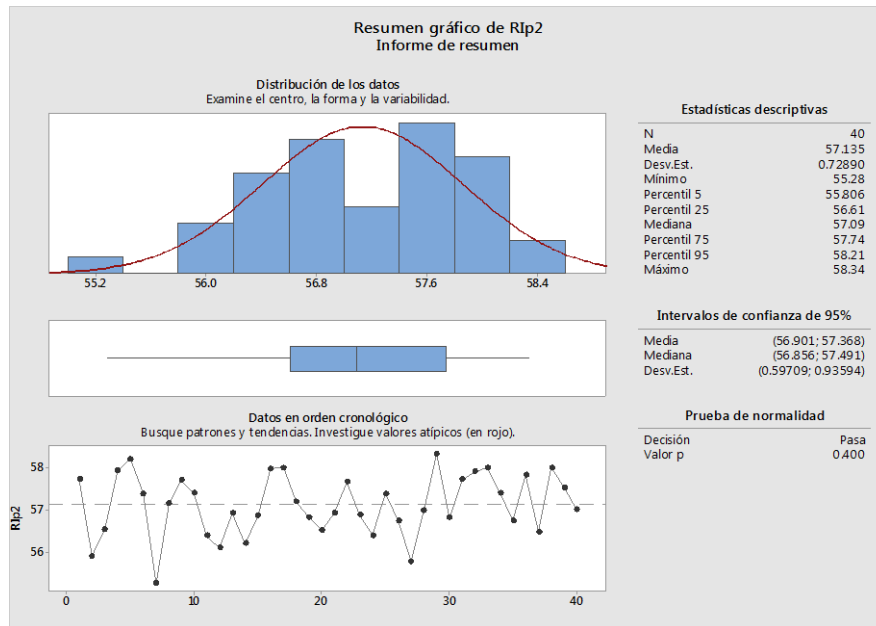


Figura 27. Cálculo estadístico del punto Rlp2 promedio.  
Fuente: Elaboración propia, 2018.

A partir de los datos anteriores con la utilización del software Statgraphics Centurion XVII, se obtiene los valores que se muestra en el Cuadro 12.

### Cuadro 12

#### Valores de ruido promedio

Punto	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	LAeq	Desv. Est.
7:00-9:00 h							
<b>Rlp1</b>	55,3	58,3	56,4	57,25	58	<b>57</b>	0,673
14:00-16:00 h							
<b>Rlp2</b>	55,3	58,3	56,15	57,1	58	<b>57</b>	0,721

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En concordancia del ECA de ruido, se puede observar que los valores de los indicadores del nivel de presión sonora L<sub>10</sub>, L<sub>90</sub> y LAeq son superiores al valor de ruido de 50 dBA y que es superado en 7 dBA en relación al valor promedio aritmético de 57 dBA, el cual no cumple con el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM publicado el 30 de octubre de 2003. Los valores obtenidos para los puntos Rlp1 y Rlp2 ubicados en la zona de estudio pasan la prueba de normalidad por el método de Anderson-Darlin, lo que indica la confiabilidad de dichos resultados

obtenidos. En esta primera parte queda demostrado que existe ya contaminación acústica que es provocada por el tráfico vehicular que circula por la Av. Cusco en las aulas de la Facultad de Ingeniería (Ing. Metalúrgica, Mecánica, Química e Ing. En Informática y Sistemas), Arquitectura, Artes, Ing. Geológica Geotecnia, Facultad de Ciencias (Física aplicada, biología-microbiología y matemática).

## 5.2. Estudio subjetivo del efecto del ruido vehicular

Para evaluar la parte subjetiva del presente trabajo, se efectuó una encuesta (ver Anexo I) teniendo como instrumento el cuestionario aplicado en forma aleatoria a los estudiantes de la facultad de ciencias (matemática, física aplicada y biología-microbiología), arquitectura, artes, ingeniería metalúrgica, mecánica, química e informática y sistemas. Por tanto, se trata de una muestra estratificada, la cual se muestra el Cuadro 13.

### Cuadro 13

*Muestra estratificada de estudiantes a encuestarse.*

Estratos	SN	SN/N	(SN/N)*nt	Sn	%
Biología y Microbiología	222	0,1354	11,506	12	13,8
Física Aplicada	55	0,0335	2,851	3	03,4
Matemática	78	0,0476	4,043	4	04,6
Arquitectura	305	0,1860	15,808	16	18,4
Artes	111	0,0677	5,753	6	06,9
Ing. Metalúrgica	222	0,1354	11,506	12	13,8
Ing. Mecánica	226	0,1378	11,713	12	13,8
Ing. Química	149	0,0909	7,723	8	09,2
Ing. Informática y Sistemas	272	0,1659	14,098	14	16,1
<b>nt</b>	<b>85</b>			<b>87</b>	
<b>N</b>	<b>1640</b>				

Fuente: Elaboración propia

Luego la muestra queda en  $n = 87$  estudiantes a encuestarse.

**Pregunta 1:** ¿Cuál es su edad?

**Objetivo:** Conocer la edad de los estudiantes de la muestra a ser encuestados.

El resultado se muestra en Cuadro 14 y la Figura 28.

## Cuadro 14

*Edad de estudiantes encuestados.*

Edad (años)	N° Estudiantes	Porcentaje %
19	15	17
20	12	14
21	11	13
22	13	15
23	14	16
24	14	16
25	8	9
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 1, 2018

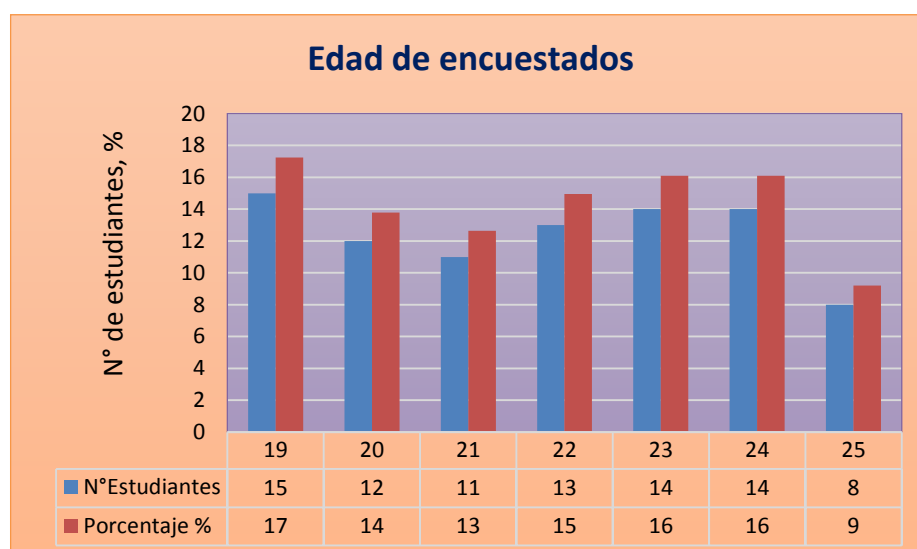


Figura 28. Resultados de la pregunta 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Los estudiantes encuestados tienen una edad que oscila entre 19 y 25 años, entendiéndose que todos son mayores de edad y que son totalmente responsables de sus respuestas y su percepción sobre la contaminación acústica proveniente de la fuente lineal o tráfico vehicular.

**Pregunta 2:** Indique su género

**Objetivo:** Conocer el género de los estudiantes de la muestra a ser encuestados.

El resultado se muestra en Cuadro 15 y la Figura 29.

## Cuadro 15

*Género de los estudiantes encuestados.*

Género	Cantidad	Porcentaje %
Hombre	61	70,11
Mujer	26	29,89
Total	87	100,00

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 2, 2018

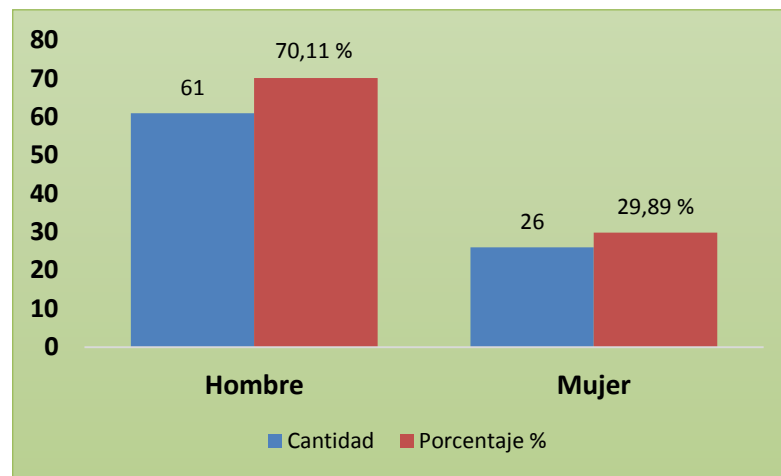


Figura 29. Resultados de la pregunta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se puede ver que la muestra está compuesta por 70,11 % de varones y del 29,89 % de mujeres, entendiéndose que hay escuelas donde no hay estudiantes mujeres como en mecánica y pocas en carreras de ingeniería, etc.

**Pregunta 3:** ¿Hace cuánto tiempo aproximadamente que recibe clases y estudios en este edificio?

**Objetivo:** Conocer cuánto tiempo vienen recibiendo clases en las aulas de los edificios que se encuentran frente a la Av. Cusco de la muestra a ser encuestados. El resultado se muestra en Cuadro 16 y la Figura 30.

## Cuadro 16

*Tiempo de estudio en la zona de estudio.*

Tiempo en meses	Cantidad	Porcentaje %
32	19	21,84
42	23	26,44
54	18	20,69
56	12	13,79
59	10	11,49
70	3	3,45
81	2	2,30
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 3, 2018

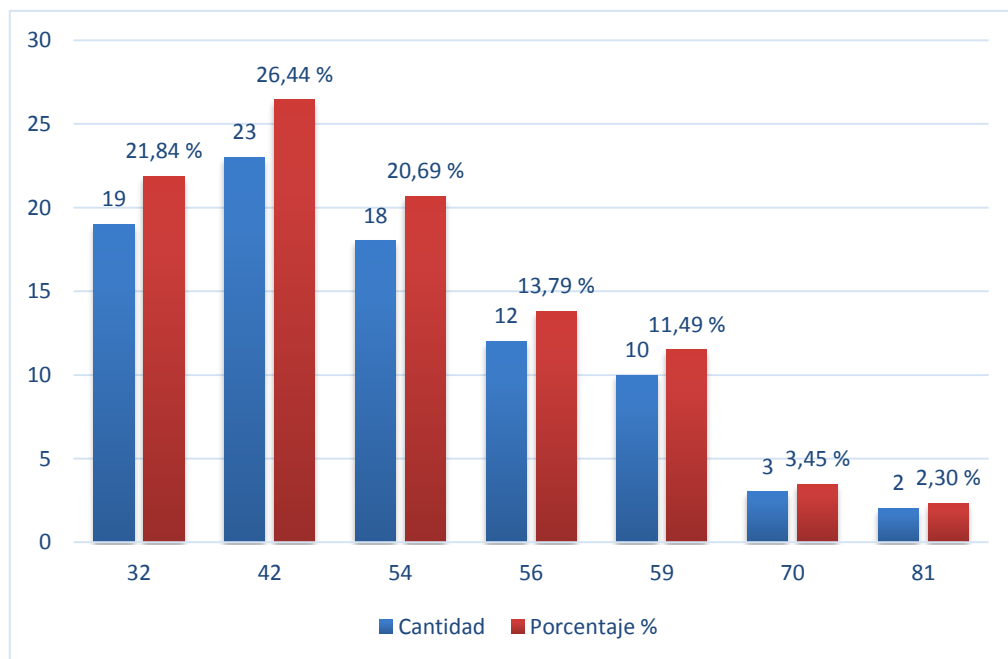


Figura 30. Resultados de la pregunta 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se puede ver que la muestra está compuesta por estudiantes que vienen recibiendo clases en las aulas universitarias de la zona de estudio oscila entre 32 a 81 meses con un mayor porcentaje de 26,44 % correspondiente a un tiempo de 42 meses.

Este resultado confirma que los encuestados ya tienen un grado adecuado de avance en cada una de sus carreras y por tanto en capacidad de poder tener un adecuado conocimiento de la contaminación acústica.

**Pregunta 4:** ¿En qué programa o carrera está matriculado (a)?

**Objetivo:** Conocer en que programas están matriculados los estudiantes que reciben clases en las aulas de los edificios que se encuentran frente a la Av. Cusco de la muestra a ser encuestados. El resultado se muestra en Cuadro 17 y la Figura 31.

**Cuadro 17**

*Estudiantes matriculados a encuestarse.*

Programa	Hombres	Mujeres	4° Ciclo	6° Ciclo	8° Ciclo
Biología y Microbiología	4	8	1	6	5
Física Aplicada	3	0	1	1	1
Matemática	3	1	0	2	2
Arquitectura	3	13	7	5	4
Artes	2	4	3	3	0
Ing. Metalúrgica	9	3	3	4	5
Ing. Química	5	3	3	3	2
Ing. Mecánica	12	0	4	5	3
Ing. Informática y Sistemas	10	4	3	6	5

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 4, 2018.

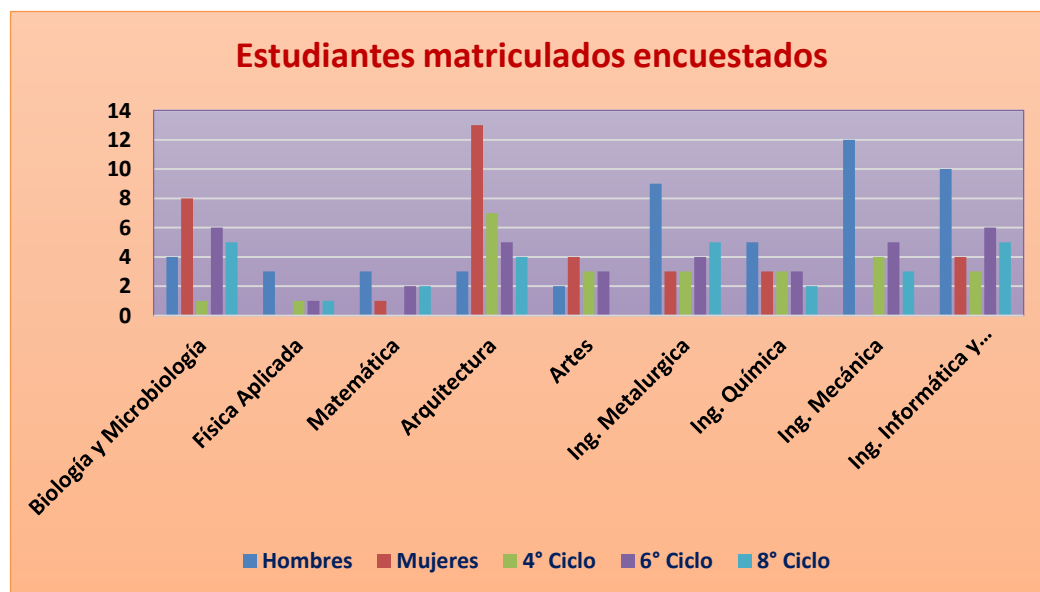


Figura 31. Resultados de la pregunta 4.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ **Análisis e interpretación de resultados**

Los estudiantes encuestados pertenecen al cuarto, sexto y octavo ciclo del año académico 2018.

Este resultado como en la pregunta anterior, indica que los encuestados ya tienen un grado adecuado de avance en cada una de sus carreras y por tanto en capacidad de poder tener una adecuada calificación subjetiva de la contaminación acústica, actuante en la zona de estudio.

**Pregunta 5:** En general durante los últimos 30 días ¿Qué grado de molestias físicas o de dolor ha tenido causado por el ruido vehicular?

**Objetivo:** Conocer el grado de molestia y dolor en los estudiantes que reciben clases en las aulas de los edificios que se encuentran frente a la Av. Cusco de la muestra a ser encuestados. El resultado se muestra en Cuadro 18 y la Figura 32.

### **Cuadro 18**

*Grado de molestia y dolor en los estudiantes.*

<b>Alternativas</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Molestia y dolor, %</b>
Ninguno	10	<b>11,5</b>
Poco	19	<b>21,8</b>
Moderado	30	<b>34,5</b>
Mucho	20	<b>23,0</b>
Demasiado	8	<b>9,2</b>

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 5, 2018.

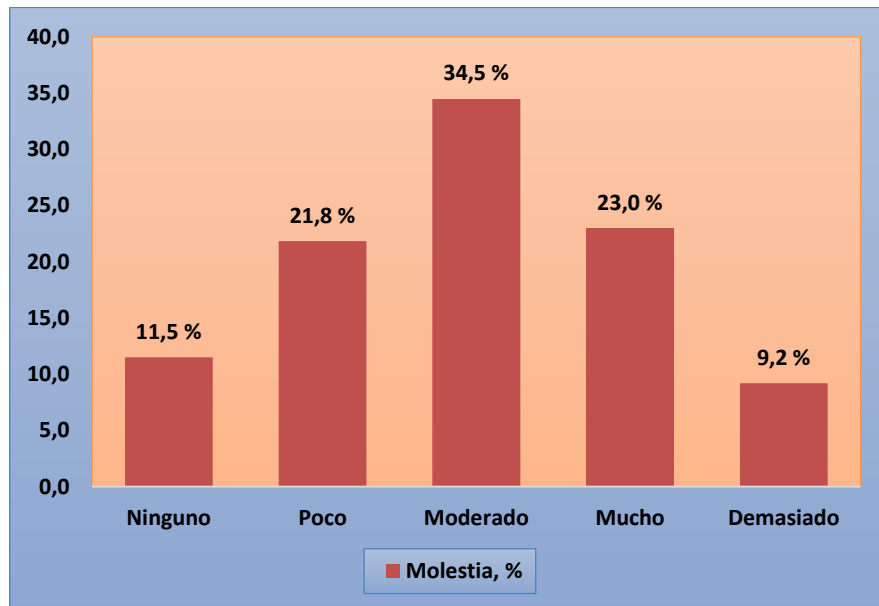


Figura 32. Resultados de la pregunta 5.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se puede observar que hay un 66,7 % de estudiantes que les causa molestia y dolor el ruido del tráfico vehicular, debiendo indicarse que en estos cálculos no se ha considerado el ruido de la bocina que emite el Autovagón que circula por el ferrocarril Tacna-Arica, el cual supera los 75 dBA en el interior de las aulas, el cual causa una gran molestia y que es grave aun cuando es temporal (5 minutos aproximadamente) siendo generalmente 6 veces diarias que hace su paso frente a la zona de estudio. Es preocupante que ya exista un 9,2 % que manifiesta que demasiado le molesta y le produce dolor el ruido del tráfico vehicular.

**Pregunta 6:** En general durante los últimos 30 días ¿Qué grado de dificultad ha tenido para concentrarse durante la clase o rendir un examen, percibiendo ruido vehicular?

**Objetivo:** Conocer el grado de dificultad que han tenido en concentrarse en la clase o rendir examen en este ambiente ruidoso, los estudiantes que reciben clases en las aulas de los edificios que se encuentran frente a la Av. Cusco, de

la muestra a ser encuestados. El resultado se muestra en Cuadro 18 y la Figura 33.

### Cuadro 19

*Dificultad de concentración en clase o examen.*

Alternativas	Encuestados	Concentración, %
Ninguno	4	4,6
Poco	24	27,6
Moderado	38	43,7
Mucho	15	17,2
Demasiado	6	6,9

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 6, 2018.

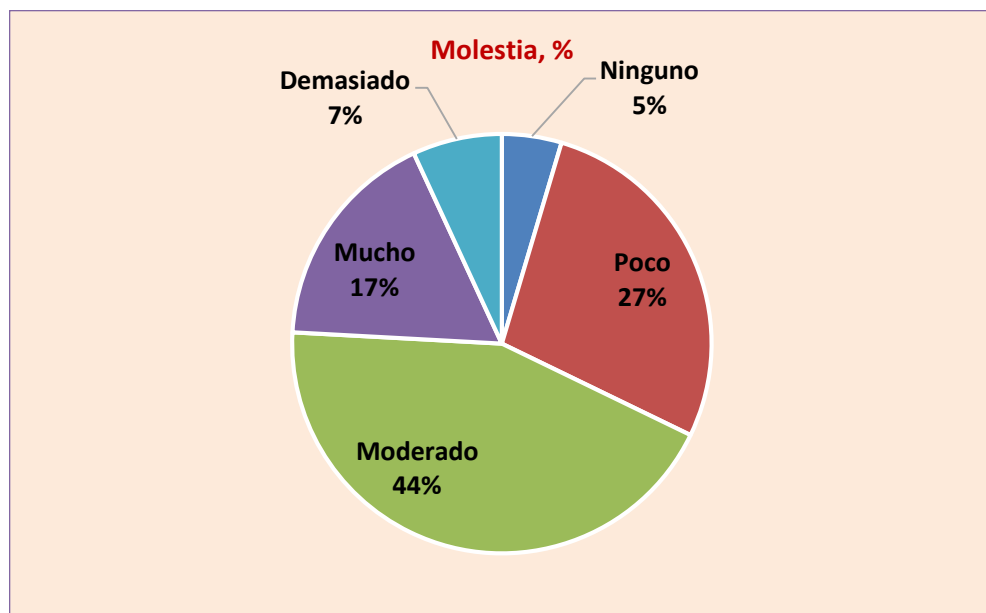


Figura 33. Resultados de la pregunta 6.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se puede observar que hay un 68 % de estudiantes manifiestan que el ruido del tráfico vehicular, influye de alguna manera en tener una adecuada concentración en las clases o cuando están rindiendo un examen.

Se puede inferir, que el ruido del tráfico vehicular constante, todos los días va causando o aumentando alguna disfunción biológica que ya se hace necesario determinar en los estudiantes, tal como vienen haciendo en otros países.

**Pregunta 7:** ¿Cree usted que el ruido vehicular percibido en aulas, está afectando su rendimiento académico?

**Objetivo:** Conocer cuánto creen los estudiantes que reciben clases en las aulas de los edificios que se encuentran frente a la Av. Cusco de la muestra a ser encuestados, les está afectando su rendimiento académico. El resultado se muestra en Cuadro 20 y la Figura 34.

**Cuadro 20**

*Efecto sobre el rendimiento académico.*

Alternativas	Encuestados	Rendimiento Académico, %
Ninguno	5	05,7
Poco	26	29,9
Moderado	38	43,7
Mucho	16	18,4
Demasiado	2	02,3

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 7, 2018.

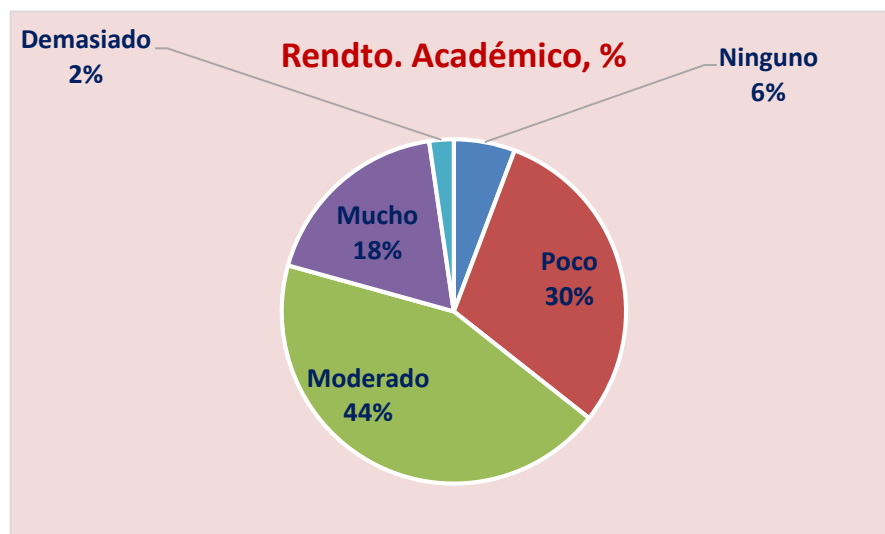


Figura 34. Resultados de la pregunta 7.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se puede observar que hay un 64 % de estudiantes ponen de manifiesto, que el ruido del tráfico vehicular, está influyendo negativamente en su rendimiento académico. Se puede interpretar, que el ruido del tráfico vehicular constante, todos los días va incrementando situaciones psicológicas en el estudiante, como el estrés, influya negativamente en el rendimiento académico.

Surge entonces la necesidad de implementar un estudio más profundo, en cuanto se pueda determinar, a qué causas se está debiendo el demasiado número de estudiantes desaprobados o con bajas calificaciones.

**Pregunta 8:** En los últimos 6 meses, cuando usted está en el aula de clase, ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido del tráfico vehicular?

**Objetivo:** Conocer cuánto creen los estudiantes que, en términos generales, el ruido del tráfico vehicular generado en la Av. Cusco, les molesta en el aula de clase. El resultado se muestra en Cuadro 21 y la Figura 35.

### Cuadro 21

*Molestia por ruido de tráfico vehicular.*

Alternativas	Encuestados	Molestia, %
Absolutamente nada	7	8
Levemente	24	28
Medianamente	40	46
Demasiado	16	18
Extremadamente	0	0

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 8, 2018.

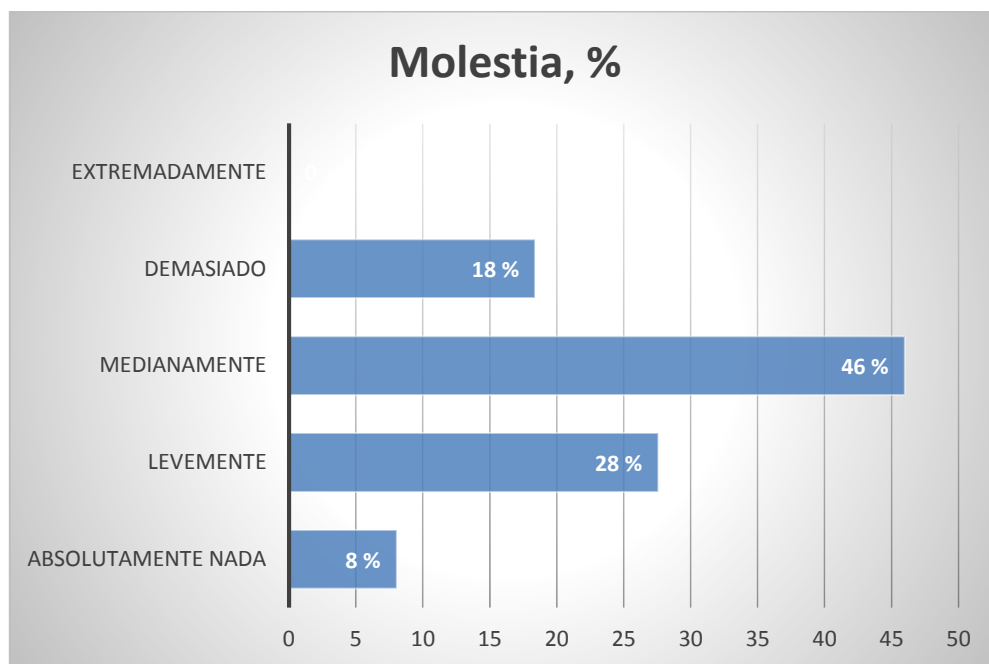


Figura 35. Resultados de la pregunta 8.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se observa que el 64 % de los estudiantes encuestados manifiestan que les molesta el ruido del tráfico vehicular, lo cual lleva a tomar ya medidas de mitigación de este tipo de contaminación, para que no se tenga que lamentar más tarde. Esta situación debe ser ya de preocupación de las autoridades universitarias y gubernamentales.

**Pregunta 9:** Respecto al ruido vehicular, indique el horario en que se produce la molestia.

**Objetivo:** Conocer en que horario los estudiantes creen que les molesta el ruido del tráfico vehicular generado en la Av. Cusco. El resultado se muestra en Cuadro 22 y la Figura 36.

## Cuadro 22

*Molestia por ruido de tráfico vehicular por horario.*

Alternativas	Encuestados	Horario Molestia, %
De 07:00 h a 11:00 h	25	29
De 11:00 h a 16:00 h	30	34
De 16:00 h a 20:00 h	25	29
De 20:00 h a 22:00 h	7	8

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 9, 2018.

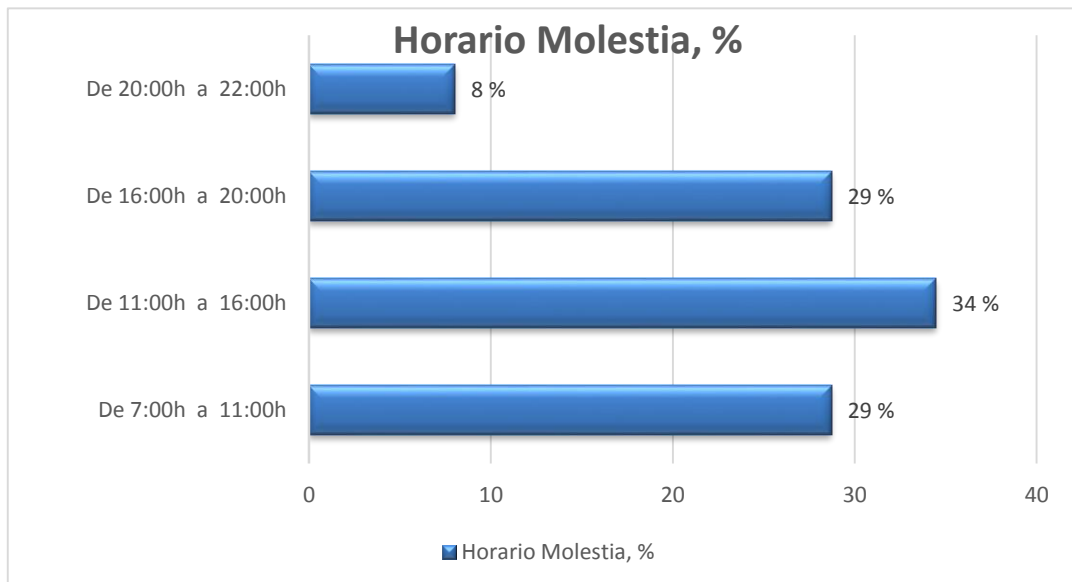


Figura 36. Resultados de la pregunta 9.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

Se observa que estos resultados guardan relación con la medición del ruido, en tanto que los porcentajes oscilan entre el horario de 7:00 h a 20:00 h, entre 29 % en el primer horario, 34 % en el segundo horario y 29 % en el tercer horario, dando lugar a concluir que es necesario mitigar esta contaminación acústica que seguirá aumentando con el tiempo.

**Pregunta 10:** ¿Está usted de acuerdo que las autoridades universitarias inicien un programa de aislamiento acústico de la ciudad universitaria Los Granados?

**Objetivo:** Conocer si los estudiantes creen que las autoridades universitarias deben iniciar la mitigación de ruido del tráfico vehicular generado en todo el perímetro de la ciudad universitaria Los Granados de la UNJBG. El resultado se muestra en Cuadro 23 y la Figura 37.

### Cuadro 23

*Aislamiento acústico de la C.U. Los Granados.*

Alternativas	Encuestados	Aislamiento acústico, %
No de acuerdo	2	2
Poco de acuerdo	12	14
De acuerdo	25	29
Muy de acuerdo	34	39
Totalmente de acuerdo	14	16

Fuente: Elaboración propia de la pregunta 10, 2018.

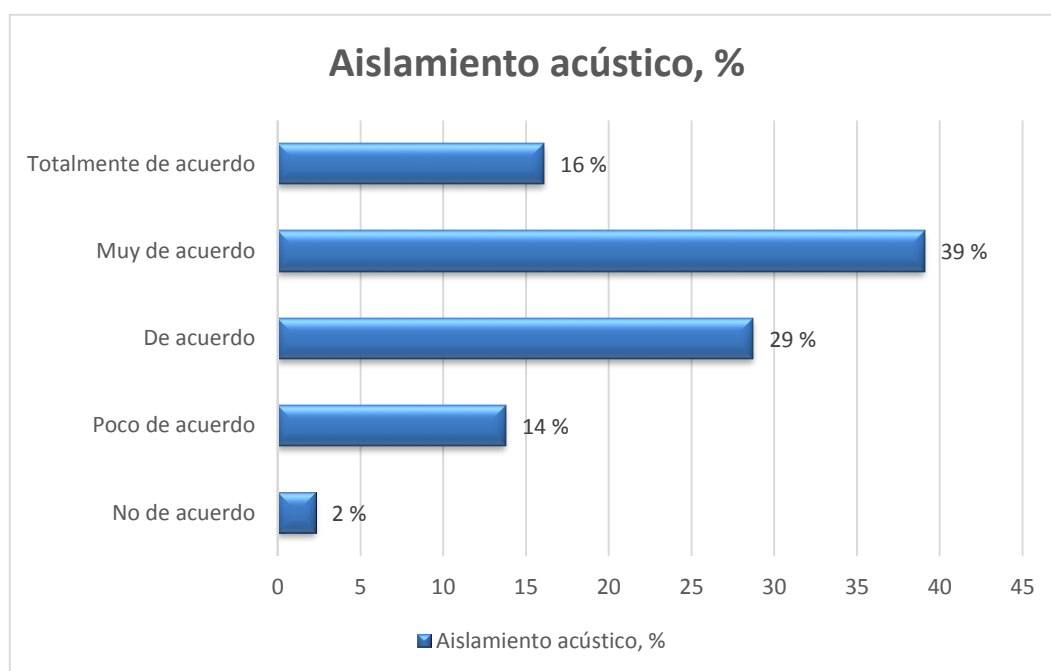


Figura 37. Resultados de la pregunta 10.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### ➤ Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados de la pregunta 10, se observa que el 84 % manifiestan que están de acuerdo en que las autoridades generen un proyecto

de aislamiento acústico de la ciudad universitaria, debido a que ha quedado circundada por los tres flancos de avenidas que seguirán aumentando el flujo de vehículos, con un consecuente incremento del ruido ambiental. Con ello, aumentara la molestia de los estudiantes con sus consecuentes efectos negativos a su salud.

### 5.3. Análisis general del estudio

En general, el presente estudio se resume en el diagrama de la Figura 38, en el que ha quedado demostrado que existe contaminación acústica generada por el tráfico vehicular incumpliendo el DS N° 085-2003-PCM, el cual genera molestia e influye en el rendimiento académico de los estudiantes y las demás influencias a la salud, reconocidas por la OMS.

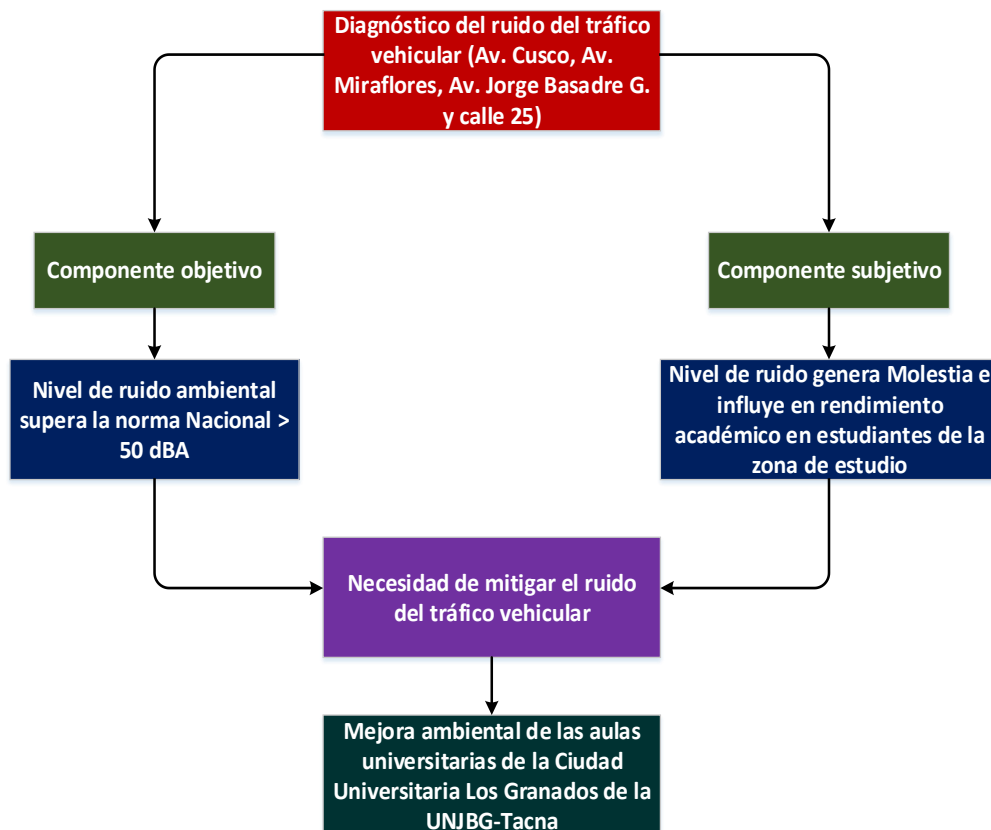


Figura 38. Esquema general del diagnóstico de ruido vehicular en la C.U. Los Granados. Fuente: Elaboración propia, 2018.

#### 5.4. Propuesta de acciones de mitigación

Un rápido recorrido por zona de estudio, se ve que los edificios de aulas han sido construidos sin cumplir ninguna norma ambiental que pueda minimizar el impacto de la contaminación acústica, que hoy viene convirtiéndose en un serio problema, que se tiene que empezar a buscar formas de mitigar el ruido ambiental causado principalmente por el tráfico vehicular (Figura 39).



*Figura 39.* Edificios de aulas en la zona de estudio de la C.U. Los Granados.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Ante los resultados obtenidos en el presente estudio objetivo y subjetivo, se ha encontrado que existe contaminación acústica, teniendo como fuente principal lineal el tráfico vehicular que circula por las arterias que circundan a la ciudad universitaria Los Granados y la zona de estudio, se debe necesariamente generar un plan de acciones que conlleven a mitigar la molestia y el impacto sobre el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. En el mundo existe implementado muchas formas de mitigar el ruido por tráfico vehicular en vías o carreteras y lo ideal sería construir una barrera acústica en todo el perímetro de la ciudad universitaria, pero en el corto plazo no sería posible por el alto costo que esta forma requiere, y por el inconveniente que tiene el denominado efecto sombra, tal como se muestra en la Figura 40.

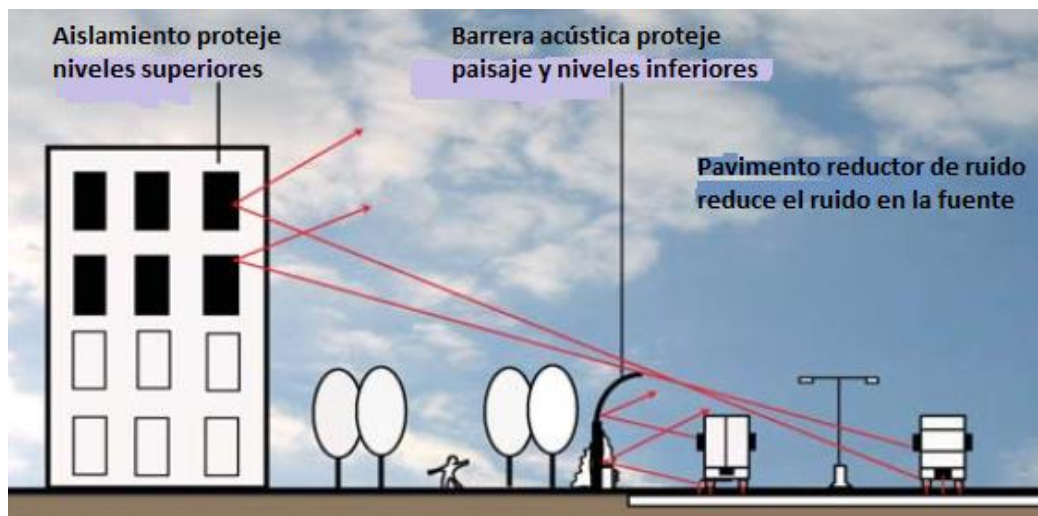


Figura 40. Reducción de ruido compuesto, adaptado de Kotzen and English, 2009.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Primera acción.** Solicitar a la autoridad municipal o regional para que cambie la carpeta asfáltica, la cual sea diseñada con las medidas internacionales que reúna la condición de pavimento silencioso como el Tipo PA-12 con granulometría más abierta de 10 -15 % -malla 2,5 mm. Esta mitigación si es posible conseguir en el corto-mediano plazo. Por otro lado, esta acción se sustenta en la Ley General del Ambiente N° 28611, en su artículo 115°, numeral 115.2, manifiesta que: “Los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA”. De acuerdo con estas normas legales se puede concluir que la fiscalización del ruido ambiental urbano es exclusiva de las municipalidades distritales y provinciales. La intervención de DIGESA y de sus dependencias a nivel nacional, en muchos casos es de apoyo en aquellas municipalidades que no cuenten con equipo de medición. El INDECOPI actualmente realiza las funciones de calibración de sonómetros de manera directa y a través de terceros, y ha puesto a disposición normas técnicas de medición de ruido ambiental como son las normas:

- ISO 1996-1:2007: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

- ISO 1996-2:2007: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

**Segunda acción.** Otra forma de mitigación es que la autoridad municipal haga cumplir en todos sus extremos el Decreto Supremo N°058-2003-MTC en la cual todas las categorías deben contar con silenciadores, de modo que, cumplan con la normatividad nacional vigente y por otro lado, implementar un nuevo sistema de ordenamiento del tráfico vehicular urbano.

**Tercera acción.** La autoridad universitaria, en su plan de mejora debe incluir el cambio de ventanas simples por ventanas acústicas, de modo que en las aulas el ruido no sea más de 30 dBA como lo recomienda la OMS.

## **5.5. Contratación de hipótesis**

### **5.5.1. Contratación de la hipótesis principal**

“El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados”.

**Ho** = El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados

**Ha** = El diagnóstico del ruido vehicular no permitirá determinar el efecto sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados.

En concordancia a los resultados obtenidos en el diagnóstico donde el ruido vehicular si afecta el proceso enseñanza aprendizaje en la C.U. Los Granados, se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

### 5.5.2. Contrastación de la hipótesis secundarias

“El diagnóstico del nivel de contaminación sonora permitirá determinar el nivel de ruido externo e interno en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias”.

**Ho'** = El diagnóstico del nivel de contaminación sonora permitirá determinar el nivel de ruido externo e interno en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.

**Ha'** = El diagnóstico del nivel de contaminación sonora no permitirá determinar el nivel de ruido externo e interno en las aulas de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.

En concordancia con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

“El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto negativo sobre el rendimiento académico y el grado de molestia de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados”.

**Ho''** = El diagnóstico del ruido vehicular permitirá determinar el efecto negativo sobre el rendimiento académico y el grado de molestia de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados.

**Ha''** = El diagnóstico del ruido vehicular no permitirá determinar el efecto negativo sobre el rendimiento académico y el grado de molestia de los estudiantes en la ciudad universitaria Los Granados.

En concordancia con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

“El diagnóstico del ruido vehicular permitirá proponer acciones de mitigación de este tipo de contaminación atmosférica en las aulas de Ingeniería Arquitectura y Ciencias en la ciudad universitaria Los Granados”.

**H<sub>0</sub>''** = El diagnóstico del ruido vehicular permitirá proponer acciones de mitigación de este tipo de contaminación atmosférica en las aulas de Ingeniería Arquitectura y Ciencias en la ciudad universitaria Los Granados.

**H<sub>a</sub>''** = El diagnóstico del ruido vehicular no permitirá proponer acciones de mitigación de este tipo de contaminación atmosférica en las aulas de Ingeniería Arquitectura y Ciencias en la ciudad universitaria Los Granados.

En concordancia con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN

El presente estudio ha revelado mediante los resultados obtenidos, que existe ya una importante contaminación acústica en la zona de estudio y por ende de la ciudad universitaria Los Granados de la UNJBG. El motivo de esta condición ambiental desfavorable, es debida en gran parte, por la considerable densidad de flujo de vehículos livianos y pesados por las avenidas Cusco, Miraflores y Jorge Basadre. En la Av. Cusco, en promedio supera los 77 dBA al exterior del muro de la universidad y en la parte interna, zona de estudio, en promedio supera los 57 dBA, sin considerar el ruido ocasionado por el paso del Autovagón ferroviario Tacna-Arica.

En lo referente a mitigación para proteger a los estudiantes (docentes y personal no docente), este estudio de investigación no experimental concuerda con lo que expresa Abad T. et al (2010)

Para proteger a las personas contra los efectos del ruido producido por el tráfico, cabe actuar en varios frentes, con medidas en general, no mutuamente excluyentes. Los frentes de actuación pueden ser:

- Reducir el ruido en la fuente, es decir, en los propios vehículos.
- Adoptar medidas ya en la fase de planeamiento y proyecto de la carretera o vía urbana o suburbana.
- Adoptar medidas de explotación que disminuyan la “agresión ruidosa”.
- Actuar en los propios edificios mejorando su aislamiento frente al ruido.
- Instalar o construir estructuras antirruído que eviten la propagación del ruido entre carretera y edificios.

También es comparable con los resultados obtenidos por Mahmoud F. et al (2014), en su estudio titulado “*Study of Environmental Noise Pollution in the*

*University of Dammam Campus*” reportan que el nivel medio de ruido fuera de las paredes del campus de la *University of Dammam* fue de 64,4 dB, mientras que, dentro del propio campus, el nivel promedio fue de 61,4 dB. Ambos valores son mayores que el valor de referencia exterior (55 dB). Ellos reportan también que los niveles de ruido en interiores oscilaron entre 54,9 dB dentro del edificio Community Service College y 60,7 dB dentro del edificio de Architecture College, e indican que estos niveles también son mucho más altos que el valor de referencia interior (35 dB). Esto significa que los ocupantes de la *University of Dammam* pueden verse gravemente afectados debido a su exposición a largo plazo a estos altos niveles de ruido ambiental.

La OEFA (2011) realizó un monitoreo de ruido en Tacna. Se comparó los niveles de ruido encontrados con el valor estándar nacional establecido para zonas mixtas (residencial-comercial), que de acuerdo al horario de la medición debe ser menor a 60 dB. Los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo en 24 puntos en la provincia de Tacna se encuentran entre 63,3 dB y 79,4 dB.

La contaminación acústica encontrada en el ámbito de estudio está en estrecha correlación con la percepción de los estudiantes universitarios quienes ponen de manifiesto un efecto negativo en la enseñanza-aprendizaje, medido a través del indicador rendimiento académico.

En definitiva, los resultados obtenidos en este estudio guarda relación con muchos estudios realizados en diversas universidades del Perú y del mundo, por lo tanto, son consistentes y aceptables.

## CONCLUSIONES

1. Se ha logrado revelar que existe un considerable nivel de contaminación sonora en la ciudad universitaria Los Granados, estableciéndose como zona de estudio los edificios de aulas de las facultades de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura, encontrándose que soporta un nivel de presión sonora LeqA de 57 dB que es mayor a los 50 dBA que indica el DS N° 085-2003-PCM, y en interior de las aulas varía de 38 a 45 dBA en promedio que es superior a 30 dBA que indica la OMS.
2. El monitoreo de ruido exterior realizado en la Av. Cusco se ha encontrado un LeqA de 77 dB mayor a 50 dB en promedio en el horario diurno que correlaciona con el grado de molestia en dicho horario en un 92 % de los estudiantes de la zona en estudio.
3. El efecto negativo en el rendimiento académico se ha encontrado que es de 64 % de los estudiantes debido a la exposición diaria al ruido del tráfico vehicular y el 68 % manifiestan que les afecta en la concentración en clases y exámenes.
4. Los resultados obtenidos del estudio objetivo y subjetivo del ruido por tráfico vehicular han permitido sugerir acciones que permita mitigar este tipo de contaminación.

## **RECOMENDACIONES**

1. Recomendar al señor alcalde provincial cambiar el pavimento adecuado a normas internacionales en todas las avenidas que circundan a la ciudad universitaria Los Granados de la UNJBG.
2. Recomendar al alcalde provincial revisar la ordenanza sobre ruido ambiental y hacer cumplir que todos los vehículos usen silenciador y estar al día con la revisión técnica, así como el reordenamiento del servicio urbano.
3. Recomendar al Rector de la UNJBG realizar las acciones pertinentes para mitigar esta contaminación acústica con el cambio de ventanas acústicas en el plan de mejora de la infraestructura.
4. Recomendar a la dirección de bienestar universitario realizar un estudio referido al daño que puedan estar sufriendo los estudiantes, docentes y personal no docente al estar expuestos a la contaminación acústica generado por el tráfico vehicular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Libros

- Acosta, G. y Herz, M. (2010). *Identificación y evaluación de indicadores de calidad en terminales de transporte automotor de pasajeros*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Barti D, R. (2010). *Acústica ambiental Vol.I. Editorial Club Universitario*. España.
- Hernández S, R. Fernández C, C. Baptista L, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education. 6<sup>to</sup> Edición. Impreso en México.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). (2007). NTP-ISO 1996-1. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). (2008). NTP-ISO 1996-2. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Kerlinger, F. N. (1988). *Investigación del comportamiento*, 2<sup>a</sup>. ed. México: McGraw-Hill.
- Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales* (4<sup>a</sup> ed.). México: McGraw-Hill.
- Kiely, G. (2003). *Ingeniería Ambiental*. Editorial Nomos S.A. Impreso en Colombia.
- Kotzen, B. English, C. (2009). *Environmental noise barriers. A guide to their acoustic and visual design*. Second edition. Editado y publicado por Taylor & Francis. New York. USA.

- Moreno R, J.N. (1990). *Introducción al control de ruido*. Editado por: Brüel & Kjaer.
- Nilsson. M.E. Bengtsson, J. Klæboe, R. (2015). *Environmental Methods for Transport Noise Reduction*. Editado por: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- PCM (2003). Presidencia del Consejo de Ministros. DS N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental para ruido. Lima.
- SEP (Secretaría de Educación Pública). (2016). Metodología de la Investigación científica. Impreso en México.
- Wang, L.K. Pereira, N.C. Hung, Y. (2004). *Advanced Air and Noise Pollution Control*. Editado por: HUMANA PRESS, Totowa, New Jersey.

### **Webgrafía**

- Abad T, L. Magro A, R. Moreno B, M. Serrano P, M. (2010). *Diseño de una maqueta para medidas de la atenuación del ruido de tráfico rodado mediante pantallas acústicas*. Recuperado de [http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD10\\_003.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD10_003.pdf)
- Arias M, M. Navarro C, M. (2017). *Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica*. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v17n3/1409-4703-aie-17-03-00774.pdf>
- Baca B, W. Seminario C, S. (2012). *Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1327/BACA\\_WILLIAM\\_Y\\_SEMINARIO\\_SAUL\\_IMPACTO\\_SONORO.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1327/BACA_WILLIAM_Y_SEMINARIO_SAUL_IMPACTO_SONORO.pdf?sequence=1)

- Cesit.(2014). *Environmental Acoustics*. Recuperado de [http://www.cesit.net/wp-content/uploads/2014/07/CESIT\\_ENVIRONMENTAL\\_ACOUSTICS\\_LR\\_W\\_ENG.pdf](http://www.cesit.net/wp-content/uploads/2014/07/CESIT_ENVIRONMENTAL_ACOUSTICS_LR_W_ENG.pdf)
- Chávez M, J.R. (2004). *Ruido: Efectos sobre la salud y criterio de su evaluación al interior de recintos*. Recuperado de [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/3.\\_Contaminacion\\_Fisica/3\\_ruidoefectos.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/3._Contaminacion_Fisica/3_ruidoefectos.pdf)
- DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_1957.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1957.pdf)
- El-Sharkawy, M. F. Alsubaie, A. S. R. (2014). *Study of Environmental Noise Pollution in the University of Dammam Campus*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Mahmoud\\_Elsharkawy2/publication/270983088\\_Study\\_of\\_Environmental\\_Noise\\_Pollution\\_in\\_the\\_University\\_of\\_Dammam\\_Campus/links/54bb62480cf29e0cb04bdaca/Study-of-Environmental-Noise-Pollution-in-the-University-of-Dammam-Campus.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Mahmoud_Elsharkawy2/publication/270983088_Study_of_Environmental_Noise_Pollution_in_the_University_of_Dammam_Campus/links/54bb62480cf29e0cb04bdaca/Study-of-Environmental-Noise-Pollution-in-the-University-of-Dammam-Campus.pdf?origin=publication_detail)
- Gloerfelt, X. (s.f). Noise from automotive components. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.528.2123&rep=rep1&type=pdf>
- Gómez S, D. Cervantes S, R.A. Recio R, R.G. (2010). *Percepción del ruido ambiental en los estudiantes universitarios y las afecciones que provoca*. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/04/ssrs.pdf>
- Gupta, A. Shubham, S. Narayan, S. (2017). Vehicle noise and vibration. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/313836929\\_Vehicle\\_Noise\\_and\\_Vibration](https://www.researchgate.net/publication/313836929_Vehicle_Noise_and_Vibration)
- Julius O, O. (2011). Investigation of environmental noise within campus 2, Delta State University, Abraka, Nigeria. Recuperado de [http://www.arpapress.com/Volumes/Vol6Issue2/IJRRAS\\_6\\_2\\_14.pdf](http://www.arpapress.com/Volumes/Vol6Issue2/IJRRAS_6_2_14.pdf)

- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Enrique\\_Leff/publication/303678528\\_Aventuras\\_de\\_la\\_Epistemologia\\_Ambiental/links/574c99af08aec9885269ff51/Aventuras-de-la-Epistemologia-Ambiental.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Leff/publication/303678528_Aventuras_de_la_Epistemologia_Ambiental/links/574c99af08aec9885269ff51/Aventuras-de-la-Epistemologia-Ambiental.pdf?origin=publication_detail)
- Lucic, Yerko.(2009). *EL Ruido como problema en el aprendizaje*. Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aa-lucic\\_y/pdfAmont/aa-lucic\\_y.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aa-lucic_y/pdfAmont/aa-lucic_y.pdf)
- Mahmoud F. El-Sharkawy, Ali S. R. Alsubaie. (2014). *Study of Environmental Noise Pollution in the University of Dammam Campus*. Recuperado de [http://applications.emro.who.int/imemrf/Saudi\\_J\\_Med\\_Med\\_Sci/Saudi\\_J\\_Med\\_Med\\_Sci\\_2014\\_2\\_3\\_178\\_184.pdf](http://applications.emro.who.int/imemrf/Saudi_J_Med_Med_Sci/Saudi_J_Med_Med_Sci_2014_2_3_178_184.pdf)
- Martínez LI, J. Peters, J. (2015). *Contaminación acústica y ruido*. Recuperado de [www.ecologistasenaccion.org](http://www.ecologistasenaccion.org)
- Martínez S, A. (2005). *Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica*. Recuperado de [http://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO\\_0.PDF](http://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO_0.PDF)
- Mathews, F. (2014). *Environmental philosophy*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Freya\\_Mathews/publication/305702378\\_Environmental\\_Philosophy/links/579ac4bf08ae024e100e4d8b/Environmental-Philosophy.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Freya_Mathews/publication/305702378_Environmental_Philosophy/links/579ac4bf08ae024e100e4d8b/Environmental-Philosophy.pdf?origin=publication_detail)
- Miyara, F. (s.f). *Mediciones de ruido en exteriores*. Recuperado de <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/externo.pdf>
- Morales J, G. (2017). *Las ciencias ambientales. Una caracterización desde la epistemología sistémica*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/317200464\\_Las\\_ciencias\\_ambientales\\_Una\\_caracterizacion\\_desde\\_la\\_epistemologia\\_sistemica](https://www.researchgate.net/publication/317200464_Las_ciencias_ambientales_Una_caracterizacion_desde_la_epistemologia_sistemica)

- Morales P, J. (2009). *Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos*. Recuperado de [http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER\\_MORALES\\_PEREZ.pdf](http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER_MORALES_PEREZ.pdf)
- OEFA. (2011). Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna. Recuperado de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=1934](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=1934)
- Organización Mundial de la Salud. OMS. (1995). *Guía para el ruido urbano*. Editada por Birgitta Berlund, Thomas Lindvall y Dietrich H Schwela. Recuperado de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- Pinón, F. (2001). *Filosofía, eticidad y medio ambiente*. Recuperado de <http://www.uam.mx/difusion/revista/nov2001/pinon.pdf>
- Rybakowskia, M. Dudarskia, G. Kowala, E. (2014). Research and analysis of noise emitted by vehicles according to the type of surface roads and driving speed. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/270218419\\_Research\\_and\\_analysis\\_of\\_noise\\_emitted\\_by\\_vehicles\\_according\\_to\\_the\\_type\\_of\\_surface\\_roads\\_and\\_driving\\_speed](https://www.researchgate.net/publication/270218419_Research_and_analysis_of_noise_emitted_by_vehicles_according_to_the_type_of_surface_roads_and_driving_speed)
- Segués E, F. (2008). Ruido de tráfico: Carreteras. Recuperado de [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45753/componente45751.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45753/componente45751.pdf)
- Sislema A, S. (2013). *La contaminación acústica y su influencia en la atención de las niñas del séptimo grado de educación básica de la escuela República de Venezuela, de la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua*. Recuperado de

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6451/1/FCHE-LEB-1104.pdf>

Steven, H. (2005). Investigations on Noise Emission of Motor Vehicles in Road Traffic. Recuperado de <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3092.pdf>

Yarin A, A.J. Llosa D, M. Herencia C, N. Gómez B, J. (2015). *Estudio de la contaminación sonora en el perímetro sur de la UNMSM*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6181521.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO I

#### MODELO DE ENCUESTA

#### ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO VEHICULAR EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA LOS GRANADOS

Agradezco su disposición para responder el presente cuestionario, lo que no le tomará más de 2 minutos. Se aclara que se mantendrá la más absoluta confiabilidad y reserva en el tratamiento de los datos individuales recolectados. Esta encuesta es individual y se requiere que sea respondida por un estudiante (hombre o mujer) que estudia en las carreras de ingeniería metalúrgica y materiales, mecánica, química e informática y sistemas.

Por favor responda marcando con una x o registrando el número, según corresponda. Lea cuidadosamente cada pregunta y sus alternativas antes de responder.

1. ¿Cuál es su edad? (Registrar edad en años cumplidos a la fecha)

<input type="text"/>	<input type="text"/>	años
----------------------	----------------------	------

2. Indique su género (Marque con una x en el casillero correspondiente)

GENERO	<input type="checkbox"/>
Hombre	<input type="checkbox"/>
Mujer	<input type="checkbox"/>

3. ¿Hace cuánto tiempo aproximadamente que recibe clases y estudia en este edificio?

<input type="text"/>	meses
----------------------	-------

4. ¿En qué programa o carrera está matriculado (a)?

Programa o carrera		ciclo
Biología y Microbiología		
Física Aplicada		
Matemática		
Arquitectura		
Artes		
Ing. Metalúrgica y Materiales		
Ing. Química		
Ing. Mecánica		
Ing. Informática y Sistemas		

4. En general durante los últimos 30 días, ¿qué grado de molestias físicas o de dolor ha tenido causado por el ruido vehicular?

Grado de molestias físicas o dolor	
Ninguno	
Poco	
Moderado	
Mucho	
Demasiado	

5. En general durante los últimos 30 días, ¿Qué grado de dificultad ha tenido para concentrarse durante la clase o rendir un examen percibiendo el ruido vehicular?

Dificultad de concentrarse	
Ninguno	
Poco	
Moderado	
Mucho	
Demasiado	

6. ¿Cree usted que el ruido vehicular está afectando su rendimiento académico?

Efecto rendimiento académico	
Ninguno	
Poco	
Moderado	
Mucho	
Demasiado	

7. En los últimos 6 meses, cuando usted está en aula de clase, ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido del tránsito vehicular? (marque solo una alternativa)

Molestia por ruido vehicular	
Absolutamente nada	
Levemente	
Medianamente	
Demasiado	
Extremadamente	

8. Respecto al ruido vehicular, indique el horario en que se produce la molestia (marque una sola alternativa).

Horario de molestia (ruido vehicular)	
De 7:00h a 11:00h	
De 11:00h a 16:00h	
De 16:00h a 20:00h	
De 20:00h a 22:00h	

9. ¿Está usted de acuerdo que las autoridades universitarias inicien un programa de aislamiento acústico de la ciudad universitaria Los Granados?

Aislamiento acústico de la Ciudad Universitaria Los Granados	
No de acuerdo	
Poco de acuerdo	
De acuerdo	
Muy de acuerdo	
Totalmente de acuerdo	

## ANEXO II

### Resultado de la Medición en Tacna-Tacna

PUNTOS DE MEDICIÓN TACNA (6 AL 9 DE DICIEMBRE DE 2010)						
PUNTO	LUGAR	DISTRITO	Leq (dBA)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
				60	70	80
1	Av. Patricio Meléndez y Av. 2 de Mayo	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
2	Av. 2 de Mayo y Ca. Inclán	Tacna	78.3	-18.3	-8.3	1.7
3	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	74.8	-14.8	-4.8	5.2
4	Av. Gustavo Pinto y Av. Leguía	Tacna	72.9	-12.9	-2.9	7.1
5	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	77.1	-17.1	-7.1	2.9
6	Av. Bolognesi y Av. Pinto	Tacna	70.4	-10.4	-0.4	9.6
7	Av. Bolognesi y Av. Patricio Meléndez	Tacna	75.7	-15.7	-5.7	4.3
8	Av. 2 de Mayo e Hipólito Unanue	Tacna	76.7	-16.7	-6.7	3.3
9	Plaza Locomotora y Av. Crau	Tacna	72.3	-12.3	-2.3	7.7
10	Av. Crau y Av. Cusco	Tacna	79.4	-19.4	-9.4	0.6
11	Av. Municipal y Ca. Andrés Bello - Hospital Albanacino	Tacna	70.8	-10.8	-0.8	9.2
12	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	67.2	-7.2	2.8	12.8
13	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	72.4	-12.4	-2.4	7.6
14	Av. Jorge Basadre y Av. Pinto	Tacna	68.7	-8.7	1.3	11.3
15	Av. Jorge Basadre (entrada Tarata)	Tacna	63.3	-3.3	6.7	16.7
16	Av. Hipólito Unanue y Av. Industriales	Tacna	72.0	-12	-2	8
17	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
18	Av. Coronel Mendoza y Av. Basadre y Forere	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
19	Av. Celestino Vargas y Av. Basadre y Forere	Tacna	76.2	-16.2	-6.2	3.8
20	Av. Augusto B. Leguía y Av. General Varela	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3
21	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
22	Av. Miraflores y Ca. Arica	Tacna	74.9	-14.9	-4.9	5.1
23	Av. La Cultura y San Cristóbal	Tacna	72.0	-12	-2	8
24	Balneario Los Palos - Óvalo Tarapacá	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3

Fuente: OEFA, 2011.