

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



TESIS

**MODELO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE
CONTAMINACIÓN SONORA, DISTRITO DE PUNO - 2017**

PRESENTADA POR:

SAMUEL DONATO PÉREZ QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

PUNO, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



TESIS

MODELO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE
CONTAMINACIÓN SONORA, DISTRITO DE PUNO - 2017

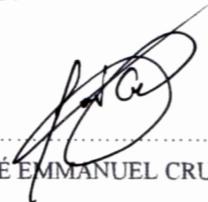
PRESENTADA POR:

SAMUEL DONATO PÉREZ QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
DOCTOR EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

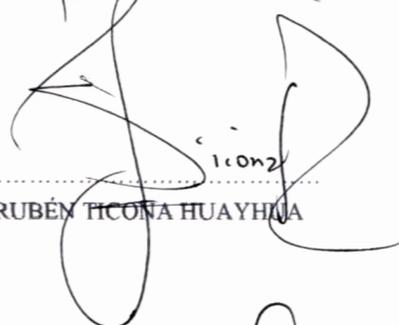
PRESIDENTE


.....
Dr. JOSÉ EMMANUEL CRUZ DE LA CRUZ

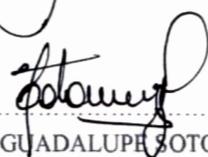
PRIMER MIEMBRO


.....
D.Sc. ALEJANDRO APAZA TARQUI

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dr. RUBÉN TICÓN HUAHYHUA

ASESOR DE TESIS


.....
Dra. GUINA GUADALUPE SOTOMAYOR ALZAMORA

Puno, 28 de diciembre de 2018.

ÁREA: Estadística e informática.

TEMA: Contaminación sonora.

LÍNEA: Análisis multivariado.

DEDICATORIA

A Dios por darme, tal vez, hasta lo que no merecía, estaré eternamente agradecido a él.

A mis hijos Samuel Humberto y Santiago Jesús por ser la razón de mi vida, y haberles quitado tiempo de dedicación, que les correspondían por su etapa de vida.

A mi esposa María del Carmen, porque está a mi lado en los buenos y malos momentos, y he aprendido mucho de ella en el sendero de la vida.

A mis padres Silverio y Emeteria, por darme la vida, el verdadero amor de padres y la dicha de tenerlos.

AGRADECIMIENTOS

- Mi sincero reconocimiento a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, sobre todo a la escuela profesional de Ingeniería Estadística e Informática por acogerme, por haberme dado la oportunidad de desarrollarme y permitirme formar parte de ella. Al programa doctorado en Estadística e Informática, por haberme dado la oportunidad de seguir cultivando conocimientos para mi formación profesional.
- A la Doctora y amiga Guina Guadalupe Sotomayor por su siempre predisposición de apoyarme en la realización del presente trabajo de investigación.
- Mis reconocimientos al jurado calificador de la presente investigación, en las personas del Dr. José Emmanuel Cruz De La Cruz por su aliento permanente y amistad brindada, al Dr. Alejandro Apaza Tarqui, por la exigencia de realizar el presente trabajo, al Dr. Rubén Ticona Huayhua por la confianza y apoyo dado a lo largo del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	2
1.1.1 Ruido	2
1.1.2 Sonido	2
1.1.2.1 Diferencia entre sonido y ruido	2
1.1.3 Tipos de ruidos	3
1.1.4 Oído	5
1.1.5 Contaminación	6
1.1.6 Contaminación ambiental	6
1.1.6.1 Tipos de contaminación ambiental	6
1.1.7 Efectos de la contaminación acústica sobre la salud	11
1.1.8 Sistema auditivo humano	12
1.1.9 Pérdida auditiva	13
1.1.10 Descripción de Niveles de sonidos	14
1.1.11 Medición del Ruido	14
1.1.12 Protocolos para la medición del sonido	15
1.1.13 Suma de niveles sonoros	15
1.1.14 Instrumentos para medir el ruido	16
1.1.15 Clasificación de los sonómetros	18
1.1.16 Métodos para medir los decibeles (dB)	19
1.1.16.1 Sonómetro PRASEK PR-352	20
1.1.17 Calles de la ciudad de Puno	20
	iii

1.1.18	Estrechez de las calles	21
1.1.19	Choferes de combi	23
1.1.20	Cobrador de combi	23
1.1.21	Bocina o claxon del vehículo	23
1.1.21.1	Uso del claxon	24
1.1.22	Congestión Vehicular	25
1.1.22.1	Causas de la congestión vehicular	25
1.1.23	Semaforización	25
1.1.24	Combis o camionetas rurales	26
1.1.25	Moto taxis	26
1.1.26	Taxis	27
1.1.27	Motos	28
1.1.28	Población Urbana y Rural en el departamento de Puno	28
1.1.29	Instituciones que controlan el medio ambiente en el Perú	29
1.1.29.1	El OEFA	29
1.1.29.2	Los municipios en el Perú	30
1.1.29.3	Municipio Provincial de Puno	30
1.1.30	Norma ISO 1999	31
1.1.31	Niveles de sonido	31
1.1.32	Niveles de Contaminación sonora	32
1.1.33	Estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos por cada zona de aplicación en el Perú	32
1.1.34	Análisis de correlación	32
1.1.35	Modelos de Regresión Estadística	33
1.1.36	Análisis conglomerado jerárquico	37
1.1.37	Análisis conglomerados de k medias	37
1.1.38	Análisis conglomerado Bietápico	37
1.1.39	Dendograma	42
1.2	Antecedentes	43

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	48
2.1.1	Planteamiento del problema	48
2.1.2	Enunciado del problema	49

2.2	Justificación	49
2.3	Objetivos	50
2.3.1	Objetivo General	50
2.3.2	Objetivos específicos	51
2.4	Hipótesis	51
2.4.1	Hipótesis General	51
2.4.2	Hipótesis específicas	51
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	Lugar de estudio	52
3.2	Población y muestra	52
3.2.1	Población	52
3.2.2	Muestra	53
3.3	Método de investigación	54
3.3.1	Método	54
3.3.2	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	54
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Resultados	55
4.1.1	Parque automotor en Puno	58
4.1.2	Servicio de transporte público en el distrito de Puno	59
CONCLUSIONES		73
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		75
ANEXOS		78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Distribución de la población urbana y rural del Departamento de Puno-2017	28
2. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos por cada zona de aplicación en el Perú	32
3. Tipo y grado de relación para los valores de r .	33
4. Medidas para dos variables dicotómicas	40
5. Lugares considerados de las diferentes calles y/o intersecciones de la ciudad de Puno, en la medición del sonido.	53
6. Parque automotor en el Perú 2012-2015, según categoría. Miles de unidades	55
7. Venta unidades de vehículos nuevos en el Perú 2013-2016, según categoría.	56
8. Parque automotor nacional estimado por clase de vehículo, según departamento: 2016	57
9. Flujo vehicular en el departamento de Puno 2016-2017	58
10. Cantidad de unidades vehiculares de transporte público registrados en la Municipalidad Provincial de Puno, al mes de octubre de 2018	59
11. Cantidad de empresas registradas en el municipio de Puno, hasta octubre 2018.	60
12. Frecuencia de observaciones realizadas en las arterias de la ciudad de Puno -2018	61
13. Cantidad de mediciones realizadas en las diferentes arterias de la ciudad de Puno y en diferentes horarios.	62
14. Estadísticas descriptivas de los sonidos promedios realizados en los diferentes horarios	63
15. Sonidos máximos observados en las diferentes arterias de la ciudad.	63
16. Estadísticas descriptivas de las observaciones máximas	64
17. Matriz de correlaciones entre las diferentes variables consideradas en la medición del sonido.	65
18. Cantidad de combis que circulan, al cambio de semáforo.	66
19. Niveles de sonido promedios emitidos por las diferentes unidades vehiculares en las arterias de la ciudad de Puno-2018.	69

20. Estadísticas descriptivas de la cantidad de vehículos que transitan al cambio de semáforo en una intersección de calles.	69
21. Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	70
22. Resumen del modelo	70
23. Tabla de clasificación de los sonidos utilizando el modelo	70
24. Análisis de las variables independientes consideradas para encontrar un modelo de regresión logística, donde se estime el nivel de contaminación sonora.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Estructura interna del oído (partes del oído)	6
2. Contaminación atmosférica	7
3. Contaminación en el agua	7
4. Contaminación del suelo	8
5. Contaminación de la flora y fauna	8
6. Contaminación genética	9
7. Contaminación visual	10
8. Frijaje y muerte de alpacas en zonas alto andinas	10
9. Contaminación sonora o acústica	11
10. Protocolo para la medición del sonido	15
11. Suma de dos mediciones	16
12. Sonómetro integrador	17
13. Dosímetro de ruido	17
14. Sonómetro	18
15. Esquema del funcionamiento de un sonómetro	19
16. Sonómetro PRASEK PR-352	20
17. Vista panorámica de la ciudad de Puno en los años 60s	21
18. Ciudad de Puno y su congestión vehicular	22
19. Señalizadores de tránsito	22
20. Vista de un cobrador de combi en plena jornada laboral	23
21. Combi de transporte urbano	26
22. Mototaxi de transporte urbano	27
23. Taxi de transporte urbano	27
24. Moto	28
25. Distribución de la población en el departamento de Puno-2017	29
26. Niveles del ruido, establecidos por la OMS	31
27. Estructura básica del dendograma	43
28. Flujo vehicular en el departamento de Puno 2016-2017	59
29. Porcentaje de unidades vehiculares de transporte público registrados en la Municipalidad Provincial de Puno, al mes de octubre de 2018.	60

30. Distribución de la cantidad de empresas que prestan servicios en el distrito de Puno-2018	61
31. Porcentaje de observaciones de los sonidos emitidos por el tráfico (vehicular y peatonal) en diferentes horarios.	62
32. Dendograma de clasificación, según la cantidad promedio de Combis que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.	67
33. Dendograma de clasificación, según la cantidad promedio de los Taxis que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.	68
34. Niveles de sonido promedios medidos en las diferentes arterias de la ciudad de Puno.	69
35. Dendograma de clasificación, según promedio del ruido emitido por los vehículos que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Ficha técnica del Sonómetro PRASEK PR-352	79
2. Ordenanza municipal 001-2018-MPP	80

RESUMEN

La contaminación ambiental, es un problema que debe preocupar no sólo a las autoridades locales, nacionales, organismos estatales y privados, sino a todos los habitantes de este planeta, pues su deterioro está perjudicando a todo ser viviente y está trayendo consecuencias irreversibles al planeta. Uno de los factores que se tiene dentro de la contaminación ambiental es la contaminación sonora, que afecta directamente a la salud de las personas. En la investigación se desarrolló un modelo estadístico que determina adecuadamente el nivel de contaminación sonora del distrito de Puno e identifica zonas de tránsito con similar nivel de contaminación sonoras. Las unidades de análisis fueron las diferentes arterias de la ciudad de Puno, sobre todo la zona céntrica y durante las horas de mayor tránsito (vehicular y peatonal). Para el análisis estadístico se ha empleado la regresión logística y el análisis de conglomerados, donde se encontró un nuevo modelo. Así mismo, se determinó el nivel de contaminación sonora en diferentes arterias de la ciudad de Puno, como resultado se muestra que se alcanzó un nivel de ‘Poco ruidoso’ en el 43% y un ‘Ambiente ruidoso’ en el 57% de áreas evaluadas.

Palabras clave: análisis conglomerado del sonido, contaminación, regresión logística, salud y sonora.

ABSTRACT

Environmental pollution is a problem that should concern not only the local authorities, national, state and private agencies, but all the inhabitants of this planet, because its deterioration is harming every living being and is bringing irreversible consequences to the planet. One of the factors in environmental pollution is noise pollution, which directly affects the health of people. In the present investigation, a statistical model was developed that adequately determines the level of noise pollution in the Puno district and identifies transit zones with a similar level of noise pollution. The analysis units were the different arteries of the city of Puno, especially the downtown area and during the hours of greatest traffic (vehicular and pedestrian). For the statistical analysis, logistic regression and cluster analysis were used, where a new model was found. Likewise, the level of noise pollution in different arteries of the city of Puno was determined, as a result it is shown that a level of 'Low Noisy' was reached in 43% and a 'Noisy Environment' in 57% of the areas evaluated.

Keywords: Conglomerate analysis of sound, health, logistic regression, noise and pollution.

INTRODUCCIÓN

Al realizar el presente trabajo de investigación, se ha considerado la importancia en estos últimos años respecto al proceso que viene sufriendo nuestro planeta, fundamentalmente sobre la contaminación, que puede ser ambiental, visual, sonora, entre otros. La estructura del trabajo se presenta a continuación:

En el Capítulo I se ha revisado diferentes conceptos y teorías sobre contaminación sonora y los efectos que tienen para los seres vivientes de nuestro planeta. También se ha revisado diferentes trabajos de investigación, concernientes a la contaminación sonora, además se ha recurrido a las instancias pertinentes al problema con la finalidad de conocer más sobre lo que se está realizando al respecto para minimizar y/o regular la contaminación sonora.

En el Capítulo II se hace una descripción del contexto en estudio, así como se explica por qué se realiza el presente trabajo de investigación, los objetivos trazados y las respectivas hipótesis planteadas.

Luego en el Capítulo III se explica el lugar de estudio, la población considerada, la muestra con la que se trabajó y la metodología empleada en la investigación, de tal manera que pueda ser replicada por otros investigadores.

Finalmente, en el Capítulo IV se describe ampliamente los resultados obtenidos, sobre todo los procedimientos estadísticos empleados, estos resultados fueron considerados para llegar a las conclusiones presentadas y posteriormente dar las recomendaciones que se creen convenientes. Así mismo, se ha detallado la referencia bibliográfica en la Bibliografía.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Ruido

Constituye un sonido inarticulado o confuso que suele causar una sensación auditiva desagradable, se utilizará esta palabra como referencia al alboroto generado por el motor de los carros, moto taxis, sonidos que generan los comerciantes formales e informales en las calles o avenidas donde se han hecho registros de los sonidos, así mismo los sonidos o ruidos que generan las personas que transitan por las arterias de nuestra ciudad, entre otros.

1.1.2 Sonido

Proviene de la palabra *sonitus*, que es un fenómeno físico que involucra la propagación de ondas mecánicas, estas ondas pueden ser o no audibles. El sonido humanamente perceptible se conforma de ondas sonoras. Además, o así mismo la comunicación es una necesidad fundamental no sólo para los humanos, sino también para los animales, es decir, que el sonido es la esencia de la comunicación que se da a través de un silbido, un grito, el viento, el movimiento de las hojas de un árbol, el sonido de un claxon, entre otros.

1.1.2.1 Diferencia entre sonido y ruido

Se suele usar el sonido para describir algo agradable como el sonido de la lluvia o el sonido de la música, mientras que el ruido se usa para subrayar algo que crea un impacto violento, como el ruido de los autos o el ruido de

las construcciones, que es irregular y sin concordancia entre los tonos fundamentales y sus armónicos. El sonido se diferencia en tres aspectos: timbre, intensidad y duración, el timbre es sinónimo del tono de voz, la intensidad es el volumen del sonido y la duración es el tiempo.

1.1.3 Tipos de ruidos

Existen diversos tipos de ruido, los principales son listados a continuación.

- **Ruido continuo.** Es producido por maquinarias que operan del mismo modo, sin interrupción y en forma continua, por ejemplo, ventiladores y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido es suficiente medirlo durante unos cuantos minutos con un equipo manual.
- **Ruido intermitente.** Ocurre cuando se tiene ruidos generados en ciclos, por ejemplo, cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente. Para cada ciclo de una fuente de ruido de maquinaria, el nivel de ruido puede medirse simplemente como un ruido continuo, pero también debe anotarse la duración del ciclo y también puede utilizarse el nivel de presión sonora máximo. Para establecer una media fiable se sugiere medir un número similar de sucesos.
- **Ruido impulsivo.** Es causado por impactos o explosiones, por ejemplo, el de martinete, troqueladoras o una pistola que son breves y abruptas, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión. Para cuantificar el impulso del ruido, se puede utilizar la diferencia entre un parámetro con respuesta rápida y uno de respuesta lenta. También deberá documentarse la tasa de repetición de los impulsos (número de impulsos por segundo, minuto, hora o día).
- **Ruido de baja frecuencia.** Posee una energía acústica significativa en el margen de frecuencias de 8 a 100 Hz, típico en motores Diesel de trenes, barcos y plantas de energía. Dado que este ruido es difícil de amortiguar y se extiende fácilmente en todas direcciones, puede ser oído a muchos kilómetros. El ruido de baja frecuencia es más molesto de lo que indica una medida del nivel de presión sonora. Para calcular la audibilidad de componentes de baja frecuencia en el ruido, se mide el espectro y se compara con el umbral

auditivo. Los infrasonidos tienen un espectro con componentes significantes por debajo de 20 Hz y se perciben no como un sonido sino más bien como una presión. La evaluación de los infrasonidos es aún experimental y en la actualidad no está reflejado en las normas internacionales.

- **Ruido tonal.** Lo genera las máquinas rotativas, como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, se producen desequilibrios o impactos repetidos causando vibraciones que, transmitidas al aire, pueden ser oídas como tonos. También pueden generar tonos los flujos pulsantes de líquidos o gases que se producen por causa de procesos de combustión o restricciones de flujo. Estos tonos pueden ser identificados subjetivamente, escuchándolos, u objetivamente, mediante análisis de frecuencias, comparando el nivel del tono con el nivel de los componentes espectrales circundantes.
- **Ruido blanco.** Es el sonido que contiene todas las frecuencias y estas son de la misma potencia, el ruido blanco es una señal no correlativa, es decir, en el eje del tiempo la señal toma valores sin ninguna relación unos con otros. Como ejemplo tenemos el sonido del televisor o la radio sin sintonizar o también el ruido constante y uniforme de un aire acondicionado.
- **Ruido de rosa.** Muy similar al ruido blanco, sin embargo, el ruido blanco tiene la misma potencia por Hertz a lo largo de todas las frecuencias, mientras que la potencia por Hertz del ruido rosa disminuye a medida que aumenta la frecuencia.
- **Ruido de tráfico.** Es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros variables generados por los distintos vehículos que forman el tráfico en una determinada vía de tránsito. Si la intensidad de tráfico es baja, la distancia media entre vehículos es grande y el paso de ellos es prácticamente independiente del resto, con notables periodos de tiempo durante los cuales el ruido se mantiene constante o casi constante, en el nivel de fondo.

A medida que la intensidad de tráfico aumenta, la distancia media entre vehículos disminuye y cada vez se escucha menos el ruido de fondo. Cuando el tráfico es muy elevado el ruido es casi constante. Esto, en gran parte, se debe al carácter aleatorio del tráfico, tanto en presencia de vehículos en un punto de la vía, como

en la composición de los mismos. Esto hace que las variaciones del nivel sonoro sean aún mayores en estos casos. Estas continuas variaciones del nivel sonoro con el tiempo son debidas a:

- El carácter aleatorio del tráfico en calles y carreteras.
- La existencia en el tráfico de vehículos con muy distintas características mecánicas y con distinta emisión de ruido.
- La distinta velocidad de los vehículos, directamente relacionada con la emisión sonora.
- La influencia de la forma de conducción.
- El estado de conservación del vehículo.
- La fluidez del tráfico.
- Las condiciones de propagación sonora desde la vía de circulación al observador.
- El trazado de la carretera y el estado del firme.
- Amplitud de las calles y veredas, que afecta la rapidez del fluido vehicular.

Muchas de estas variables son, sin duda, las que determinan el ruido final ambiental.

1.1.4 Oído

Es uno de los órganos más importantes después de la vista de todo ser humano, su tarea principal es de detectar, transmitir y convertir los sonidos en impulsos eléctricos. Las ondas sonoras viajan desde el oído externo y a través del conducto auditivo, haciendo que el tímpano vibre. A su vez, esto hace que los tres huesecillos del oído medio, conocidos como martillo, yunque y estribo, se muevan. Estas vibraciones pasan a través de la ventana oval al fluido de la cóclea del oído interno, estimulando miles de pequeñas células ciliadas. Estas vibraciones pasan a través del fluido de la cóclea del oído interno estimulando miles de pequeñas células ciliadas. Como resultado estas vibraciones se transforman en

impulsos eléctricos que el cerebro percibe como sonido. La figura 01 muestra la estructura interna del oído.

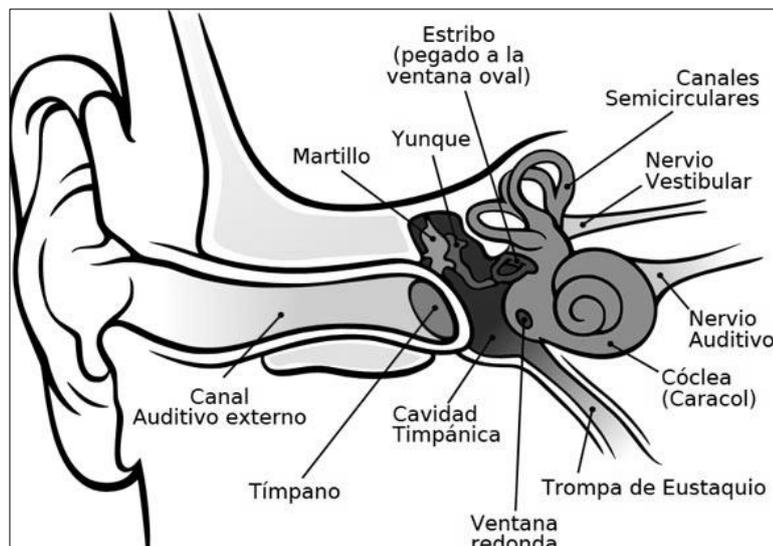


Figura 1. Estructura interna del oído (partes del oído)

1.1.5 Contaminación

Se entiende como la alteración del estado o las condiciones de un medio o ambiente, generalmente esta alteración es en forma negativa, provocando daños en un ecosistema, en el medio físico o en los seres vivos.

1.1.6 Contaminación ambiental

Es la presencia de sustancias nocivas para los seres vivos que irrumpen en la composición de los elementos naturales, como el agua, el suelo y el aire. Existen varias clases de contaminación como la atmosférica, hídrica, del suelo, sonora, visual, entre otras.

1.1.6.1 Tipos de contaminación ambiental

Contaminación atmosférica Se da cuando el aire es contaminado con partículas extrañas que conllevan a la presencia de molestias y riesgos para la salud no solo del planeta, sino también para el resto de los seres vivos.



Figura 2. Contaminación atmosférica

Contaminación del agua. Pese a que se tiene el lago Titicaca, que es el recurso básico para garantizar la vida de todos los seres vivos del planeta por contener agua dulce, su contaminación provoca que tengamos un acceso deficiente a este bien tan necesario. Los últimos años, la minería ha ido contaminando diferentes ríos de la región que alimenta al lago. Esto genera mucha preocupación de las autoridades y pobladores de la región que buscan su descontaminación, un ejemplo se muestra en la figura 3.



Figura 3. Contaminación en el agua

Contaminación del suelo. Es cuando la superficie terrestre sufre alteraciones con sustancias químicas que resultan perjudiciales para la vida en distinta medida, pone en peligro el ecosistema y por ende nuestra salud, obedece a diferentes causas, sus consecuencias provocan serios problemas de salubridad que afectan gravemente a la flora, fauna o a la salud humana a lo largo del tiempo, este problema que se da no sólo en zonas rurales,

sino también en zonas urbanas. En las zonas rurales, muchos campesinos utilizan, por ejemplo, fertilizantes en forma desmedida, la existencia de la minería también viene afectando grandes extensiones de tierras en nuestra región, desechos de materiales descartables también afectan el suelo, como muestra la figura 4.



Figura 4. Contaminación del suelo

Contaminación de la flora y fauna. Son aquellos factores que afectan sobre los seres vivos, como son las plantas y los animales, es decir afecta la biodiversidad en el planeta. Los factores que más afectan a este recurso, provienen de la acción directa del hombre, que produce el llamado efecto antrópico, es decir, los principales problemas ocasionados por la acción humana, como muestra la figura 5.



Figura 5. Contaminación de la flora y fauna

Contaminación radiactiva o nuclear. Este tipo de contaminación se da por la presencia de sustancias radioactivas.

Contaminación química. Es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio, causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.

Contaminación genética. Se basa principalmente en modificar genes y crear a partir de esos genes nuevas especies, para ello utilizan material genético de un organismo y lo transfieren a otro organismo. Este flujo de genes se da en plantas mediante la polinización y en animales mediante el apareamiento.

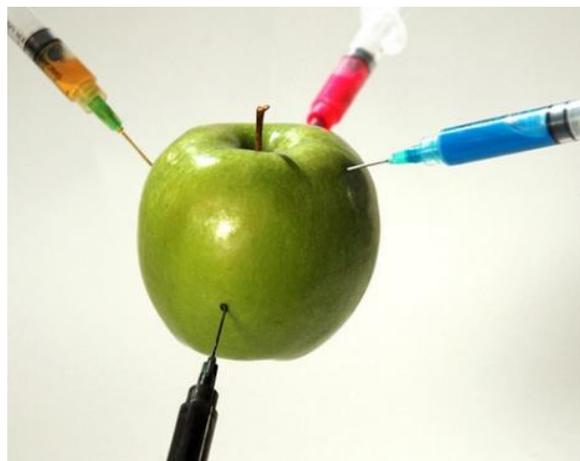


Figura 6. Contaminación genética

Contaminación electromagnética. Son las emisiones electromagnéticas generadas por las ondas de televisión, radio, telefonía o las líneas eléctricas, tales emisiones de campos electromagnéticos en distintas frecuencias, y sus efectos se suman creando así puntos de gran riesgo.

Contaminación biológica. Se refiere a la presencia de microorganismos que degradan la calidad del aire, agua, suelo y alimentos. Los agentes contaminantes son: virus, hongos y bacterias.

Contaminación visual. Es cuando se afecta gravemente la visualización del paisaje o entorno y, por tanto, el estado de nuestro cerebro, actualmente no se da porque se recibe demasiada información a cada momento. Algunos ejemplos de contaminación visual son los carteles publicitarios

en gran tamaño y cantidad, cables eléctricos, antenas, postes, etcétera. Todos estos elementos podrían no contaminar por sí mismos, ya que no expulsan residuos, pero su uso excesivo, su ubicación y su tamaño, entre otros aspectos, todos ellos dispuestos por los humanos, los convierten en elementos o agentes contaminantes en un modo visual que nos produce varias afecciones y trastornos, como muestra la figura 7.



Figura 7. Contaminación visual

Contaminación térmica. Es el deterioro de la calidad del aire o del agua a causa del incremento o descenso de la temperatura. Las causas de este tipo de contaminación están muy bien identificadas y estudiadas, pero las consecuencias a la que nos enfrentamos son difíciles de revertir sin la acción drástica de gobiernos, empresas y ciudadanos, un ejemplo es el fuerte friaje en zonas alto andinas, que produce la muerte de animales, como muestra la figura 8.



Figura 8. Friaje y muerte de alpacas en zonas alto andinas

Contaminación sonora o acústica. Se da con mayor frecuencia en zonas urbanas, sobre todo en las grandes ciudades, la contaminación acústica es considerada como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida, es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las grandes ciudades, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para las personas y animales (mascotas), como muestra la figura 9. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada.



Figura 9. Contaminación sonora o acústica

Esta contaminación puede definirse como cualquier variación de presión que el oído humano es capaz de detectar (Kjær, 2000). El sonido en tanto es placentero y agradable de escuchar, por esto se puede decir que el sonido se vuelve dañino a los 75 dB y doloroso alrededor de los 120 dB. El oído necesita algo más de 16 horas de reposo para compensar 2 horas de exposición a 100 dB. Además, si llega a los 180 dB podría llegar a causar la muerte.

1.1.7 Efectos de la contaminación acústica sobre la salud

Como es lógico, la contaminación sonora tiene efectos perjudiciales para la salud humana en todas partes donde se tiene alto tránsito, sobre todo vehicular. Pueden clasificarse como:

- **Efectos físicos.** Es cuando afecta físicamente al organismo en sus funciones y la relación entre ellas de una persona, esto ocurre cuando los ruidos pasan de los 60 dB, las más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, disminución del peristaltismo digestivo, puede ocasionar gastritis, problemas neuromusculares, disminución de la visión nocturna, aumento de fatiga y dificultad para dormir, entre otros. Además, repercute en el sueño, produciendo insomnio, lo que hará que se tenga un cansancio general que disminuirá las defensas y posibilitará la aparición de enfermedades infecciosas.
- **Efectos psicológicos.** Además de los antes mencionados, se tiene: estrés, irritabilidad, síntomas depresivos, falta de concentración, rendimiento menor en las actividades emprendidas tanto para personas mayores como en los niños en general.
- **Efectos sociales.** Lo que evita es la buena comunicación entre las personas, haciendo que se tenga que alzar la voz y por ende se tiene, a veces, un aislamiento de una verdadera comunicación y en forma adecuada.

Pero, fundamentalmente uno de los problemas más álgidos es la pérdida de audición de las personas, causadas por la contaminación sonora excesiva. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su página web señala que en nuestro planeta más de 1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir algún tipo de pérdida de audición. (Sminkey, 2018)

1.1.8 Sistema auditivo humano

Es el responsable de los procesos fisiológicos de la audición, estos procesos permiten captar el sonido y transformarlo en impulsos eléctricos susceptibles de ser enviados al cerebro a través de los nervios auditivos. El oído humano se divide en tres partes: el oído externo: que canaliza la energía acústica; el oído medio: que transforma la energía acústica en energía mecánica, transmitiéndola y amplificándola, hasta el oído interno; el oído interno: donde se realiza la transformación definitiva de la energía mecánica en impulsos eléctricos; en la membrana del tímpano, donde físicamente se traduce la onda sonora en impulsos eléctricos. (Damián, 2009)

1.1.9 Pérdida auditiva

Es una de las causas directas producidas por los ruidos excesivos que las personas percibimos, sobre todo los ruidos molestos que generan por ejemplo los vehículos motorizados. Estas pérdidas se manifiestan progresivamente a través de etapas sucesivas; la primera ocurre inmediatamente después de la exposición al ruido; una segunda etapa se manifiesta con un aparente estado de bienestar seguido de la dificultad de percibir sonidos agudos; finalmente, la sintomatología puede ocasionar una dificultad crónica e irreversible en la escucha de conversaciones.

Al no respetar las escalas normales de ruido, se daña el oído y se altera el comportamiento psicológico de la población, así lo indica la OMS. Cuando se tiene entre de 75 a 100 dB se producen sensaciones molestas y nerviosismo, entre 100 a 120 dB riesgo de sordera, más de 120 dB se llega al umbral de dolor acústico y a más de 140 dB nivel máximo que el oído humano puede soportar, se produce muy probablemente la sordera.

Diversos científicos y expertos que tratan la materia, y numerosos organismos oficiales entre los que se encuentran la OMS, la CEE, la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC Español), han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud. Por ejemplo, la OMS en su página web del año 2015 ha indicado que aproximadamente unos 1100 millones de adolescentes y jóvenes corren el riesgo de sufrir pérdida de audición por el uso nocivo de aparatos de audio personales, como teléfonos inteligentes, y por la exposición a niveles sonoros dañinos en lugares de ocio ruidosos, como clubes nocturnos, bares y eventos deportivos. La OMS recomienda que el máximo de exposición del ruido para el desarrollo adecuado de estas labores sea de 85 dB.

Además, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 130.000.000 de habitantes de sus países miembros, se encuentran con un nivel sonoro superior a 65 decibelios, límite aceptado por la OMS y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dB.

1.1.10 Descripción de Niveles de sonidos

Estos son algunos decibelios que la población soporta en su día a día:

- De 10 a 30 dB: El nivel de ruido es bajo, es el que se utiliza, por ejemplo, en una conversación tranquila en una biblioteca.
- De 30 dB a 50 dB: El nivel de ruido sigue siendo bajo, es el que se soporta en una conversación normal, cuando se escuchan las cañerías de una casa o la nevera (si está en buen estado).
- De 55 a 75 dB: Es un nivel de ruido considerable, se siente, por ejemplo, en un aspirador, el cual genera 65 dB. Una calle con mucho tráfico alcanza los 75 dB. El despertador o la televisión a un volumen elevado pueden llegar a los 75 dB, igual que una lavadora, el teléfono móvil o una batidora.
- De 75 dB a 100 dB: Es un nivel alto de ruido, la sensación es molesta, se siente por ejemplo en un atasco vehicular, donde hay hasta un 90 dB de ruido, también se puede considerar el que suele emitir una sirena de policía.
- De 100 dB a 120 dB: Es un nivel muy alto. Dentro de una discoteca estamos a unos 110 dB, las taladradoras generan 120 dB, igual que el claxon de los vehículos o un concierto de rock.
- A partir de 120 dB: El oído humano entra en el umbral del dolor y hay riesgo de sordera. Aquí se puede considerar, por ejemplo, el ruido del despegue de un avión a menos de 25 metros, o el de un petardo que estalla cerca.

1.1.11 Medición del Ruido

Existen diversos aparatos electrónicos que permiten medir el ruido ambiental de un determinado lugar, siendo los equipos más habituales el sonómetro, calibrador acústico, analizador de frecuencias, dosímetro, entre otros. A la hora de elegir uno de estos instrumentos, se debe considerar el objetivo para el que se realizará las mediciones.

1.1.12 Protocolos para la medición del sonido

Antes de realizar mediciones de ruido, se debe verificar o ajustar la calibración del sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante, utilizando un calibrador, además se debe registrar la fecha de la última verificación o ajuste de la calibración. Al finalizar la medición, se debe verificar la calibración del sonómetro y de acuerdo con la clase del sonómetro (clase 1 o clase 2), corroborar que la diferencia entre el ajuste inicial y la verificación final no sea mayor que la precisión del equipo; si por alguna circunstancia la diferencia fuere mayor, se debe repetir la medición. Cabe resaltar que tal medición de ruido se debe realizar a 1.50 m de la fachada de la edificación y a 1.20 m de altura a partir del nivel mínimo donde se encuentre instalada la fuente de emisión de ruido, tal como muestra la figura 10.

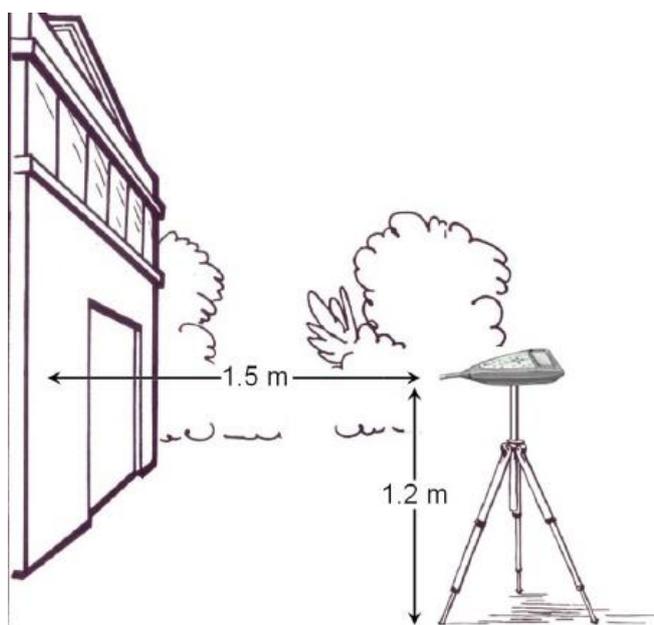


Figura 10. Protocolo para la medición del sonido

1.1.13 Suma de niveles sonoros

Brüel & Kjael (2000) realizaron las siguientes recomendaciones sobre la forma de medir los ruidos, si se miden de forma separada los niveles sonoros de dos o más fuentes de sonido y se quiere saber el nivel de presión sonora combinado de esas fuentes de sonido, entonces deben sumarse los niveles sonoros correspondientes. Sin embargo, debido al hecho de que los dBs son valores logarítmicos, esta suma no puede realizarse de forma directa. Una forma de sumar los decibeles es

convertir cada valor de decibel a su valor lineal, sumar esos valores lineales y convertir el resultado de nuevo en decibeles, usando la ecuación:

$$L_{presult} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{p3}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right) \quad (1)$$

Donde $L_{Presult}$ representa la suma final del ruido producido y L_{p1}, L_{p2}, \dots representa las mediciones parciales. Un ejemplo de la suma de dos mediciones se muestra en la figura 11, ahí se muestra un instrumento de medición básico.

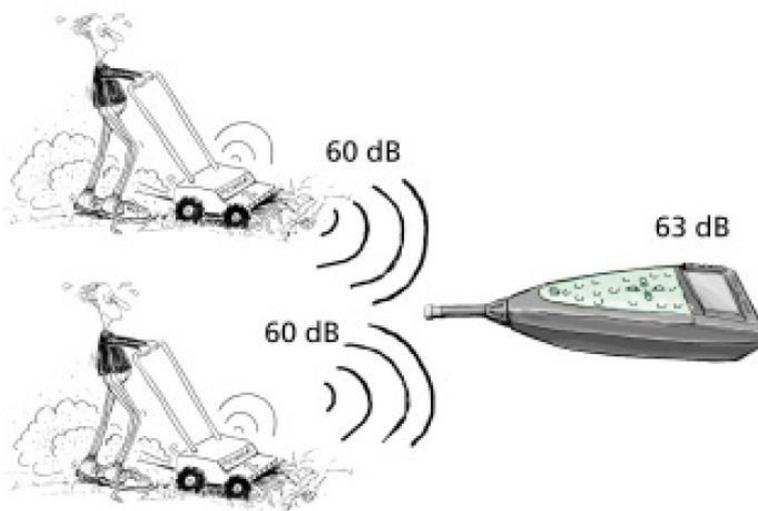


Figura 11. Suma de dos mediciones

1.1.14 Instrumentos para medir el ruido

Los instrumentos más comunes que se utilizan para medir el ruido son los sonómetros o decibelímetros, el sonómetro integrador y el dosímetro de ruido. A continuación, se describe brevemente las características y orientaciones que estos equipos poseen.

- **Sonómetro integrador.** Los sonómetros integradores son aquellos instrumentos que miden la energía sonora durante un periodo de tiempo (vea la figura 12).



Figura 12. Sonómetro integrador

- **Dosímetro de ruido.** Es un equipo electrónico, destinado a la medición de niveles de ruido, este va acumulando las mediciones usando un contador digital, de esa forma se obtiene el valor de la dosis de ruido en el tiempo considerado (figura 13).



Figura 13. Dosímetro de ruido

- **Sonómetro.** Es un instrumento de medición, básicamente sirve para medir los niveles de presión sonora, es decir mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.



Figura 14. Sonómetro

1.1.15 Clasificación de los sonómetros

La clasificación está en función de la precisión de la medición del ruido, que se da en decibelios (dB), la norma CEI 60651 y la norma CEI 60804, emitidas por la Comisión Electrotécnica Internacional / International Electrotechnical Commission (CEI o en inglés IEC), los cuales establecen las normas que han de seguir los fabricantes de sonómetros. Con estas se busca que todas las marcas y modelos ofrezcan una misma medición ante un ruido dado. Las normas CEI también se conoce por sus siglas por lo que las normas aducidas también se conocen con esta nomenclatura: IEC 60651 (1979) y la IEC 60804 (1985). A partir del año 2003, la norma IEC 61.672 unifica ambas normas en una sola, hasta la actualidad, que permite la clasificación de los sonómetros con las clases:

Clase 0.- Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia, tiene un error aproximado de ± 0.4 dB.

Clase 1.- Destinado a permitir el trabajo de campo con precisión, tiene un error aproximado de ± 0.7 dB.

Clase 2.- Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo, las mediciones realizadas tienen un error aproximado de ± 1.0 dB.

Clase 3.- Es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos, las mediciones realizadas tienen un error aproximado de ± 1.5 dB.

En la Figura 15 se muestra el esquema del funcionamiento de un sonómetro.

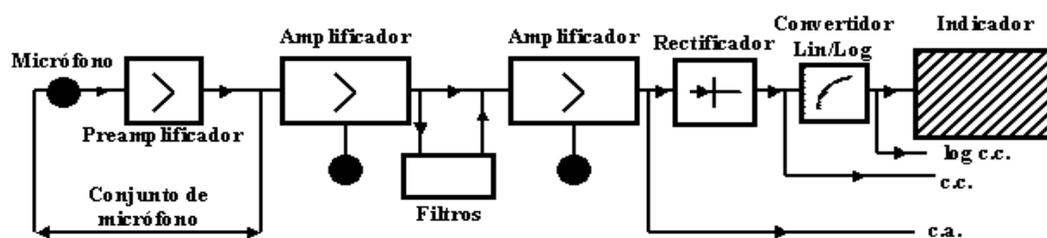


Figura 15. Esquema del funcionamiento de un sonómetro

1.1.16 Métodos para medir los decibeles (dB)

Debido al avance tecnológico, la informática y sobre todo la nanotecnología en estos tiempos modernos, la medición del sonido dado en decibeles, puede realizarse a través de tres formas, que son:

- a) **Software para PC.** Existen muchos programas para medir los decibeles estos se pueden descargar en la computadora y funcionan bajo cualquier sistema operativo (Windows, Apple, Linux, etc.), cabe mencionar que entre mejor sea el micrófono utilizado mejores resultados se tendrán. Un claro ejemplo de un programa es el Decibel Reader que está disponible en forma gratuita en la tienda de aplicaciones de Microsoft, tiene capacidad de detectar hasta 96 dB. Algunos otros programas para grabar audio marcan los decibeles al momento de estar grabando el audio.
- b) **Aplicaciones para celular.** Existen infinidad de aplicaciones tanto para dispositivos Android, como para IOS y Windows, estas utilizan el micrófono del dispositivo, el cual mide muy bien los decibeles, casi como los micrófonos profesionales. Algunas de las aplicaciones más conocidas para IOS son: Decibel 10th, dB Meter, Sound Level Meter; para Android: Sound Meter; Noise Metter, Decibel Meter. Para Windows: Decibel Meter Free, Decibel Meter Pro, entre otros.

- c) **Medidor de decibeles profesional.** Usar un medidor profesional es la forma más precisa de medir los decibeles, aunque estos aparatos suelen ser muy caros además no son fáciles de conseguir. Estos aparatos conocidos como **sonómetros** usan un micrófono muy sensible capaz de captar un amplio rango de umbral de manera eficaz.

1.1.16.1 Sonómetro PRASEK PR-352

Es el equipo utilizado para recolección de la medición de los niveles de sonido en el trabajo de investigación realizado, el instrumento en la recopilación de datos tiene un valor mínimo de 30 dB y puede medir hasta un máximo de 130 dB, la lectura que realiza es en forma digital, tiene una precisión de ± 1.5 dB de margen de error, que está categorizado dentro de la clase 1. La manipulación es sencilla, el consumo de energía es baja, el peso del equipo es liviano.



Figura 16. Sonómetro PRASEK PR-352

1.1.17 Calles de la ciudad de Puno

La ciudad de Puno está ubicada a las orillas del lago Titicaca, inicialmente era una aldea formada por una población marginal localizada entre los linderos de los territorios de los Kollas (Quechuas) al norte y los Lupacas (Aimaras) al sur. La

segunda mitad del siglo XVII (1657) el Virrey Conde de Lemos (Pedro Fernández de Castro) traslada el puerto de San Luís de Alba, hacia lo que hoy es Puno y funda la villa de las Inmaculada Concepción y San Carlos de Puno el 9 de noviembre de 1663 y el 4 de noviembre de ese año, declara capital de la provincia de Paucarcolla (fecha que se celebra cada año), luego de haber sofocado un enfrentamiento entre españoles por las famosas minas de Laykacota, las mismas que fueron enterradas y los hermanos José y Gaspar Salcedo fueron ejecutados. La Figura 17 muestra una vista panorámica de la ciudad durante los años 60s.



Figura 17. Vista panorámica de la ciudad de Puno en los años 60s

1.1.18 Estrechez de las calles

Debido a la forma como se fundó la ciudad de Puno, las calles, avenidas y las diferentes vías de tránsito no sólo vehicular, sino también peatonal son realmente estrechas, sobre todo la parte céntrica de la ciudad y esto se agravó pues no se tuvo un Plan de Desarrollo Urbano acorde al crecimiento de la ciudad. La parte céntrica de la ciudad se encuentra entre la Plaza de Armas y el Parque Pino, que tienen orígenes desde su fundación. Las calles que confluyen son de un solo sentido de tránsito y ya no se tiene acceso vehicular al Parque Pino, como consecuencia de ello se tiene como uno de los factores, el problema del transporte, sobre todo en la parte céntrica de la ciudad. Casi la totalidad de calles de la parte céntrica de la ciudad son de una sola vía y con veredas menos de un metro, además, en calles como el jirón Tacna, que pasa por el mercado Central, la congestión es alta, sobre todo por las noches, a partir de las 9:00 pm, donde no se respetan las señales de

los semáforos, básicamente por la ausencia de policías de tránsito. La figura 18 muestra una foto actual de la ciudad de Puno, donde se ve el congestionamiento vehicular.



Figura 18. Ciudad de Puno y su congestión vehicular

La congestión vehicular es tan perjudicial para los vecinos que radican en estas zonas, que se han visto obligados a colocar señalizadores que advierten la prohibición del uso del claxon, como se muestra en la figura 19.



Figura 19. Señalizadores de tránsito

1.1.19 Choferes de combi

Son personas que tienen a su cargo la conducción de estos vehículos menores de transporte público masivo, gran parte de ellos tienen como máximo grado de instrucción la secundaria, generalmente su labor empieza antes de las cinco de la mañana y su jornada laboral supera muchas veces las ocho horas diarias, por lo que son afectados psicológicamente, este puede ser una de las razones por las que tienen mal humor y hacen el uso excesivo del claxon que repercute en la contaminación sonora.

1.1.20 Cobrador de combi

El cobrador de combi es un hombre o mujer, a veces menor de edad, que no sólo recauda el importe del pasaje de las personas que viajan en el vehículo, sino que hace también el oficio de voceador de las rutas que cubre este, además de abrir y cerrar la puerta para que suban y bajen los pasajeros. Es un trabajo estresante y riesgoso, y a veces muy mal considerado, por la falta de amabilidad y a veces de educación por parte de estos (figura 20).



Figura 20. Vista de un cobrador de combi en plena jornada laboral

1.1.21 Bocina o claxon del vehículo

Es un instrumento sonoro de vehículos motorizados, que permiten emitir señales acústicas en estos para de señalar su presencia, aunque es un elemento básico,

pocas veces se presta atención de su verdadero uso, debe considerarse que no todas las bocinas tienen el mismo sonido, pues deben estar adaptadas en intensidad al tamaño y potencia del vehículo. Todo vehículo, por norma, debe llevar un claxon que debe estar homologado por el fabricante antes de ser instalado en el vehículo, quiere decir que estos deben cumplir ciertos requisitos, como: producir un sonido equilibrado entre graves y agudos, no tener sonido estridente y que sean audibles a una distancia de cien metros, entre otros requisitos.

1.1.21.1 Uso del claxon

El uso indiscriminado de la bocina se considera un comportamiento negligente, por ejemplo, para saludar a otro vehículo o a un peatón, para recriminar a otros conductores, para avanzar antes del cambio de señal en los semáforos, etc., por ello el código de circulación sólo autoriza el uso del claxon en las siguientes situaciones:

- Evitar un accidente.
- Avisar de la posición a otro vehículo que intente incorporarse sobre todo si lo hace marcha atrás.
- Señalizar la circulación como vehículo prioritario en caso de llevar a una persona enferma al hospital de urgencias, siempre acompañado de las señales de emergencia visuales.
- Para avisar al conductor que vamos a realizar un adelantamiento.

El incumplimiento de estas normas acarrea una multa del 4% de una Unidad Impositiva Tributaria (UIT), lo que corresponde 162 soles aproximadamente, a partir del año 2009 se consideró una falta leve, ya que anterior a ese año era considerada una falta grave por lo que la multa ascendía al 10%. Diferentes municipalidades de la ciudad de Lima hicieron campañas para buscar concientizar a los conductores sobre el buen uso del claxon y así reducir la contaminación sonora.

1.1.22 Congestión Vehicular

Con frecuencia se utiliza la palabra congestión en el contexto del tránsito vehicular, tanto por técnicos como por los ciudadanos en general (Bull, 2003). El diccionario de la Lengua Española (RAE, 2001), la define como una acción y efecto de congestionar o congestionarse sin embargo congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo que, en el caso de estudio, es el tránsito vehicular.

1.1.22.1 Causas de la congestión vehicular

En forma general se puede decir que los vehículos deben circular en cierto rango de velocidad, establecido por las dependencias correspondientes, de acuerdo a las zonas, Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás, es decir que comienza la congestión. Entonces, una posible definición objetiva sería: “la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás” (Thomson, 2001).

1.1.23 Semaforización

La semaforización en nuestro país está a cargo de las municipalidades de cada distrito dentro de las regiones, en la ciudad está a cargo de la municipalidad Provincial de Puno, estos han sido implementados en los últimos años en las principales arterias de la ciudad, por la necesidad de controlar la circulación de las unidades vehiculares, por el crecimiento desmedido de unidades vehiculares en los últimos años. El objetivo fundamental de la semaforización es distribuir el tiempo de uso de las vías donde existen intersecciones con mayor tránsito vehicular, es decir donde se cruzan avenidas, calles o jirones de mayor circulación sobre todo vehicular.

Los sistemas semafóricos modernos son controlados hoy en día por computadores. Los sistemas informáticos se utilizan en las intersecciones individuales que funcionan generalmente con control de tiempo fijo o semiaccionado por el tráfico para maximizar la progresión, o semiaccionado para minimizar los tiempos innecesariamente asignados a los movimientos secundarios. El ordenador controla

y selecciona el plan de fases y la coordinación entre intersecciones. En estos sistemas, el ordenador actúa como el policía de tránsito, en el funcionamiento de alguno de los tres modos de operación descritos anteriormente.

En la actualidad, la ciudad de Lima tiene un retraso de 40 años en equipamiento y tecnología de semaforización y sólo cuenta en todas sus intersecciones con semáforos de operación de tiempo fijo.

1.1.24 Combis o camionetas rurales

Son el principal medio de transporte público masivo utilizado en la ciudad de Puno, el número de pasajeros que debe trasladar esta entre 12 a 15 personas, sin embargo, trasladan por encima de 20 personas, sobre todo en las denominadas 'horas punta'. Existe un descontento de la población respecto al servicio prestan, ya que no respetan las normas viales, producto de ello es que se tiene un alto índice de accidentes ocasionados por estas unidades. La figura 21 muestra una unidad vehicular denominada combi.



Figura 21. Combi de transporte urbano

1.1.25 Mototaxis

Vehículo de transporte ligero de tres llantas, muy utilizado en las últimas décadas en nuestro país, se estima que más de 6 millones de personas diariamente se movilizan en esta unidad vehicular, y que son el sustento de 775000 familias aproximadamente. Se utiliza generalmente para transporte popular de trechos cortos, reemplazando a los taxis, más aún en nuestra región, por ofrecer el servicio a un costo ligeramente menor, su funcionamiento genera ruidos molestos, sobre

todo si estos ya tienen buen tiempo de uso, debido a que nuestra ciudad de Puno no es de superficie plana, estos realizan mayor esfuerzo, sobre todo cuando se dirigen a zonas altas.



Figura 22. Mototaxi de transporte urbano

1.1.26 Taxis

Otra de las unidades vehiculares más empleadas para el traslado de personas son los taxis, utilizado sobre todo en horas “punta” donde se requiere rapidez en el desplazamiento de la población, sean estos a sus centros de trabajo, de estudio o hacia otra actividad. Se usa preferentemente para trasladarse a zonas altas de la ciudad, ya que los mototaxis y triciclos no suelen prestar servicio a lugares elevados.



Figura 23. Taxi de transporte urbano

1.1.27 Motos

Si bien estos son vehículos menores de transporte, generalmente son de uso personal, sin embargo, emiten sonidos que contribuyen a la contaminación sonora, claro está que es en pocas porciones, sin embargo, deben considerarse.



Figura 24. Moto

1.1.28 Población Urbana y Rural en el departamento de Puno

El crecimiento poblacional se da en forma constante en todo el mundo, por ende, en el país, en la región Puno y más aún que la ciudad de Puno que como capital de región no es ajeno a este fenómeno, considerando aún que en nuestro país hay mucha inmigración del campo a la ciudad. La tabla siguiente nos proporciona la población existente en la región, los datos mostrados que fueron recopilados por el Instituto Nacional de Estadística y muestran la distribución de la población del departamento de Puno al año 2017.

Tabla 1

Distribución de la población urbana y rural del Departamento de Puno-2017

Población urbana	Población rural	Total
785800	657100	1442900

Fuente: INEI (2017)

La proporción puede verse en la figura 25.

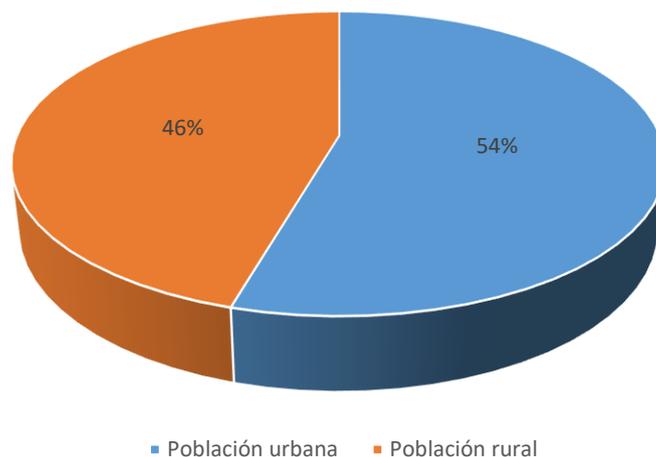


Figura 25. Distribución de la población en el departamento de Puno-2017

1.1.29 Instituciones que controlan el medio ambiente en el Perú

La constitución política del Perú, a través del artículo 2 inciso 22, establece que el estado debe garantizar el derecho de “gozar un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (D.S.Nº 85, 2003), lo que constituye un derecho fundamental de todo peruano, el gobierno aprobó un reglamento de “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido”.

En nuestro país, el estado peruano tiene instituciones que están a cargo del control del medio ambiente, en el tema de control de sonidos se tiene dos instituciones, que son las municipalidades de cada provincia y el Ministerio del Ambiente a través de la oficina denominada OEFA, que está a cargo del gobierno central:

1.1.29.1 El OEFA

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) es un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente, encargado de la fiscalización ambiental y de asegurar el adecuado equilibrio entre la inversión privada en actividades económicas y la protección ambiental. El OEFA es, además, el ente Rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA). Fue creado el año 2008 a través del Decreto Legislativo Nº 1013, “Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio

del Ambiente, e inició sus actividades de fiscalización ambiental directa en el año 2010” (OEFA).

1.1.29.2 Los municipios en el Perú

La Ley general del ambiente (360/MSJM, 2017), el numeral 115.2, del artículo 115° de la Ley N° 28611, precisa 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 Estándares de Calidad Ambiental.

Además, define que, conforme al inciso 3.4 del numeral 3) del artículo 80° de la Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades, es función específica exclusiva de las municipalidades distritales, fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

1.1.29.3 Municipio Provincial de Puno

Una de las instituciones que debe preocuparse respecto al problema de transporte, básicamente en el área urbana son las municipalidades, es por ello que la Municipalidad Provincial de Puno (MPP) ha establecido una ordenanza municipal (Ordenanza Municipal, 2018), la N° 001-2018- MPP a inicios del 2018, donde se declara algunas vías saturadas en la ciudad de Puno, indicándose las siguientes vías:

- Av. Torre –toda su extensión
- Jr. Tacna –toda su extensión
- Av. El Sol –toda su extensión
- Av. El Ejercito –toda su extensión
- Av. Simón Bolívar –cuadras: 7, 8 y 12
- Jr. llave –cuadras: 1,2, 3, 4, 5 y 6
- Jr. Huancané –cuadras: 1, 2 y 3

- Jr. José Pardo –cuadras: 1,2, 3, 4, 5 y 6
- Av. Flora – cuadras: 9, 10, 11, 12 y 13
- Jr. Los Incas –cuadras: 1,2, 3, 4, 5 y 6
- Av. Laykakota –toda su extensión

1.1.30 Norma ISO 1999

Esta norma es la sigla de International Organization of Standardization (ISO) dado en el idioma inglés, que traducido al castellano es Organismo Internacional de Normalización, que está referido a la estimación del riesgo auditivo y que emite normas internacionales referidos a la acústica.

1.1.31 Niveles de sonido

El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora, es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado, se mide en decibelios (dB) y varía entre 0 dB umbral de audición y 120 dB umbral de dolor, en la figura 26 se muestran los niveles de ruido establecidos por la OMS y los efectos que produce el ruido prolongado sobre el organismo.

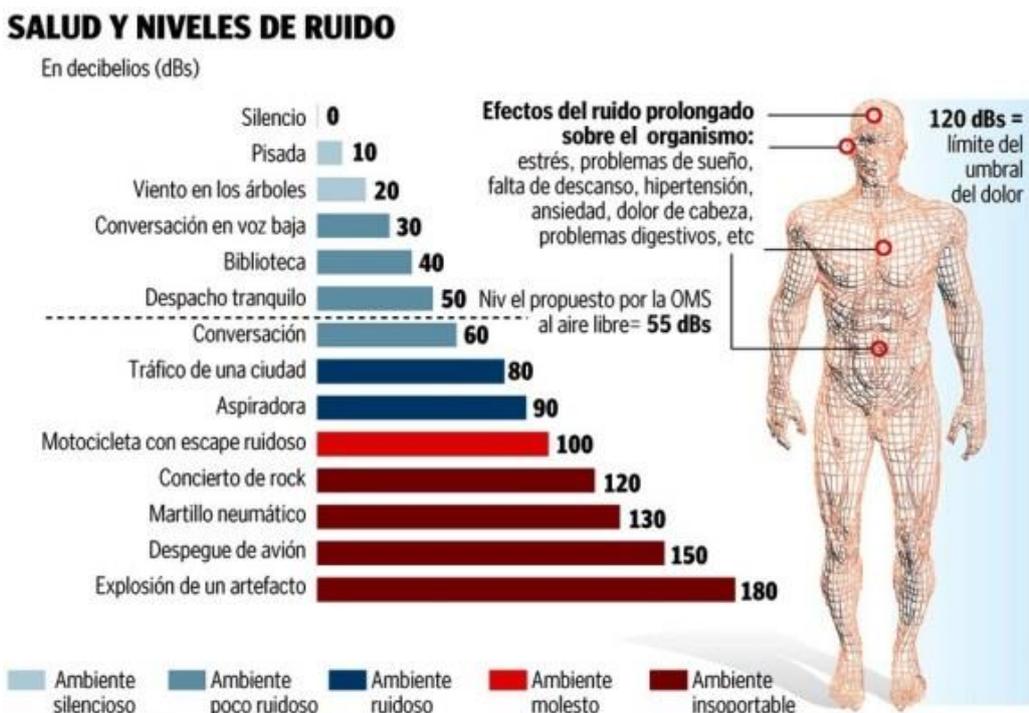


Figura 26. Niveles del ruido, establecidos por la OMS

1.1.32 Niveles de Contaminación sonora

Para fines de la presente investigación, se consideraron los siguientes intervalos: ambiente silencioso (0-20 dBs), ambiente poco ruidoso (20-60 dBs), ambiente ruidoso (60-90 dBs), ambiente molesto (90-100 dBs), ambiente insoportable (100-180 dBs).

1.1.33 Estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos por cada zona de aplicación en el Perú

El organismo nacional de la OEFA, proporciona los estándares mostrados en la tabla 2 para las diversas zonas de aplicación.

Tabla 2
Estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos por cada zona de aplicación en el Perú

Zona de aplicación	Valores expresados en la $L_{presult}$	
	Horario diurno (07:01 a 22:00)	Horario nocturno (22:01 a 07:00)
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM-Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido. (La contaminación sonora en Lima y Callao)

1.1.34 Análisis de correlación

El análisis de correlación es una técnica estadística que permite ver si dos variables tienen relación entre sí, está representado por el símbolo ρ para datos poblacionales y r para datos muestrales. Este estadígrafo varía de -1 a +1, si toma valores positivos, indica que hay una relación positiva, es decir, a medida que aumenta de valor, la otra también aumenta, si el valor es negativo, significa que hay una relación inversa, esto implica que cuando una variable aumenta su valor la otra variable disminuye el suyo. La fórmula más empleada es la que propuso Karl Pearson, básicamente para dos variables cuantitativas, y su forma se da en la ecuación:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Donde r_{xy} representa el grado de relación entre dos variables, que se muestra en la tabla 3, además su forma gráfica se muestra en la figura 27, donde (a) muestra la correlación positiva (b) muestra la correlación negativa y (c) la lineal.

Tabla 3

Tipo y grado de relación para los valores de r.

Valores de 'r'	Tipo y grado de relación
-1	Negativa perfecta
-1 < r ≤ -0.8	Negativa fuerte
-0.8 < r < -0.5	Negativa moderada
-0.5 ≤ r < 0	Negativa débil
0	No existe
0 < r ≤ 0.5	Positiva débil
0.5 < r < 0.8	Positiva moderada
0.8 ≤ r < 1	Positiva fuerte
1	Positiva perfecta

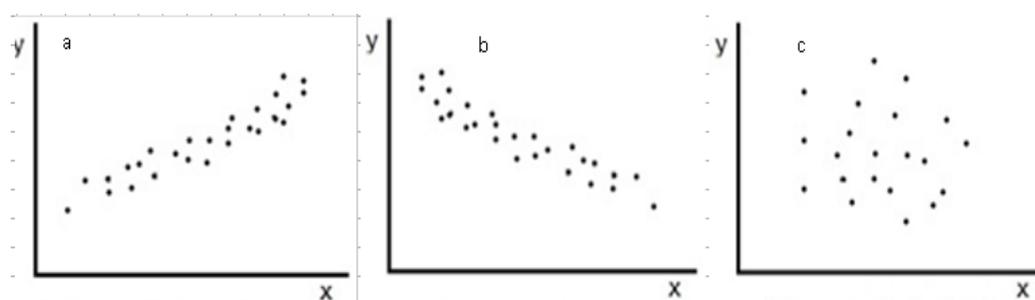


Figura 27. Correlación

a = Fuerte correlación positiva (r cercano a 1)

b = Fuerte correlación negativa (r cercano a -1)

c = Ninguna correlación lineal positiva (r cercano a 0)

En la presente investigación esto permitirá ver si hay algún grado de relación entre las diferentes variables de estudio y sobre todo la relación con la variable dependiente.

1.1.35 Modelos de Regresión Estadística

Es un procedimiento estadístico por medio del cual se intenta encontrar una explicación aproximada de una variable (dependiente) en función de otra(s) variable(s) denominadas variables explicadoras o independientes. El objetivo fundamental es encontrar un modelo estadístico, que luego será empleado para realizar pronósticos aproximados.

Es importante saber el tipo de variable dependiente a considerar, pues si fuese una variable cuantitativa y todas las variables independientes también fuesen cuantitativas, se tendría una regresión clásica y probablemente para encontrar el modelo se utilizaría el método de mínimos cuadrados ordinarios. Si la variable dependiente fuese cuantitativa y las variables independientes fuesen una mezcla de variables cuantitativas y cualitativas el tratamiento para encontrar el modelo cambia, incluso si dentro de las variables independientes cualitativas se debe considerar si son de tipo dicotómicas o politómicas. Sin embargo, si la variable dependiente fuese de tipo cualitativa, se tendrían dos casos, que este fuera de tipo dicotómica o politómica, si fuese dicotómica se estaría frente a una regresión logística binaria. Si la variable dependiente tuviera más de dos categorías, se estaría frente a una regresión logística politómica, denominada muchas veces regresión logística multinomial.

- **Regresión Logística**

La regresión logística permite estudiar relación entre una variable dependiente cualitativa con una o más variables independientes sean estas cualitativas y/o cuantitativas. El objetivo es obtener un modelo que exprese la probabilidad de que una unidad pertenezca a una de las categorías. Si la variable dependiente es dicotómica o sea posea respuestas o categorías, se está frente a una regresión logística binaria, si la variable dependiente tiene más de dos respuestas, se está frente a una regresión logística polinomial o multinomial.

- **Regresión Logística Multinomial**

En la regresión logística Multinomial se estudia la relación entre una serie de características que conforma un conjunto de variables independientes de tipo cuantitativos y/o cualitativos y una variable dependiente politómica, que definen opciones o características opuestas o mutuamente excluyentes.

Para realizar un análisis estadístico se debe tener en cuenta elementos como el modelo de regresión logística, que está determinado por la ecuación (3).

$$P(y=1)=\frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\dots+\beta_kx_k)}} \quad (3)$$

Donde p es la probabilidad de pertenencia a la primera categoría de la variable dicotómica, x_1 es un dato de la primera variable, x_2 es un dato de la segunda variable, ..., β_0, β_1, \dots , son las ponderaciones e importancia de cada variable sobre la variable dependiente.

Esta ecuación permitirá efectuar las clasificaciones, tomando en cuenta variables independientes, tantos de tipo cuantitativos y cualitativos. Este último tendrá que ser codificado y de ser el caso generado para más de una variable. Además, se puede utilizar el procedimiento de estimación de máxima verosimilitud (EMV) como una alternativa de uso general para la estimación de los parámetros (Martinez, 2000).

- **Supuestos estadísticos requeridos**

Los supuestos que se debe cumplir son la linealidad de las variables cualitativas, la no multicolinealidad entre las variables independientes, la independencia de los errores, la información completa de los predictores, la separación completa de las variables y la necesaria dispersión de los datos.

- **Prueba de significación de los coeficientes del modelo: Estadístico W de Wald.**

Una de las formas más comunes de contrastar la hipótesis de que un coeficiente de regresión es cero ($H_0: \beta=0$) se basa en el estadístico *W de Wald*, dada por la fórmula (4).

$$W = \left[\frac{\hat{\beta}_i}{\sigma_{\hat{\beta}_i}} \right]^2 \sim \chi_{k-1, \alpha}^2 \quad (4)$$

Vale destacar que (4) sigue una distribución Chi-cuadrada, con $k-1$ grados de libertad.

- **Prueba de significación global de los coeficientes del modelo.**

La prueba de hipótesis que se desea contrastar es que todos los coeficientes de las variables independientes son iguales a cero ($H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$). Usando la regresión logística, este contraste se realiza con el estadígrafo G también llamada prueba de razón de verosimilitud la cual se define en la ecuación (5).

$$G = -2 \ln \left(\frac{\text{Verosimilitud del modelo sólo con } \beta_0 = L_0}{\text{Verosimilitud del modelo seleccionando } = L_p} \right) \quad (5)$$

Donde el estadístico G se distribuye como una χ^2 con $p-1$ grados de libertad, donde p representa el número de parámetros en el modelo sometido a estudio. (Teodoro, 2000)

- **Contraste de bondad de ajuste de Hosmer y Lemeshow ($H-L$)**

Este contraste permite evaluar la eficacia del modelo de regresión logística, donde se considera la hipótesis nula de que no existe diferencias entre los diversos valores que han sido observados y predichos, además se tiene que $H-L$ se distribuye como una Chi-cuadrada (Joaquín, 2005).

- **Análisis de Conglomerados**

También llamado análisis cluster, es una técnica estadística descriptiva multivariante que permite agrupar objetos (unidades estadísticas) y/o variables, buscando la similitud dentro de ellas y la diferencia sea alta entre grupos diferentes. Se utiliza generalmente en los análisis exploratorios, que dependen, fundamentalmente, de las variables consideradas y del método del análisis de clúster empleado.

- **Supuestos del Análisis Conglomerados**

Las exigencias de normalidad, linealidad y homocedasticidad que son consideradas importantes en otras técnicas, realmente tienen poco peso en el análisis de agrupamiento, también llamada *cluster*. El investigador debe centrarse, sin embargo, en otros dos asuntos críticos, como son: la representatividad de la muestra y la multicolinealidad” (Hair, 1999)

- **Tipos de Análisis Conglomerados**

- Conglomerados Jerárquicos
- Conglomerados de k medias
- Conglomerado Bietápico

1.1.36 Análisis conglomerado jerárquico

Este análisis permite aglomerar tantos casos como variables y elegir entre una gran variedad de métodos de aglomeración y medidas de distancia. Comienza con el cálculo de la matriz de distancias entre los elementos de la muestra, que pueden ser casos o variables. Esa matriz contiene las distancias existentes entre cada elemento y todos los restantes de la muestra. Luego se buscan los dos elementos más próximos y se agrupan en un conglomerado. El conglomerado resultante es indivisible a partir de ese momento: de ahí el nombre de jerárquico asignado al procedimiento.

1.1.37 Análisis conglomerados de k medias

El método de k medias permite procesar un número ilimitado de casos, pero sólo permite utilizar un método de aglomeración y requiere que se proponga previamente el número de conglomerados que se desea obtener. Tanto el método Jerárquico y el de k medias, son de tipo aglomerativo, en el sentido de que, partiendo del análisis de los casos individuales, intentan ir agrupando casos hasta llegar a la formación de los grupos o conglomerados homogéneos.

1.1.38 Análisis conglomerado Bietápico

Se desarrolla cuando los tamaños de los conglomerados son grandes, lo que implica que los tamaños poblacionales son también grandes, por lo tanto, el análisis conglomerado se debe realizar en dos pasos.

- **Algoritmos de formación de conglomerados**

Se tiene dos criterios, que son:

- ❖ **Algoritmos de partición.** Este método consiste en dividir el conjunto de observación en k conglomerados o clúster, en donde k es definido por el investigador.
- ❖ **Algoritmo jerárquico.** Método que entrega una jerarquía de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados. Dentro de este criterio se tiene dos formas:

- **Método jerárquico aglomerativo**, que inicia con una situación en que cada observación forma un conglomerado y en sucesivos pasos se van uniendo, hasta que finalmente todas las situaciones están en un único conglomerado.
- **Método jerárquico disociativo**, consiste en partir de un gran conglomerado y en pasos sucesivos se va dividiendo hasta que cada observación queda en un conglomerado diferente.

- **Etapas del análisis de conglomerados**

Dentro de una investigación, considerando el orden las etapas que se deben seguir es:

- Elección de las variables que participan en el análisis
 - Elección de la medida de asociación
 - Elección de la técnica clúster
 - Validación de los resultados
- ❖ **Elección de variables.** Las variables estadísticas que se consideran son de dos tipos:
- ✓ **Variables cuantitativas**, que son generalmente producto de mediciones (continuas) o de conteos de casos ocurridos en cantidades enteras (discretas). Sus datos deben ser numéricos, los continuos tienen parte decimal y los discretos sólo son números enteros.
 - ✓ **Variables cualitativas**, son atributos o características que no pueden medirse, sólo se indica a que categoría o nivel pertenece. Si la categoría tiene orden se denomina ordinal, caso contrario se denomina nominal.

Dependiendo de los objetivos de cada investigación, se puede desear realizar un análisis conglomerado por las variables o por los individuos. Si se pretende agrupar las variables más parecidas se debe realizar un análisis conglomerado de las variables. Si se pretende agrupar a los individuos en grupos se ha de realizar un análisis conglomerado de los individuos.

❖ **Elección de la medida de asociación.** Para poder juntar variables o individuos es necesario tener algunas medidas numéricas que caractericen las relaciones entre las variables o los individuos. Cada medida refleja asociación en un sentido particular y es necesario elegir una medida apropiada para el problema concreto que se esté tratando, la medida de asociación puede ser una distancia o una similaridad. Cuando se elige una distancia como medida de asociación, los grupos formados contendrán individuos parecidos de forma que la distancia entre ellos ha de ser pequeña, y cuando se elige una medida de similaridad los grupos formados contendrán individuos con una similaridad alta entre ellos.

✓ **Distancia métrica**

Una función $d:U \times U \rightarrow \mathbb{R}$, se llama distancia métrica si $\forall x, y, z \in U$ y se verifica que

$$\begin{cases} d(x, y) \geq 0 \\ d(x, y) = 0 \leftrightarrow x = y \\ d(x, y) = d(y, x) \\ d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z) \end{cases}$$

Donde $d(x, y)$ representa la distancia medida entre dos unidades de análisis.

✓ **Similaridad**

Una función $s:U \times U \rightarrow \mathbb{R}$, se llama similaridad si $\forall x, y \in U$ se verifica:

$$s_0 \equiv \text{número real finito arbitrario} \begin{cases} s(x, y) \leq s_0 \\ s(x, x) = s_0 \\ s(x, y) = s(y, x) \end{cases}$$

Donde $s(x, y)$ representa la similitud cuantitativa entre dos unidades de análisis.

✓ **Similaridad métrica**

Una función $s:U \times U \rightarrow \mathbb{R}$, se llama similaridad métrica si $\forall x, y, z \in U$ se verifica:

$$\left\{ \begin{array}{l} s(x, y) \leq s_0 \\ s(x, x) = s_0 \\ s(x, y) = s(y, x) \\ s(x, y) = s_0 \rightarrow x = y \\ |s(x, y) + s(y, z) - s(x, z)| \geq s(x, y)s(y, z) \end{array} \right.$$

Dependiendo del tipo de análisis (por variable o por individuos) que se realiza, existen distintas medias de asociación, aunque técnicamente, todas las medidas pueden utilizarse en ambos casos.

✓ **Medidas de asociación para variables**

Si el objetivo es juntar variables cuantitativas similares, se tiene una serie de medidas estadísticas, entre las más comunes se tiene:

- Coseno del ángulo de dos vectores
- Coeficiente de correlación

Para efectuar la medición de asociación entre dos variables dicotómicas, cuando se tiene una tabla como la mostrada en la Tabla 04.

Tabla 4
Medidas para dos variables dicotómicas

Variable	Variable X _j		Totales	
	1	0		
X _i	a	b	a+b	
	1	c	d	c+d
Totales	a+c	b+d	m=a+b+c+d	

Nota: Donde las codificaciones: 1 señala que la observación hecha tiene el atributo y el 0 no la tiene, los símbolos de a, b y c representan el conteo del atributo de la variable X_i y X_j.

Se tiene varas fórmulas, que se detalla a continuación.

- La medida de Ochiai, tiene la forma (6)

$$\frac{a}{\sqrt{(a + b)(a + c)}} \tag{6}$$

- La medida Φ , usa la fórmula (7)

$$\frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}} \quad (7)$$

- La medida de Russell y Rao, utiliza (8)

$$\frac{a}{a + b + c + d} = \frac{a}{m} \quad (8)$$

- La medida de Parejas simples, emplea la fórmula (9)

$$\frac{a + d}{a + b + c + d} = \frac{a + d}{m} \quad (9)$$

- La medida de Jaccard, utiliza la fórmula (10)

$$\frac{a}{a + b + c} \quad (10)$$

- La medida de Dice se realiza a través de la fórmula (11)

$$\frac{2a}{2a + b + c} \quad (11)$$

- La medida de Rogers-Tanimoto, utiliza la fórmula (12)

$$\frac{a + d}{a + d + 2(b + c)} \quad (12)$$

✓ **Medidas de asociación para individuos**

Para cuando se desee agrupar en conglomerados para individuos, las unidades de análisis, las medidas de asociación más conocidas que se tiene son:

- La distancia Euclídea, que se realiza a través de la fórmula (13)

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{c=1}^p (x_{ic} - x_{jc})^2} \quad (13)$$

- La distancia de Minkowski se realiza con la fórmula (14)

$$d_q(x_i, x_j) = \left(\sum_{c=1}^p |x_{ic} - x_{jc}|^q \right)^{\frac{1}{q}} \quad (14)$$

Además, se considera que $q \geq 1$.

- La Distancia d_1 o ciudad (City Block)

$$d(x_i, x_j) = \sum_{c=1}^p |x_{ic} - x_{jc}| \quad (15)$$

- La distancia de Tchebychev o del máximo ($q = \infty$) (16)

$$(q = \infty): d_\infty(x_i, x_j) = \max(c=1, \dots, p) |x_{ic} - x_{jc}| \quad (16)$$

- La distancia de Mahalanobis (17)

$$D_s(x_i, x_j) = \sqrt{(x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j)} \quad (17)$$

- La distancia χ^2 (18)

$$\chi^2 = m \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \frac{n_{ij}^2}{m_{i \cdot} \cdot m_{\cdot j}} - 1 \right] \quad (18)$$

Donde $d(x_i, x_j)$ es la distancia cuantitativa de asociación entre individuos, la distancia consigo mismo será de cero.

1.1.39 Dendograma

Un dendograma constituye un tipo de representación gráfica o diagrama en forma de árbol, cuyo objetivo es mostrar qué unidades estadísticas son semejantes y la cercanía que tienen, cómo se van agrupando. La figura 28 muestra la forma como presentan los diferentes programas informáticos que analizan el análisis conglomerado, dado en unidades estadísticas.



Figura 27. Estructura básica del dendograma

1.2 Antecedentes

El tema de contaminación sonora está siendo seguida y estudiada con mucha preocupación, no sólo por los investigadores, sino también por los diferentes gobiernos locales, medios de comunicación y el estado, por esta razón serán mencionados algunos estudios realizados en diferentes países del mundo, en el Perú, la región y especialmente en nuestra ciudad.

Según Cattaneo *et al.* (2010), las principales causas de ruidos molestos en la ciudad de estudio, Buenos Aires, según la percepción subjetiva de los vecinos, provienen del transporte público, obras en construcción, reparaciones en vías públicas, centros comerciales y locales de esparcimiento.

Si consideramos una perspectiva medicinal, cualquier persona, independientemente de sus características generales tales como su edad o sexo, expuesta a niveles elevados de ruido, puede padecer una hipoacusia, y su efecto puede ser mayor según se su tiempo de exposición, así mismo las actividades extra laborales con ruido también se considera como un factor sumatorio en el trauma sonoro. (Ruiz, 1995)

El autor considera evaluar la percepción de las personas asociada a niveles de presión sonora, que provengan de fuentes vehiculares y establecimientos nocturnos localizados en sectores mixtos en barrios como Gran limonar (Carrera 66 entre Calle 13 y Calle 10) de la comuna 17 de la ciudad de Cali. Concluye que los datos de niveles promedio de

ruido obtenidos en la caracterización para los puntos, horarios y días determinados no cumplen con resoluciones vigentes para un sector B, además corrobora esta condición con la percepción que tienen los habitantes de la zona de estudio, pues el 77% manifiesta reconocer problemas de contaminación ambiental, debido al exceso en los niveles de ruido en una zona catalogada como residencial. Así mismo utiliza algunas pruebas de hipótesis, y principalmente la estadística descriptiva. (Perea y Marín, 2014)

Salazar (2012) manifiesta que la OMS estimó que, aproximadamente, 278 millones de personas presentan algún tipo de déficit auditivo en el mundo; el 50% de las pérdidas auditivas podrían evitarse mediante prevención, un diagnóstico precoz y una gestión eficaz y que, probablemente, más de 4.000.000 de años de vida saludable se perdieron debido a pérdidas auditivas inducidas por ruido. Lo anterior hace necesario establecer un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, que permita adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología en la población y los impactos que ella genera. En su trabajo se efectuó un estudio de diversos casos y controles (retrospectivo, observacional y analítico). Analizando una muestra de 352 empresas y 3654 trabajadores, utilizando un modelo multivariado de regresión logística para estimar la asociación entre pérdida auditiva y los factores de riesgo que la originan.

Perea y Marín (2014) estudiaron la percepción del ruido por parte de habitantes de un barrio en la ciudad de Cali Colombia, que tuvo el propósito de evaluar la percepción de la población de la comuna 17 del Barrio Limonar, frente a la problemática de contaminación auditiva que se presentó en los últimos años, esta problemática se evidencia por las diversas quejas que la autoridad ambiental (DAGMA) registra diariamente. Se midieron niveles de presión sonora en tres puntos determinados, A, B y C. En cada punto se realizó la medición de ruido ambiental para los días jueves y sábados en diferentes intervalos de tiempo para horarios diurnos y nocturnos, según lo establece su legislación. La caracterización de ruido fue realizada durante 4.5 meses y en los resultados obtenidos se encontraron que los niveles de ruido registrados sobrepasaban los límites máximos permisibles establecidos por las autoridades en un sector determinado para la zona sujeta a estudio y donde se evidenció un promedio ponderado de niveles de ruido para el jueves durante el día de 72.98 dB(A) en el punto 1, 72.08 dB(A) en el punto 2 y 73.28 dB(A) en el punto 3, donde durante la noche se presentaron niveles de 68.96 dB(A), 70.66 dB(A) y 71.41 dB(A) para los puntos 1, 2 y 3 respectivamente.

Ortiz (2010) realizó la elaboración de mapas de ruido y ofreció propuestas de solución para la reducción del ruido en las empresas de su país, en contribución a la salud auditiva del trabajador, el objetivo fue elaborar un mapa de ruido y dar propuestas de solución para la reducción del ruido en las Empresas: Implementos Agrícolas de Centro América (IMACASA), Omni Music School (OMS), y Sala de ventas Omni Music (OM) de la ciudad de Santa Ana, en contribución a la salud auditiva del trabajador.

Salazar (2012) estudió sobre la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en la ciudad de Santiago de Chile, el objetivo fue establecer un modelo que pueda predecir la pérdida auditiva ocasionada por la contaminación acústica laboral, permitiendo así adoptar medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que genera, en una de las conclusiones alcanzadas manifiesta que el 15.02% de la población estudiada, independientemente del sexo, variable utilizada en el trabajo presenta pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, no existiendo diferencias significativas entre hombres y mujeres.

Lucic (2009) trabajo para ver el ruido como un problema en el aprendizaje, aquí se busca disminuir la intensidad de ruido, medida en decibelios, que existe en una sala de clases. Esto para mejorar la calidad acústica del aula y permitir a los alumnos una mejora en su de aprendizaje, indica que las mediciones de decibelios existentes actualmente sobre algunas de las principales calles de Santiago fueron anteriormente geo-referenciadas al ser superpuestas con un mapa de las locaciones de centros de educación (colegios, universidades, etc.), esto permitió visualizar que un grupo importante de estos centros de educación se ven afectados por el ruido de la ciudad, debido a su distribución geográfica. Además del ruido de la ciudad, que se ha visto favorecido por algunos factores, se le puede agregar un factor interno, que es la adición de fuentes de emisión de ruido dentro de los centros de educación. En algunos casos la existencia de estas fuentes de ruido o de contaminación acústica puede no ser intencional, un ejemplo puede verse en ciertos colegios donde se emite música por los altoparlantes durante el recreo. Eventuales, como un ensayo de banda escolar que se prepara para desfilar. O circunstanciales como son niños gritando dentro de la sala de clase. Pero existen otros casos, en que las características curriculares de los centros de educación llevan a tener que generar, no de forma intencional, una fuente de ruido indeseada.

Una evaluación del ruido ambiental se realizó en la ciudad de Puerto Montt, donde se ha logrado medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad, y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de la ciudad. (Lobos, 2008).

Un estudio sobre la influencia de determinadas variables en el ruido urbano, producido por el tráfico de vehículos fue realizado por Morales (2009), quien concluye que las variables más importantes son la presencia de semáforos, la velocidad y la pendiente de las calles. Llegó a determinar unas funciones determinantes que clasificaban los puntos de las calles, menores o iguales a 70 dB y mayores a 70 dB, cuya función principal alcanzó un 76% de efectividad.

Sanchez (2015) realizó una evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero en el Portil, Huelva donde concluye que una calle denominada A-5052 es la principal fuente de contaminación acústica en esta ciudad turística costera del sur de España. La estadística empleada es la descriptiva, emplea algunas pruebas de hipótesis del ruido promedio y también el modelo de regresión lineal para analizar el comportamiento del tránsito vehicular.

Los medios de comunicación, también muestran su preocupación sobre el problema de la contaminación sonora y sus efectos, es por ello que en nuestro país uno de los diarios más importantes, en la sección de economía, ha escrito un artículo sobre esto, denominado: El estrés: un asesino en serie, en el cual se manifiesta que entre las principales causas que producen estrés se pueden citar las preocupaciones, los miedos, la inseguridad, el temor a la pérdida de control, los ruidos o situaciones molestas y los pensamientos negativos sobre nosotros mismos o sobre nuestra actuación ante las otras personas. (Venegas, 2017)

Para Cruz (2017) la contaminación sonora producida por el ruido de vehículos es el factor que más molestias causa a la población urbana, así elige la avenida Javier Prado, entre las intersecciones con la avenida Aviación por el Este y la avenida Brasil por el Oeste, luego usa encuestas a los transeúntes y conductores entre las 07:00 a 09:00 horas en el área que genera mayor congestión vehicular para obtener el factor de molestias a la población encuestada.

El trabajo de investigación que estudia la contaminación acústica de la actividad minera desarrollada en la región central del Perú, el objetivo pretende contribuir a mejorar el

bienestar físico, mental y social de los trabajadores de diversas empresas mineras de la región Central del país, al finalizar el trabajo concluye que la minería tiene una tasa de prevalencia muy alta con respecto al contaminante acústico. (Alcántara, 2001)

Baca y Seminario (2012) realizaron una evaluación de impacto sonoro en la pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP en Lima. Busca analizar los niveles de ruido en el campus universitario y plasmarlos en un Mapa de ruidos, los resultados obtenidos muestran que la zona perimetral de la PUCP presenta elevados niveles de presión sonora, el cual afecta inclusive algunos pabellones dentro del campus universitario; por lo que se propuso la utilización de elementos acústicos como medida de mitigación.

El gobierno a través del Organismos de Evaluación y Fiscalización ambiental (OEFA), ha publicado un informe de la Contaminación sonora en Lima y Callao, donde busca difundir los resultados del trabajo realizado por la Dirección de Evaluación del OEFA en el marco de la campaña de mediciones de ruido ambiental desarrollada en Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao en mayo del 2015. Asimismo, tiene la finalidad de comparar los datos de este año con la información recolectada en la anterior campaña, realizada entre octubre y diciembre del 2013. En el documento también hay información sobre la contaminación sonora, y el cómo afecta a nuestra salud y qué podemos hacer para evitarla (OEFA, 2016).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

2.1.1 Planteamiento del problema

El crecimiento poblacional que se da en nuestro planeta es inevitable, se estima que la población mundial a finales del 2018 supera los 7620 millones de habitantes, nuestro país está por encima de los 32 millones de habitantes, en nuestra región sobre pasa los 1'429,000, en la provincia de Puno cerca de 252,000 y en el distrito de Puno aproximadamente es de 138,700 habitantes aproximadamente, teniendo en cuenta que en la región Puno, el 77% vive en la zona urbana y el 23% en la zona rural. Considerando la cantidad de habitantes en las zonas urbanas, los pobladores realizan diferentes actividades propias a sus necesidades por lo que necesitan desplazarse a sus lugares de trabajo, estudio u otro destino. Uno de los problemas más álgidos en estos últimos años es el de la contaminación ambiental, que tiene varios factores que contribuyen en su degradación, como son: del agua, del suelo, del aire, visual y contaminación acústica o sonora. Debido a la relativa estabilidad económica de los últimos años que se tiene en el Perú debido a la actividad minera de la zona altiplánica, el avance de la tecnología y otras actividades económicas; el crecimiento del parque automotor se viene dando en forma desmedida, el año 2016 el país alcanzó cifra de más de 2.6 millones de vehículos, habiéndose incrementado en 100 mil vehículos aproximadamente el último año (Diario Gestión, 2016), lo que viene generando problemas no sólo en Perú, sino en casi todos los países del mundo, sobre todo en zonas urbanas.

Así, nuestro país no es ajeno al problema ambiental, nuestra región de igual manera se ve perjudicada con este problema, esto se ve en las zonas céntricas de nuestra ciudad en horas “puntas”, los ruidos generados por el tráfico vehicular (combis, taxis, vehículos particulares, moto taxis, motocicletas, etc.), el comercio, el tráfico peatonal entre otros, son altos y molestos, incluso de llega a sobrepasar los niveles de ruidos permitidos por el Organismo Mundial de la Salud (OMS) que indica deben estar entre 40 a 50 decibeles.

El país cuenta con un organismo público que se encarga de supervisar la contaminación ambiental, denominado Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en nuestra región este organismo cuenta con una oficina, sin embargo, está en pleno proceso de descentralización, teniendo labores muy limitadas. Otro de los organismos que debe de encargarse del control es el municipio provincial, sin embargo, no se tiene una instancia específica que se aboque a esta problemática, menos aún se cuente con alguna entidad que recabe y centralice información respecto a este tema.

La contaminación sonora, no solo afecta los oídos, sino que también provoca efectos psicológicos negativos y otros efectos fisiológicos. Los efectos negativos no deseados en el comportamiento de la persona, la salud mental y física dependen de las características personales, al parecer, el estrés es generado por el ruido y se modula en función de cada individuo y de cada situación.

2.1.2 Enunciado del problema

Todo lo relatado conlleva a realizar las siguientes interrogantes: ¿Qué modelo estadístico determina adecuadamente el nivel de contaminación sonora del distrito de Puno? ¿Qué modelo estadístico de regresión logística determina el nivel de contaminación sonora del distrito de Puno? ¿Qué zonas de tránsito tienen similitud del nivel de contaminación sonora en el distrito de Puno?

2.2 Justificación

La contaminación ambiental es un problema importante que atañe a todos los habitantes del planeta, ya que el futuro de la subsistencia dependerá no sólo del ser humano, sino también de todos los seres vivos que la habitan, vale decir, tanto animales como plantas. Los tipos de contaminación ambiental son del agua, del suelo, sonoros, visuales, del aire

y otros, y tienen varios factores que la ocasionan, los cuales afecta la salud de todo ser vivo.

Actualmente la contaminación sonora, al igual que otros tipos de contaminación, son analizados e investigados no sólo en forma aislada por investigadores, sino también por organismos privados y gubernamentales, estos estudios son realizados por profesionales de diferentes áreas, de acuerdo a su competencia profesional, por ejemplo encontramos investigaciones de profesionales de la salud que estudian los efectos psicopatológicos (aceleración del pulso, taquicardias, aumento de la presión arterial, dolor de cabeza, irrigación sanguínea, secreción gástrica, aumento del colesterol, entre otras muchas enfermedades); los profesionales en psicología estudian los efectos psicológicos (Insomnio, dificultad para conciliar el sueño, fatiga, estrés, depresión, ansiedad, irritabilidad, agresividad, aislamiento social, trastornos psicofísicos, entre otros).

Las investigaciones encontradas por diferentes profesionales sobre la contaminación sonora, varían de acuerdo al interés para con su área de formación profesional, vale decir de diferentes ópticas y con diferentes fines y objetivos. La información encontrada desde el punto estadístico, es solo descriptivo y algunos estudios encontrados fueron del tipo correlacional simple, no se tiene estudios con profundidad estadística o que realicen un análisis minucioso, como la relación entre variables o modelos estadísticos que representen el comportamiento de los mismos, o efectúen la agrupación de zonas similares, entre otros análisis, no hay aún más sobre nuestra región Puno y específicamente el distrito de Puno.

Lo que se pretende con esta investigación es proporcionar un modelo que permita conocer con anticipación cuales son los niveles de contaminación sonora en zonas con mayor tránsito peatonal-vehicular y zonas similares de contaminación sonora, teniendo tal información se puede tomar medidas para mitigar o disminuir esto.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Presentar un modelo estadístico que determine adecuadamente el nivel de contaminación sonora del distrito de Puno durante el año 2017.

2.3.2 Objetivos específicos

- Determinar un modelo de regresión logística polinomial que identifique el nivel contaminación sonora del distrito de Puno durante el año.
- Identificar zonas de tránsito con similar nivel de contaminación sonora en el distrito de Puno

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

El modelo estadístico de regresión logística determina adecuadamente el nivel de contaminación sonora del distrito de Puno.

2.4.2 Hipótesis específicas

- El modelo de regresión logística polinomial determina el nivel contaminación sonora del distrito de Puno-2017.
- Las zonas de mayor tránsito presentan similar nivel de contaminación sonora en el distrito de Puno.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La región Puno se encuentra localizada en la sierra del sudeste del Perú, en la meseta del Collao entre $13^{\circ}00'66''00''$ y $17^{\circ}17'30''$ de latitud sur y los $71^{\circ}06'57''$ y $68^{\circ}48'46''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita por el Sur, con la región Tacna; por el Este, con la República de Bolivia y por el Oeste, con las regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua y por el Norte, con Madre de Dios. La región Puno posee altitudes variadas, se encuentra en el altiplano entre los 3,812 y 5,500 msnm, entre la ceja de selva y la selva alta, entre los 4,200 y 500 msnm. Cabe mencionar que la capital, Puno, está ubicada a orillas del Lago Titicaca, así el estudio de investigación se realizó en la capital de la provincia de Puno.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Por la naturaleza del estudio, la población está constituida por las diferentes arterias de la ciudad de Puno, donde existe el tránsito peatonal y vehicular. Siendo desconocida la cantidad exacta de calles con que cuenta el distrito de Puno. Además, se cuenta con un aproximado de 106,799 habitantes que se movilizan por las diferentes calles de nuestra ciudad.

De igual forma se cuenta con 49 empresas de transporte urbano que generan una flota vehicular de alrededor 950 camionetas rurales (combis), alrededor de 20 empresas de taxis, contando con 520 unidades móviles; el servicio de moto taxis cuenta con 15 empresas, haciendo un total de 500 unidades móviles

aproximadamente. Las unidades particulares suman alrededor de 900 vehículos. Lo que permite determinar que 2400 unidades vehiculares circulan diariamente por las principales arterias de la ciudad de Puno.

3.2.2 Muestra

Para fines de estudio, el muestreo escogido ha sido de tipo no probabilístico, y se han considerado 19 puntos de observación, considerando la Ordenanza Municipal N° 001-2018-MPP, que declara como vías saturadas algunas arterias de la ciudad. Los puntos de observación del presente estudio fueron intersecciones de calles y avenidas y se muestran en la tabla 5.

Tabla 5
Lugares considerados de las diferentes calles y/o intersecciones de la ciudad de Puno, en la medición del sonido.

Intersección
Bolívar - Lampa
Bolívar - Ejercito
Bolívar - Terminal Zonal
Ejercito - Plataforma Deportiva Chanu Chanu
Ejercito - Inicio Circunvalación
El Sol - Floral
El Sol - Puerto
El Sol - Hospital
El Sol - Echenique
El Sol - Lampa
El Sol - Los Incas
La Torre - Floral
La Torre - Los Incas
Puerto - Tacna
Tacna - Mercado Central
Libertad - Ilave
Libertad - Pasaje Lima
Mercado - Laykakota (abajo)
Mercado Laykakota (arriba)

Se ha realizado la observación del tránsito (vehicular y peatonal) en horas de mayor circulación, denominadas horas punta, que son de 7:00 a 9:00 h., de 12:00 h. a 14:00 h. y de 17:00 a 20:00 h. en las intersecciones mencionadas en la tabla 5.

3.3 Método de investigación

Se utilizaron las mediciones, con la finalidad de encontrar el modelo estadístico que permita realizar estimaciones de los niveles de sonido. El instrumento de medición ha sido un sonómetro de clase 1, de marca PRASEK PR-352, las observaciones fueron realizadas en las diferentes arterias de la ciudad de Puno y en horas de mayor congestión vehicular y tránsito peatonal.

3.3.1 Método

Se ha utilizado la regresión logística binomial y/o polinomial, donde se considera la variable dependiente el nivel de contaminación ambiental, las variables independientes consideradas fueron cantidad de vehículos particulares, combis de servicio urbano, cantidad de moto taxis, cantidad de transeúntes, número de establecimientos comerciales, cantidad de vendedores ambulantes, entre otros.

En los niveles de sonido, pese a que sus medidas son de tipo cuantitativo, se ha cualificado, es decir ha convertido la medida en una variable cualitativa, de acuerdo a lo recomendado por la OMS, se han considerado los niveles de 1) Ambiente poco ruidoso, 2) Ambiente ruidoso y 3) Ambiente molesto. Esto en referencia a los diferentes trabajos de investigación realizadas, donde consideran que no se alcanzan los otros niveles de ruido, o que otros niveles son irrelevantes para el propósito del trabajo.

Así mismo se utilizó el análisis de conglomerado, con la finalidad de describir las zonas y calles que tienen similitud no sólo en la congestión vehicular, sino también el nivel de contaminación sonora, generada por diferentes factores, considerando las horas de mayor tránsito vehicular y peatonal. Los resultados son analizados minuciosamente, cuidando los supuestos estadísticos requeridos y validados.

3.3.2 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

Para realizar los análisis estadísticos de regresión logística y el análisis conglomerado, se hizo uso del software estadístico SPSS en su versión 24, además, para algunos análisis y gráficos se utilizó el Excel 2013, también se empleó el procesador de textos Word para realizar el informe del trabajo realizado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

La tecnología empleada para la fabricación de los diferentes vehículos ha hecho grandes esfuerzos para reducir el ruido del tráfico, en comparación con los vehículos que generaban fuertes ruidos, sin embargo el volumen del tráfico ha aumentado tanto que se ha visto superado año a año en los últimos años y el esfuerzo para disminuirlo ha sido inútil ya que el nivel de molestia ha aumentado casi en todos los países del mundo y nuestro país no ha sido la excepción, como lo muestra la tabla 6, que indica el crecimiento del número de unidades vehiculares según categoría.

Tabla 6

Parque automotor en el Perú 2012-2015, según categoría. Miles de unidades

Clase de vehículo	2012	2013	2014	2015
Total	2138	2223	2424	2544
Automovil	928	964	1058	1116
Station Wagon	293	289	340	370
Camioneta Pick up	246	257	266	274
Camionera rural	318	349	343	355
Camioneta panel	39	40	42	43
Ómnibus	59	60	78	79
Camión	171	178	203	208
Remolcador	34	35	39	42
Remolque y semiremolque	49	52	54	58

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Superintendencia Nacional de Registros Públicos 2017.

Además, se aprecia el ingreso de vehículos motorizados nuevos de forma continua en los últimos años, como se aprecia en la tabla 7.

Así mismo, la tabla 8 muestra el incremento del parque automotor a nivel nacional, donde Puno se encuentra en el noveno lugar de crecimiento automotor a nivel nacional.

Tabla 7

Venta unidades de vehículos nuevos en el Perú 2013-2016, según categoría.

Categoría	2013	2014	2015	2016
Total	474645	456008	439673	248886
Ligero	169490	164689	157546	88264
Automóvil	85327	86139	82550	44639
Camioneta	19926	20140	20507	11839
Station Wagon	592	641	399	207
Otros	63645	57769	54090	31579
Pesado	23190	19224	15540	9094
Camión	15839	12955	9902	5675
Tractocamiones	3445	3124	2999	1685
Minibús/Ómnibus	3806	3145	2639	1734
Menores	281965	272095	266587	151528
Motocicleta	177440	169089	164067	91339
Trimotos	104525	103006	102520	60189

Fuente: Asociación automotriz del Perú 2017.

Tabla 8
Parque automotor nacional estimado por clase de vehículo, según departamento: 2016

Departamentos	Total	Station				Panel	Ómnibus	Camión	Remol cador	Remolque Semirem.
		Auto móvil	Wagon	Pick-up	Rural					
Total	2661719	1167041	403193	283479	365316	43387	80119	213155	43604	62425
Lima/Callao	1752919	807529	284251	163793	236502	31006	50441	116601	29520	33276
La Libertad	190073	77440	21459	25037	18382	1372	7105	21208	4548	13522
Arequipa	187929	89335	14236	21353	27142	1989	5099	16853	4804	7118
Cusco	73997	29313	12253	9108	11300	578	2938	8160	281	66
Lambayeque	68261	30741	5908	9192	9418	1034	1348	8088	572	1960
Junin	67049	22296	12308	8749	9715	295	2139	9231	881	1435
Piura	55060	23771	4922	10378	7915	400	1280	5503	518	373
Tacna	49382	18040	11476	4777	5580	1556	1703	4727	614	909
Puno	47696	8711	8867	4740	14029	3246	2562	4887	297	357
Áncash	33542	14484	5472	4009	5555	235	940	2415	199	233
Los demás	135811	45381	22041	22343	19778	1676	4564	15482	1370	5176

4.1.1 Parque automotor en Puno

La relativa estabilidad económica de la que se goza en los últimos años, la región de Puno no solamente trajo grandes beneficios para la colectividad, sino también dificultades; rebasando así la capacidad resolutive de las autoridades locales y regionales, principalmente en el tema del transporte público, debido a la alta concentración vehicular que provoca la saturación de las principales redes viales de la región, considerando además que no hubo un plan de desarrollo adecuado.

De acuerdo con los reportes de la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP), más de 14 mil vehículos ingresan anualmente a la región Puno, una cifra que incrementa dramáticamente el parque automotor sobre todo en las últimas décadas, originando un evidente colapso del mismo. El caos vehicular originada debido al excesivo número de vehículos en vías angostas es el pan de cada día, principalmente en las ciudades de Puno y Juliaca, que concentran mayor volumen de población, los pasajeros están condenados a lidiar con el problema del transporte, perdiendo tiempo en los embotellamientos. La tabla 09 muestra el flujo vehicular durante los últimos meses del 2016 y el 2017.

Tabla 9
Flujo vehicular en el departamento de Puno 2016-2017

	set	oct	nov	dic					
2016	399086	549443	411289	473471					
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set
2017	448142	421695	430760	416868	442702	421105	475200	491773	433907

Fuente: (INEI, 2017)

La figura 28 indica que entre los meses de setiembre y octubre se tiene mayor tránsito vehicular, y que durante los meses de enero a abril existe una disminución del tránsito vehicular.

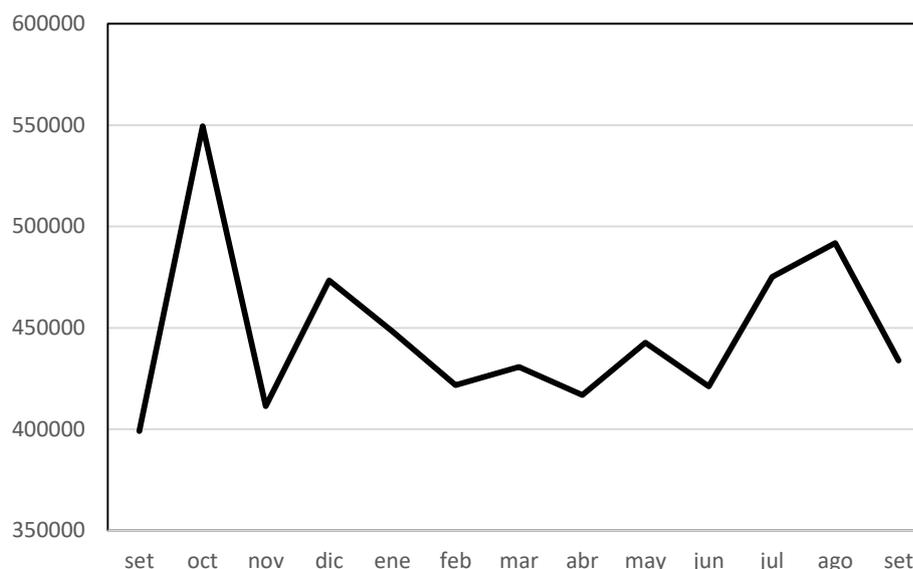


Figura 28. Flujo vehicular en el departamento de Puno 2016-2017

4.1.2 Servicio de transporte público en el distrito de Puno

En la ciudad de Puno, el servicio de transporte urbano es operado por 50 empresas, con una flota vehicular superior a 1000 camionetas rurales (combis), sin incluir los taxis y moto taxis; estos últimos coadyuvan a la congestión vehicular, principalmente en el centro de la ciudad, que comprende la avenida La Torre y los jirones Tacna y Los Incas. Mientras que, en el servicio de transporte interurbano existen 38 empresas, con un número de 557 vehículos entre combis y minibuses, según el registro de la Sub Gerencia de Transportes de la Municipalidad Provincial de Puno (Copa, 2014). La Tabla 10 y Figura 29 muestran la cantidad de unidades vehiculares registradas por MPP y el porcentaje que estos representan.

Tabla 10
Cantidad de unidades vehiculares de transporte público registrados en la Municipalidad Provincial de Puno, al mes de octubre de 2018

Vehículo	Nº	%
Combis	1602	30,39
Taxis	2113	40,08
Moto taxis	275	5,22
Camiones	1194	22,65
Otros	88	1,67

Fuente: Municipalidad Provincial de Puno (2018).

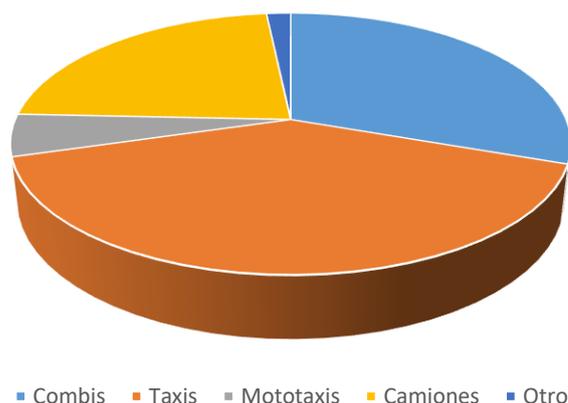


Figura 29. Porcentaje de unidades vehiculares de transporte público registrados en la Municipalidad Provincial de Puno, al mes de octubre de 2018.

La cantidad de empresas que prestan servicio a la comunidad puneña está dada básicamente por las combis, por ello se denomina comúnmente como servicio de transporte masivo, y este servicio es común a nivel nacional, nuestra región no está exento de este servicio. Debe considerarse que resulta económico hacer uso de estos servicios, en contraparte, su calidad de servicio no es el ideal, tanto por el estado de las unidades, como la calidad del servicio de parte del personal a cargo, específicamente el cobrador y el chofer, que no están adecuadamente preparados para tratar con los usuarios.

La tabla 11 y la figura 30 muestran la cantidad de empresas registradas por la MPP hasta octubre de 2018 y su distribución porcentual.

Tabla 11
Cantidad de empresas registradas en el municipio de Puno, hasta octubre 2018.

Tipos de unidades vehiculares de las empresas	Cantidad
Combis	91
Taxis	57
Moto taxis	27
Ómnibus	5
Volquetes	4
Triciclos	2

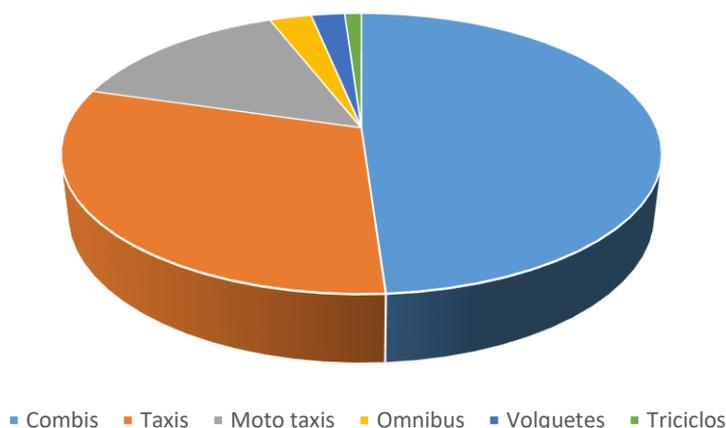


Figura 30. Distribución de la cantidad de empresas que prestan servicios en el distrito de Puno-2018

Las mediciones del sonido en las diferentes arterias de la ciudad de Puno se realizaron previa observación y análisis de las zonas donde ocurre las mayores congestiones vehiculares, la frecuencia de observaciones es mostrada en la tabla 12.

Tabla 12
Frecuencia de observaciones realizadas en las arterias de la ciudad de Puno-2018

Lugar	Frecuencia	Porcentaje
Av. Bolivar - Jr. Lampa	65	9,9
Av. Bolivar - Av. Ejercito	21	3,2
Av. Bolivar -Terminal Zonal Puno	20	3,0
Av. Ejercito-Esq. Plataforma Deportiva Chanu Chanu	15	2,3
Av. Ejercito – Inicio Circunvalación	40	6,1
Av. El Sol - Av. Floral	20	3,0
Av. El Sol-Av. Puerto	35	5,3
Av. El Sol-Hospital MNB-Puno	25	3,8
Av. El Sol-Jr. Echenique	20	3,0
Av. El Sol-Jr. Lampa	55	8,4
Av. El Sol-Jr. Los Incas	50	7,6
Av. La Torre- Av. Floral	35	5,3
Av. La Torre-Jr. Los Incas	30	4,6
Av. Puerto-Jr. Tacna	35	5,3
Jr. Tacna-Mercado Central	50	7,6
Jr. Libertad-Jr. llave	35	5,3
Jr. Libertad-Pasaje Lima	35	5,3
Mcd. Laykakota(abajo)	20	3,0
Mcd. Laykakota(arriba)	50	7,6
Total	656	100,0

Las observaciones fueron realizadas en las diferentes arterias de la ciudad de Puno, y las mediciones fueron hechas en las denominadas ‘horas punta’, donde se tiene mayor circulación de personas y vehículos, como se aprecia en la tabla 13, se tiene que el 48% de las mediciones fueron realizadas en horas de la tarde, esto por la naturaleza del tránsito vehicular y peatonal que se tiene en el distrito de Puno, y en la Figura 31 se muestra el porcentaje de las evaluaciones correspondientes.

Tabla 13

Cantidad de mediciones realizadas en las diferentes arterias de la ciudad de Puno y en diferentes horarios.

Horario	Frecuencia	Porcentaje
Mañana (7 – 8 hrs.)	146	22,3
Medio Día (12–13 hrs.)	180	27,4
Tarde (18 – 19 hrs.)	315	48,0
Noche (20 – 21 hrs.)	15	2,3
Total	656	100,0

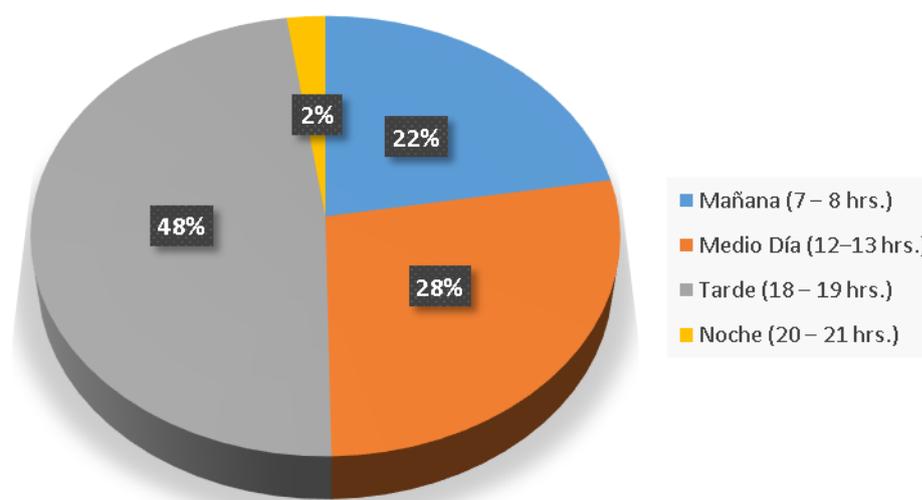


Figura 31. Porcentaje de observaciones de los sonidos emitidos por el tráfico (vehicular y peatonal) en diferentes horarios.

En la tabla 14, se muestra los sonidos promedios medidos en los diferentes horarios, donde se aprecia que por la noche se tiene el mayor sonido, sin embargo, la mayor variación del sonido se da por las mañanas, esto se debe a diferentes factores, tales como la hora de ingreso a los centros de trabajo, ingreso de los escolares, entre otros.

Tabla 14
Estadísticas descriptivas de los sonidos promedios realizados en los diferentes horarios

Estadísticos descriptivos			
horario	N	Media	Varianza
Mañana	146	58,03	84,841
Medio Día	180	61,18	41,030
Tarde	315	58,19	78,902
Noche	15	66,40	1,400

La medición máxima se dio en la intersección de la avenida el Sol con el jirón Lampa, alcanzando 90 decibelios, medida que debe preocupar a los moradores de esas zonas y a los transeúntes, ya que esto trae consecuencias sobre todo para la salud humana. Si se toma la tabla de clasificación del sonido empleado en la investigación, se tendría como ‘ambiente molesto’, puesto que muchas veces sobre pasa los 90 decibelios, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15
Sonidos máximos observados en las diferentes arterias de la ciudad.

Nº	Lugar	Máximo
1	Av. Bolivar - Jr. Lampa	83
2	Av. Bolivar - Av. Ejercito	84
3	Av. Bolivar-Terminal Zonal Puno	83
4	Av. Ejercito-Esq.Plataforma Deportiva Chanu chanu	79
5	Av. Ejercito-Inicio Circunvalación	82
6	Av. El Sol - Av. Floral	80
7	Av. El Sol-Av. Puerto	85
8	Av. El Sol-Hospital	82
9	Av. El Sol-Jr. Echenique	85
10	Av. El Sol-Jr. Lampa	90
11	Av. El Sol-Jr. Los Incas	85
12	Av. La Torre- Av. Floral	84
13	Av. La Torre-Jr. Los Incas	87
14	Av. Puerto-Jr. Tacna	82
15	Jr. Tacna-Mercado Central	85
16	Jr. Libertad-Jr. llave	85
17	Jr. Libertad-Pasaje Lima	80
18	Mcdo. Laykakota (abajo)	83
19	Mcdo Laykakota(arriba)	81

Como se aprecia en la tabla 16 mostrada a continuación, se ha llegado a medir sonidos hasta de 90 decibelios, lo cual atenta la salud de los transeúntes de las diferentes arterias de la ciudad, en promedio se alcanzó a encontrar mediciones promedio de 76 dB. Valores por encima de lo recomendado por la OMS.

Tabla 16
Estadísticas descriptivas de las observaciones máximas

N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
656	53	37	90	49864	76,01	7,284	53,053

En la tabla 17 se aprecia que las variables que más tienen relación con la medición del sonido en primer lugar se tiene los ruidos ocasionados por las combis, alcanzando una correlación positiva de 0.748 que resulta significativo; en segundo lugar se tiene la variable emitida por los taxis, que alcanza una correlación de 0.69, que también resulta significativo en tercer lugar se tiene los sonidos emitidos por las unidades vehiculares de los particulares, que alcanza una correlación de 0.687, que también resulta ser significativo. Las tres variables mencionadas, contribuyen a emitir sonidos altos en las diferentes arterias de la ciudad de Puno.

Tabla 17
Matriz de correlaciones entre las diferentes variables consideradas en la medición del sonido.

	Sonido promedio	Combis	Moto taxi	Personas comerciales	Tiendas	Tiempo semaforo	Comercio ambulatio	Carros particulares	Buses	Taxis
Sonido promedio	1	,748 ^{**}	,187 ^{**}	-0,047	-,264 ^{**}	-,271 ^{**}	,246 ^{**}	,687 ^{**}	,104 ^{**}	,690 ^{**}
Combis	,748 ^{**}	1	,154 ^{**}	-0,003	-,136 ^{**}	-,245 ^{**}	,216 ^{**}	,515 ^{**}	,099 [*]	,548 ^{**}
Moto taxi	,187 ^{**}	,154 ^{**}	1	,129 ^{**}	0,006	-,349 ^{**}	,112 ^{**}	,125 ^{**}	,139 ^{**}	,080 [*]
Personas	-0,047	-0,003	,129 ^{**}	1	,242 ^{**}	0,021	,297 ^{**}	-0,029	-0,002	-0,062
Tiendas comerciales	-,264 ^{**}	-,136 ^{**}	0,006	,242 ^{**}	1	-,054	,172 ^{**}	-,179 ^{**}	-,104 ^{**}	-,234 ^{**}
Tiempo semaforo	-,271 ^{**}	-,245 ^{**}	-,349 ^{**}	0,021	-,054	1	-,122 ^{**}	-,148 ^{**}	-,095 [*]	-,154 ^{**}
Comercio ambulatorio	,246 ^{**}	,216 ^{**}	,112 ^{**}	,297 ^{**}	,172 ^{**}	-,122 ^{**}	1	,172 ^{**}	0,035	,162 ^{**}
Carros particulares	,687 ^{**}	,515 ^{**}	,125 ^{**}	-0,029	-,179 ^{**}	-,148 ^{**}	,172 ^{**}	1	,085 [*]	,520 ^{**}
Buses	,104 ^{**}	,099 [*]	,139 ^{**}	-0,002	-,104 ^{**}	-,095 [*]	0,035	,085 [*]	1	0,006
Taxis	,690 ^{**}	,548 ^{**}	,080 [*]	-0,062	-,234 ^{**}	-,154 ^{**}	,162 ^{**}	,520 ^{**}	0,006	1

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

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

El tránsito de unidades vehiculares en la ciudad de Puno, no es homogéneo y está supeditado a diferentes factores como: el tiempo en segundos de los semáforos, ya que no es el mismo en todos, algunos tiempos van desde 20 segundos hasta 45 segundos, pero la mayoría de los semáforos proporcionan un tiempo de 30 segundos (vea la tabla 18). Otro de los factores es la cantidad de carriles para tránsito vehicular, gran parte de las calles céntricas tiene un solo carril de tránsito vehicular, algunas avenidas tienen hasta dos carriles.

Además, se ha observado que hace mucha falta la capacitación y conocimientos de reglas de convivencia y sobre todo reglas de tránsito vehicular, no sólo a los conductores de combis, taxistas, moto taxistas, conductores particulares, triciclistas, sino también a los peatones, esto conlleva a que se produzca mayor congestión vehicular.

Tabla 18
Cantidad de combis que circulan, al cambio de semáforo.

Lugar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Av. Bolivar - Jr. Lampa	9	14	11,97	1,199
Av. Bolivar - Av. Ejercito	9	14	10,86	1,526
Av. Bolivar- Terminal Zonal	10	14	11,95	1,395
Av. Ejercito- Esq.Plataforma Chanu Chanu	8	12	9,73	1,223
Av. Ejercito-Inicio Circunvalación	8	14	10,60	1,582
Av. El Sol - Av. Floral	10	14	11,40	1,273
Av. El Sol-Av. Puerto	9	14	11,57	1,335
Av. El Sol-Hospital	10	14	11,96	1,060
Av. El Sol-Jr. Echenique	9	14	10,50	1,357
Av. El Sol-Jr. Lampa	10	14	11,89	1,197
Av. El Sol-Jr. Los Incas	8	14	11,64	1,849
Av. La Torre-Av. Floral	11	15	12,83	1,124
Av. La Torre-Jr. Los Incas	10	14	11,93	1,172
Av. Puerto-Jr. Tacna	8	13	10,54	1,853
Jr. Tacna-Mercado Central	9	14	12,10	1,329
Jr. Libertad-Jr. llave	10	14	11,89	1,301
Jr. Libertad-Pasaje Lima	6	11	8,14	1,192
Mcd. Laykakota (abajo)	11	15	12,75	1,333
Mcd. Laykakota (arriba)	8	14	10,70	1,821

En la figura 32, que representa el dendograma emitido por el SPSS, se da a conocer la similitud de las intersecciones respecto a la medición de los sonidos. Se aprecia que el ruido en la intersección del jirón La Libertad con el pasaje Lima es muy

distinto a los demás que es explicado por la ausencia de servicio por esta zona, si se tendría un corte de distancia a dos decibelios, se encontraría cuatro grupos, ya que las líneas de unión nos señalan las similitudes en el ruido ocasionado por las Combis.

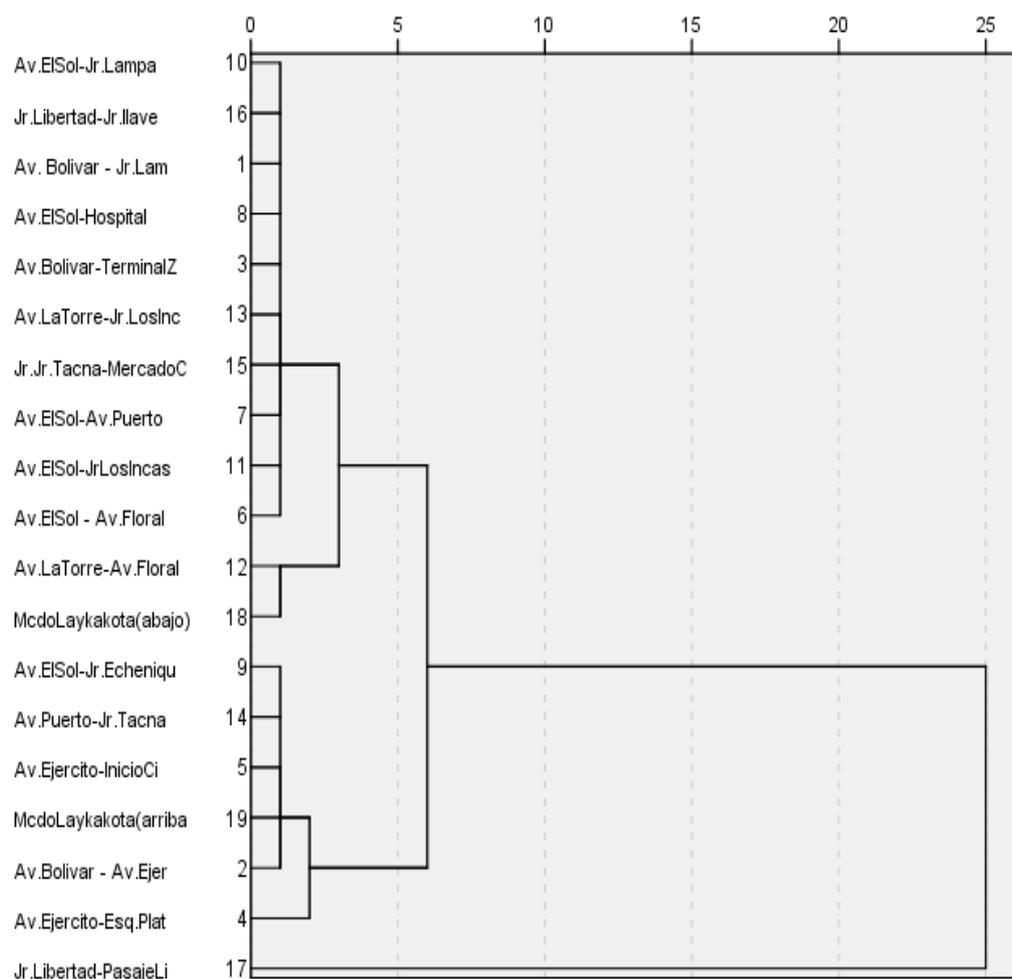


Figura 32. Dendrograma de clasificación, según la cantidad promedio de Combis que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.

En la figura 33 se muestra que al iniciar la clasificación del sonido emitido por los Taxis que circulan al cambio de semáforo, se tiene hasta cinco grupos de arterias, encontrándose similitudes de sonido entre las intersecciones de Av. Sol con Esquina del Hospital M.N.B. con el Mercado Laykakota parte inferior (Av. Sol).

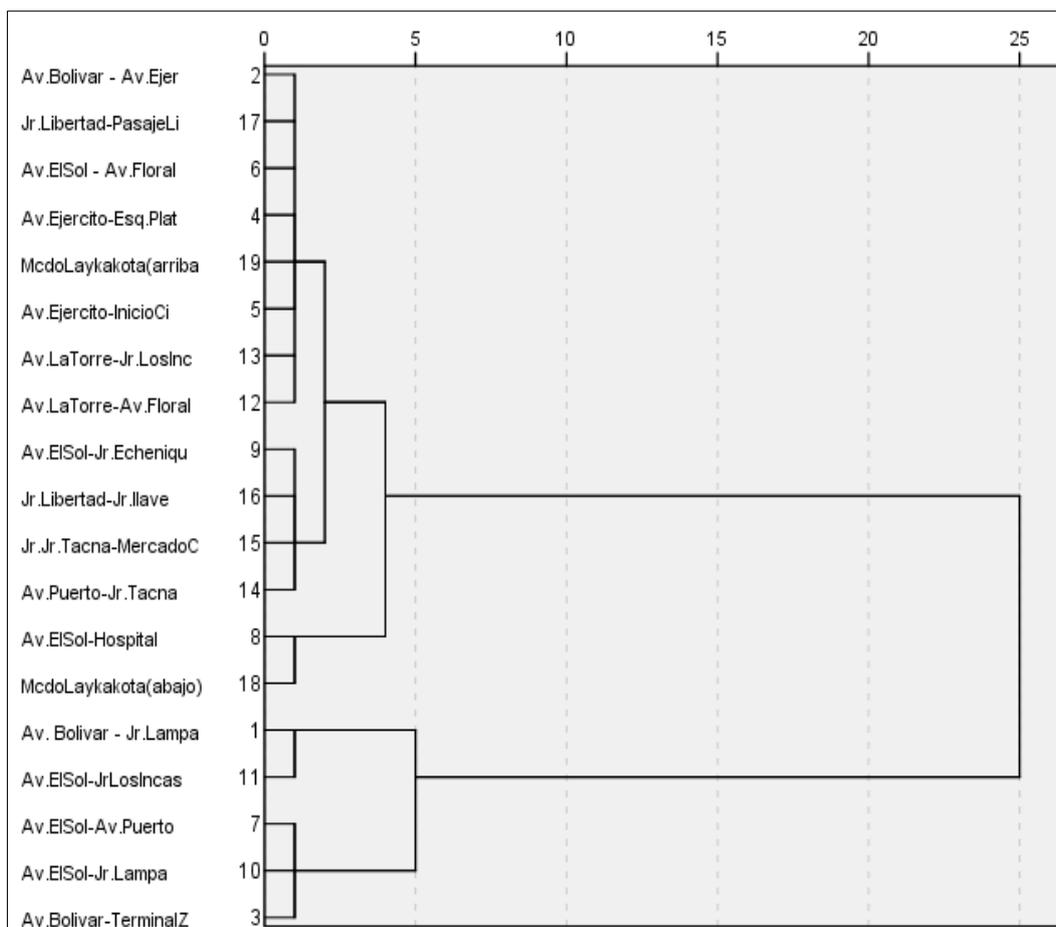


Figura 33. Dendrograma de clasificación, según la cantidad promedio de los Taxis que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.

Al realizar la clasificación del nivel de sonido considerado en la investigación, se ha encontrado que solo se tiene dos niveles de sonido: Poco ruidoso y Ambiente ruidoso, ya que los datos considerados fueron las mediciones promedias, realizadas por el sonómetro empleado. Se ha realizado más de 800 mediciones, sin embargo, sólo se han considerado 656, luego de haber realizado una limpieza de los datos recopilados, con el objetivo que no invalidar y/o sesgar el análisis estadístico, de tal manera que realmente represente los ruidos emitidos por las diferentes variables.

Se puede apreciar que la tabla 19 muestra que el 57% de los ruidos, están categorizados como para ‘Ambiente ruidoso’, es decir se tiene mediciones que va desde 60 decibelios hasta los 90 decibelios, el porcentaje de esto se muestra en la figura 34.

Tabla 19
Niveles de sonido promedios emitidos por las diferentes unidades vehiculares en las arterias de la ciudad de Puno-2018.

Nivel de sonido (promedios)	Frecuencia	Porcentaje
Poco ruidoso	282	43,0
Ambiente ruidoso	374	57,0
Total	656	100,0

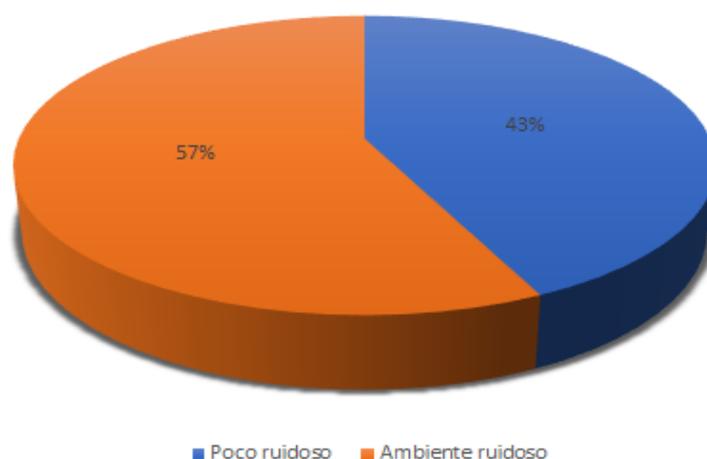


Figura 34. Niveles de sonido promedios medidos en las diferentes arterias de la ciudad de Puno.

A continuación, en la tabla 20 se muestran las estadísticas descriptivas más importantes, considerando sólo las variables más relacionadas a los ruidos medidos, en concordancia con la matriz de correlaciones dadas anteriormente. Se puede apreciar que las unidades vehiculares de mayor circulación son las combis, se aprecia también que las unidades vehiculares de menor circulación son los mototaxis, se entiende que esto es por la geografía de nuestra ciudad.

Tabla 20
Estadísticas descriptivas de la cantidad de vehículos que transitan al cambio de semáforo en una intersección de calles.

	N	Rango	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Combis	656	9	7465	11,38	1,744	3,042
Moto taxi	654	20	1487	2,27	2,820	7,954
Nro. de carros particulares	656	6	3275	4,99	1,215	1,476
Taxis	656	6	3264	4,98	1,233	1,520

Fuente: Resultados emitidos por el SPSS v24.

Al analizar la tabla 21 se puede concluir que el modelo de regresión logística si permite realizar clasificaciones, considerando que las variables: Combis, Moto taxis, vehículos particulares, entre otros, si son significativas para encontrar un modelo, así se realizan las pruebas ómnibus de los coeficientes del modelo.

Tabla 21
Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso	365,484	9	0,000
Bloque	365,484	9	0,000
Modelo	365,484	9	0,000

Fuente: Resultados emitidos por el SPSS v24.

La tabla 22 señala el grado de relación entre las variables independientes y la variable dependiente, encontrándose un 57% de explicación, lo cual es significativo.

Tabla 22
Resumen del modelo

Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
528,728 ^a	0,428	0,575

a. La estimación ha terminado en el número de iteración 6 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de ,001.

Fuente: Resultados emitidos por el SPSS v24.

La tabla 23 proporciona los resultados de la clasificación correcta utilizando la regresión logística con todas las observaciones, donde se alcanza un 79.8% de efectividad, lo cual es significativa la clasificación correcta.

Tabla 23
Tabla de clasificación de los sonidos utilizando el modelo

Nivel sonido	Pronosticado		Porcentaje correcto
	PROM (Agrupada)		
	Poco ruidoso	Ambiente ruidoso	
Poco ruidoso (1)	208	74	73,8
Ambiente ruidoso (2)	58	314	84,4
Porcentaje global			79,8

Valor de corte 0,50

Fuente: Resultados emitidos por el SPSS v24.

De acuerdo a la tabla 24 que se muestra a continuación, se puede señalar que las variables más significativas para estimar el nivel de contaminación sonora son: El ruido emitido por los servicios de transporte masivo, denominado combis; en segundo lugar, se tiene dos factores de ruido ocasionados por los carros particulares y los taxis; finalmente se tiene los ruidos ocasionados por las mototaxis. El ruido ocasionado por las tiendas comerciales no es tan significativo a la hora de medir la contaminación sonora, así como el ruido producido por las personas.

Tabla 24
Análisis de las variables independientes consideradas para encontrar un modelo de regresión logística, donde se estime el nivel de contaminación sonora.

Variables analizadas	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Combis	0,834	0,094	79,376	1	0,000	2,303
Moto taxi	0,077	0,041	3,530	1	0,060	1,080
Personas	0,004	0,008	0,244	1	0,621	1,004
Tiendas comerciales	-0,016	0,016	0,974	1	0,324	0,985
Tiempo semáforo	0,004	0,008	0,307	1	0,580	1,004
Comercio ambulatorio	-0,006	0,031	0,035	1	0,852	0,994
Nro. de carros particulares	0,626	0,120	26,990	1	0,000	1,870
Buses	0,096	0,178	0,289	1	0,591	1,101
Taxis	0,598	0,122	24,110	1	0,000	1,818
Constante	-15,529	1,320	138,328	1	0,000	0,000

Fuente: Resultados emitidos por el SPSS v24.

El modelo generado por la tabla anterior, tiene la forma mostrada en la ecuación 19.

$$P(y=1) = \frac{1}{1 + e^{15.5 + 0.8Combis + 0.6Particular + 0.6Taxis + 0.07Moto taxis}} \quad (19)$$

Donde

Además, ese modelo puede ser empleado para realizar estimaciones del nivel de contaminación sonora.

El dendograma mostrado en la Figura 36 señala cierta afinidad entre algunas arterias de la ciudad, dadas por las regiones que están en la parte superior de la figura, tales como las intersecciones de Av. Bolivar y el Jr. Lamba, Av. Bolivar y el Terminal zonal, hasta las intersecciones de Av. La Torres y el Jr. Los Incas, en total con 13 arterias. En el segundo grupo de afinidad respecto al ruido medido, se tiene: Av. El Sol y Av. Flora, similar a la intersección de la frontera del mercado Laykakota. El tercer grupo está formado por las intersecciones de: Av. Ejercito con Inicio Circunvalación Sur, Av. El Puerto con Jr. Tacna y la intersección de Av. Ejercito con Plataforma Deportiva de Chanu chanu, similitud respecto al ruido medido. Finalmente se tiene en forma aislada y sin similares de ruido, la intersección del pasaje Lima y el Jr. La Libertad. Se pudo observar que por esta vía no existe autorización del servicio de tránsito de pasajeros en forma masiva o combis.

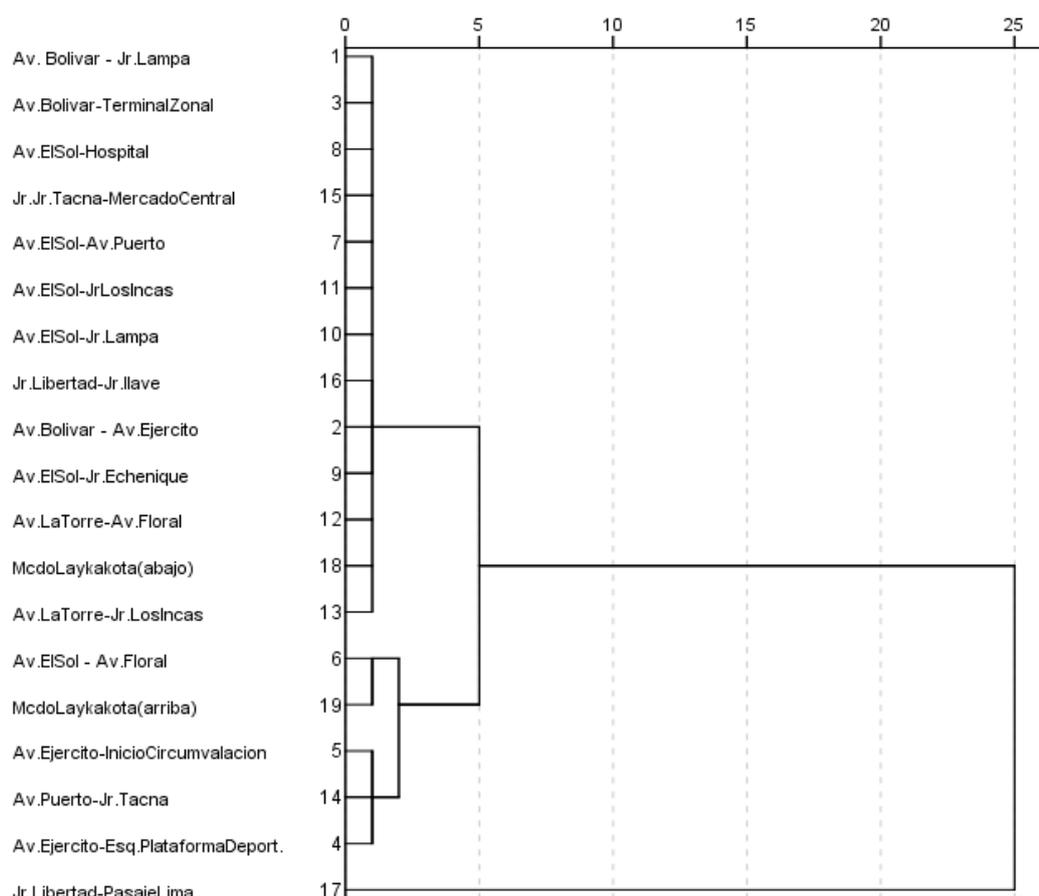


Figura 35. Dendograma de clasificación, según promedio del ruido emitido por los vehículos que transitan en las diferentes arterias al cambio de semáforo.

CONCLUSIONES

- Las unidades vehiculares que mayor ruido causan en las diferentes arterias de la ciudad de Puno son las camionetas rurales de servicio de transporte, denominadas comúnmente como combis.
- El modelo de regresión logística utilizada para la clasificación de los niveles de sonido, alcanza un alto porcentaje, siendo este alrededor del 80%, lo que demuestra la buena relación entre los factores considerados para determinar el grado de contaminación en el distrito de Puno. El modelo encontrado es:

$$P(y=1) = \frac{1}{1 + e^{15.5 + 0.8 \text{Combis} + 0.6 \text{Particular} + 0.6 \text{Taxis} + 0.07 \text{Moto taxis}}}$$

- Se ha identificado cuantitativamente que existe arterias de la ciudad muy diferentes a otras, respecto a la contaminación sonora, en las principales arterias del distrito de Puno.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones sobre contaminación sonora y las consecuencias que viene generando a los transeúntes y las personas que habitan en las zonas céntricas de la ciudad, considerando otros factores.
- A las autoridades municipales y las oficinas de la OEFA de nuestra región, se recomienda realizar diferentes etapas de concientización sobre el uso del claxon de los conductores de vehículos, pues no se tiene organismos que trabajen en la contaminación sonora.
- Como próximo trabajo, se puede investigar la cuantificación de los problemas causados por el ruido, este puede ser un trabajo interdisciplinar, en conjunto con investigadores del sector salud.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Trujillo, M. C. (2001). *Contaminación acústica de la actividad minera en la región central del Perú* (Tesis de maestría). Sección de Posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Aranaz, F. (2001). *SPSS, Análisis Estadístico*. México: McGraw Hill.
- Baca Berrio, W. y Seminario Castro, W. B. (2012). *Evaluación de impacto sonoro en la pontificia Universidad católica del Perú* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Brüel & Kjael. (2000). *Ruido ambiental*. Madrid, España.
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito*. Santiago, Chile: Cepal.
- Caceda, F. (2001). *Procedimientos Metodológicos y Analíticos para desarrollar Investigación Científica*. Puno: Editorial Universitaria UNA – Puno.
- Calvo Gómez, F. (1993). *Técnicas Estadísticas Multivariantes*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Casal, R. (1997). *Contaminación acústica: Efectos sobre Parámetros físicos y Psicológicos* (Tesis de doctorado). Facultad de Medicina, Catedra de Otorrinolaringología, Universidad de la Laguna, Tenerife, España.
- Cattaneo, M., Vecchio, R., Lopez Sardi, M. Navilli, L. y Scrocchi, F. (2010). *Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires*. (versión electrónica). Argentina. Universidad de Palermo. Recuperado de: https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COINI_Cattaneo1.pdf
- Christ, C. F. (1979). *Modelos y Métodos Económicos*. México: Limusa.
- Copa, H. (20 de enero de 2014). Parque automotor en evidente colapso en Puno y Juliaca. *Los Andes*. Lima, Perú.
- Cruz, S. (2017). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Av. Javier Prado. *Diseño y Tecnología*, 11.

- D.S.N° 85, P. (2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.
- Farfan Neira, L. J. (2011). *Fuentes generadoras de contaminación acústica y niveles de ruido en la ciudad de Lambayeque, Febrero-Mayo del 2011*. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Gujarati, N. (1997). *Econometría*. México: McGraw Hill.
- Hair, T. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall.
- Instituto Nacional Estadística e Informática. (2017). *Flujo vehicular por unidades de peaje*. Lima, Perú.
- Joaquín, U. (2005). *Análisis Multivariado Aplicado*. Madrid: Thomson.
- Levine, B. (1998). *Estadística Básica en Administración*. México: Prentice Hall.
- Lobos Vega, V. H. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt* (Tesis de grado). Universidad Astral de Chile, Puerto Montt, Chile.
- Lucic Oliva, Y. D. (2009). *El ruido como problema en el aprendizaje* (Tesis de doctorado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Luque Martínez, T. (2000). *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados*. Madrid: Pirámide.
- Malhotra, N. K. (1997). *Investigación de Mercados*. México: Prentice Hall.
- Morales, J. (2009). *Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano, producido por el tráfico de vehículos*. Madrid, España.
- Novales, A. (1988). *Econometría*. México: McGraw Hill.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *La contaminación sonora en Lima y Callao*. Lima, Perú.
- Ortiz Pineda, W. I. (2010). *Elaboración de mapas de ruido y propuestas de solución para la reducción del ruido en las empresas: Implementos Agrícolas de Centro América (IMACASA), Omni Music School (OMS), y Sala de Ventas Omni Music (OM) de la ciudad de Santa Ana, en contribución a la salud auditiva del trabajador* (Tesis de grado). Departamento de Ingeniería y Arquitectura, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad De El Salvador, Santa Ana, El Salvador.
- Perea Escobar, X. & Marín Toro, E. (2014). *Percepción del ruido por parte de habitantes del barrio Gran Limonar de la Comuna 17 en la ciudad de Cali*. Santiago de Cali, Colombia. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7747/1/3754-0446435.pdf>

- Real Academia Española. (2001). *Diccionario*. España.
- Reitsch, H. (1996). *Pronósticos en los Negocios*. México: Prentice Hall.
- Ripoll Gimeno, S. (2010). *Evolución de la contaminación acústica provocada por el tráfico de la N-332 en Altea*. Valencia. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ruiz Casal, E. J. (1995). *Contaminación acústica: Efectos sobre parámetros físicos y psicológicos* (Tesis de doctorado). Facultad de Medicina, Universidad de la Laguna, Tenerife, España. Recuperado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=802&orden=101752&info=link>
- Salazar Bugueño, A. M. (2012). *Pérdida auditiva por la contaminación acústica laboral en Santiago de Chile* (Tesis de doctorado). Universitat de Barcelona, España.
- Sanchez Sanchez, R. (2015). *Evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero (el Portil, Huelva)* (Tesis de doctorado). Departamento de Física Aplicada, Universidad de Huelva, Huelva.
- Sincich, M. (1999). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. España: McGraw Hill.
- Sminkey, L. (2018). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/>
- Thomson, I. (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Toyota. (03 de setiembre de 2018). *Conduce como piensas*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/>
- Uriel, E. (2005). *Análisis Multivariante Aplicado*. España: Thomson.
- Valenzuela, M. (1992). *Proyecciones Estadísticas*. México: McGraw Hill.
- Venegas, R. (13 de agosto de 2017). El estrés: un asesino en serie. *El Comercio*. Lima, Perú.
- Webster, L. (2000). *Estadística Aplicada a los negocios y la Economía*. Colombia: McGraw Hill.
- Documentación**
- 2003, G. ©. (14 de agosto de 2017). *Grupo de acustica*. Obtenido de Grupo de acustica: <http://www.ehu.eus/acustica/index.html>
- 360/MSJM, O. N. (03 de mayo de 2017). *Regulan la Prevención y Control de Ruidos Molestos en el distrito*. *El Peruano*.
- Ordenanza Municipal, 001-2018-MPP (2018).



ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del Sonómetro PRASEK PR-352

PR-352 Series		
Sound Level Meters		
PR-352		
Specification	Range	
Model		PR-352
Range	30~80dB	±1.5dB
	50~100dB	±1.5dB
	60~110dB	±1.5dB
	80~130dB	±1.5dB
Frequency	31.5Hz~8000Hz	✓
Frequency Weighting	A&C	✓
Sample Rate	FAST: 8 Times/s	✓
	SLOW: 1 Times/s	✓
Features		
Analogue Outputs	AC:0.707Vrms full scale;Output impedance: around 600Ω	✓
	DC:2Vrms full scale;10mV/dB;Output impedance: around 100Ω	✓
Data Hold		✓
Auto Power Off		✓
Low Battery Indication	≤4.8V	✓
MAX Mode		✓
MIN Mode		✓
Data Logging		63
High Alarm	Display "OVER"	✓
Lower Alarm	Display "UNDER"	✓
LCD Backlight		✓
Analogue Bar Graph	30~130dB	✓
General Characteristic		
Power	1.5V Batteries(LR6) X 4	
LCD Size	53mm X 41 mm	
Product Color	Red and Grey	
Product Net Weight	330g	
Product Size	273mm X 70mm X 39 mm	
Standard Accessories	Batteries,Windscreen, Leather Box	
Standard Individual Packing	Gift Box, English Manual	
Standard Quantity Per Carton	30 PCs	
Standard Carton Measurement	670mm X 385mm X 300mm (0.077 CBM Per Standard Carton)	
Standard Carton Gross Weight	18 Kg	

Anexo 2. Ordenanza municipal 001-2018-MPP




Concejo Provincial de Puno

ORDENANZA MUNICIPAL N° 001-2018-MPP

Puno, 15 de Enero de 2018.

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO.

POR CUANTO:

Visto en sesión Ordinaria de Concejo Municipal de fecha 12 de Enero de 2018, Informe N°114-2017-MPP-GTSV/RVR emitido por Gerencia de Transportes y Seguridad Vial, Opinión Legal N°459-2017/MPP/GAJ emitido por la Gerencia de Asesoría Jurídica, Dictamen N°001-2017-MPP-SR/COTS emitido por la Comisión Ordinaria de Transportes y Seguridad Vial, Informe Técnico N°147-2017-MPP/GTSV/SGIT-ET emitido por Especialista de Tránsito de la Sub Gerencia de Transportes y Seguridad Vial, Dictamen N°001-2017-MPP-SR/COTS emitido por la Comisión Ordinaria de Transportes y Seguridad Vial, y;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 194 de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, señala que las Municipalidades son órganos de Gobierno Local que gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia.

Que, dentro de sus competencias y funciones específicas en materia de tránsito, viabilidad y transporte público, la Ley N°27972 – Ley Orgánica de Municipalidades, en su artículo 81°, numerales 1.2, 1.4 y 1.7 prescribe que las municipalidades provinciales ejercen funciones específicas exclusivas consistentes en normar y regular el servicio público de transporte terrestre urbano e interurbano de su jurisdicción, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales sobre la materia; normar y regular el transporte público y otorgar las correspondientes licencias o concesiones de rutas para el transporte de pasajeros e identificar las vías y rutas establecidas para tal objeto; y otorgar autorizaciones y concesiones para la prestación del servicio público de transporte provincial de personas en su jurisdicción.

Que, mediante Informe N°114-2017-MPP-GTSV/RVR emitido por Gerencia de Transportes y Seguridad Vial, remite la propuesta de Ordenanza que declara vías saturadas en la Ciudad de Puno a fin de que sea puesta de conocimiento del Concejo Municipal para su evaluación y posterior aprobación, precisando que la problemática del transporte público se concentra en el centro de la ciudad de Puno, específicamente en el casco urbano, debido a que es el centro de mayor generación y atracción de viajes por su desarrollo económico y social, caracterizado además por la proliferación de vehículos menores como mototaxis y triciclos que son utilizados para el transporte público, en ese contexto, considerando que el Plan Regulador de Rutas realiza la recomendación de declarar vías saturadas en procura de una adecuada gestión y uso racional de las vías de la ciudad de Puno y garantizar la seguridad de la población, es que resulta necesaria la aprobación de una Ordenanza de declare vías saturadas en la ciudad de Puno.

Que, el artículo 17°, numeral 17.1, literales c) y e) de la Ley N° 27181 – Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre establece que las Municipalidades Provinciales, en su respectiva jurisdicción y de conformidad con las leyes y los





Concejo Provincial de Puno

reglamentos nacionales, tienen las siguientes competencias en materia de transporte y tránsito terrestre: Competencias normativas: c) Declarar, en el ámbito de su jurisdicción, las áreas o vías saturadas por concepto de congestión vehicular o contaminación, en el marco de los criterios que determine el reglamento nacional correspondiente (...) e) Dar en concesión, en el ámbito de su jurisdicción, los servicios de transporte terrestre en áreas o vías que declaren saturadas; así como otorgar permisos o autorizaciones en áreas o vías no saturadas, de conformidad con los reglamentos nacionales respectivos.

Que, el artículo 3°, numeral 3.5 del Reglamento Nacional de Administración de Transportes aprobado por Decreto Supremo N°017-2009-MTC, establece que es Área Saturada: Parte del territorio de una ciudad, población o área urbana en general en la que existen dos (2) o más arterias o tramos viales con apreciable demanda de usuarios del transporte o exceso de oferta, la que presenta, en toda su extensión o en parte de ella, niveles de contaminación ambiental o congestión vehicular que comprometen la calidad de vida o la seguridad de sus habitantes, declarada como tal por la municipalidad provincial respectiva. La existencia de área saturada se determinará mediante un estudio técnico.

Que, el artículo 1° de la Ordenanza Municipal N°326-2012-MPP, aprueba el Plan Regulador de Rutas de Transportes Público Urbano de Pasajeros en la Ciudad de Puno, el mismo que fue elaborado en cumplimiento a lo dispuesto en la séptima disposición complementaria final del Decreto Supremo N°017-2009-MTC, el plan regulador de rutas, además de constituir un instrumento técnico normativo de la Municipalidad Provincial de Puno, contiene lineamientos principales para solucionar el problema de transporte urbano, dando propuestas y recomendaciones para procurar una adecuada gestión y uso racional de las vías de la ciudad de Puno y así garantizar la seguridad del público usuario.

Que, mediante Informe Técnico N°147-2017-MPP/GTSV/SGIT-ET, la Especialista en Tránsito de la Sub Gerencia de Inspecciones al Tránsito, recomienda entre otros aspectos, que ante el congestionamiento vehicular advertido, once arterias de la ciudad de Puno, sean declaradas como vías saturadas, ratificándose de esta manera con el postulado número 5 de las recomendaciones finales del Plan Regulador de Rutas de Transporte Público Urbano en la Ciudad de Puno.

Que, del análisis de la viabilidad y el sistema actual del transporte público, se vislumbra problemas derivados de la competencia irracional en la vía pública, así como sobreoferta de vehículos de transportes, ocasionando congestión de las principales vías de la ciudad de Puno, así mismo se observa un incremento y superposiciones de rutas con similar origen y destino, haciendo necesario que esta Municipalidad Provincial de Puno defina políticas necesarias para determinar un sistema vial de transporte que brinde un servicio eficiente y de buena calidad.

Que, mediante Opinión Legal N°459-2017/MPP/GAJ emitido por la Gerencia de Asesoría Jurídica, concluye declarando viable la propuesta de Ordenanza Municipal que declara vías saturadas en la ciudad de Puno, presentado mediante Informe N°114-2017-MPP-GTSV/RVR emitido por Gerencia de Transportes y Seguridad Vial, en consecuencia se pase los actuados al Pleno de Concejo Municipal para su pronunciamiento y aprobación correspondiente.

Que, mediante Dictamen N°001-2017-MPP-SR/COTS emitido por la Comisión Ordinaria de Transportes y Seguridad Vial, concluyen que en base al análisis de todo lo





Concejo Provincial de Puno

actuado es procedente la propuesta de Ordenanza Municipal que propone declarar vías saturadas en la Ciudad de Puno, recomendando al Pleno de Concejo Municipal aprobar la propiedad de Ordenanza Municipal.

Estando a las facultades otorgadas por la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972 y a lo dispuesto en Sesión Ordinaria de Concejo, el Pleno de Concejo Municipal por mayoría dicto el siguiente:

ORDENANZA MUNICIPAL

ORDENANZA MUNICIPAL QUE DECLARA VIAS SATURADAS EN LA CIUDAD DE PUNO.

ARTICULO PRIMERO.- DECLARAR, las siguientes vías de la ciudad de Puno como **VIAS SATURADAS**, respecto a la gestión de transporte público urbano regular de personas, de conformidad con lo establecido en la Ley N°27181 – Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre y el Reglamento Nacional de Administración de Transporte, aprobado por Decreto Supremo N°017-2009-MTC.

N°	AVENIDA Y/O CALLE	SECCION VIAL
1	AV. LA TORRE	Toda su extensión.
2	JR. TACNA	Toda su extensión.
3	AV. EL SOL	Toda su extensión.
4	AV. EL EJERCITO	Toda su extensión.
5	AV. SIMON BOLIVAR	7, 8 y 12
6	JR. ILAVE	1, 2, 3, 4, 5 y 6
7	JR. HUANCANE	1, 2 y 3
8	JR. JOSE PARDO	1, 2, 3, 4, 5 y 6
9	AV. FLORAL	9, 10, 11, 12 y 13
10	JR. LOS INCAS	1, 2, 3, 4, 5 y 6
11	AV- LAYKAKOTA	Toda su extensión.

ARTICULO SEGUNDO.- ENCARGAR, el cumplimiento de la presente, a la Gerencia Municipal, Gerencia de Asesoría Jurídica, Gerencia de Transportes y Seguridad Vial, otras instancias a fines.

ARTICULO TERCERO.- DISPONER a la Oficina de Tecnología e Informática, la publicación en el portal electrónico de la MPP: www.munipuno.gob.pe.

POR TANTO:

MANDO SE REGISTRE, PUBLIQUE Y CUMPLA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO

 Abog. Adolfo Damian Adco Quispe
 SECRETARIO GENERAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO

 Lic. Ivan Joel Flores Quispe
 ALCALDE

