



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA



#### TESIS

### EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULIACA

#### PRESENTADA POR:

ALFREDO ABRAHAM BARTOLO LEON

#### PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN GESTIÓN Y AUDITORÍA AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2019

## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULI**

AUTOR

**ALFREDO ABRAHAM BARTOLO LEON**

RECUENTO DE PALABRAS

**23301 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**120699 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**100 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 16, 2024 1:46 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 16, 2024 1:48 PM GMT-5**

### ● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

  
Ing. M.Sc. Elysis Roque Claros  
C.I.P. N° 82002



Resumen



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA

#### TESIS

EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES  
ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULIACA



PRESENTADA POR:

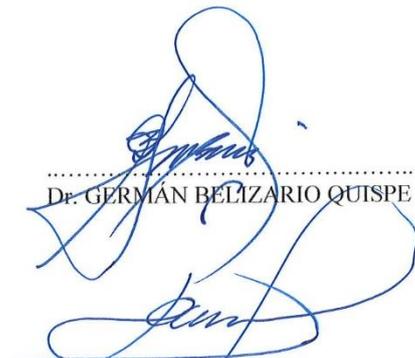
ALFREDO ABRAHAM BARTOLO LEON

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN GESTIÓN Y AUDITORÍA AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

  
.....  
Dr. GERMÁN BELÍZARIO QUISPE

PRIMER MIEMBRO

  
.....  
Dr. TEÓFILO DONAIRES FLORES

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
Ph.D. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL

ASESOR DE TESIS

  
.....  
M.Sc. ROBERTO ELVIS ROQUE CLAROS

Puno, 04 de octubre de 2019

**ÁREA:** Ciencias de la ingeniería

**TEMA:** Efecto de la exposición a ruido de aviones de poblaciones aledañas al aeropuerto de la ciudad de Juliaca

**LÍNEA:** Tecnologías Ambientales y Recursos Naturales



## DEDICATORIA

A mis queridos hijos Ángel y Fátima que son mi iluminación, quienes me inspiran en este camino de superación personal y el de seguir adelante.

A mi querida esposa Violeta, que siempre me acompaña en espíritu y quién desde lo alto ilumina mi camino.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios quien es el que ilumina el camino y la senda de mi vida, por ser tan benevolente con todos nosotros.

A la Universidad Nacional del Altiplano por ser forjadora de profesionales, quienes se desempeñan en el ámbito local, nacional e internacional.

A los docentes de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano.

A mis padres Abraham y Estela quienes siempre me brindan ese apoyo incondicional y me respaldan en decisiones que van en mejora de mi vida.

A mis amigos y compañeros, quienes impulsaron este camino de continuar estudiando y superando los obstáculos que se presentan en el camino de nuestra vida.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ACRÓNIMOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	2
1.1.1	Contaminación	2
1.1.2	Contaminación por ruido	2
1.1.3	Evolución histórica del problema:	2
1.1.4	El ruido como contaminante acústico	3
1.1.5	Efectos del ruido sobre la salud y audición humana	12
1.1.6	Fisiología de la audición	14
1.1.7	¿Qué es el ruido urbano?	20
1.1.8	Efectos en la salud	21
1.1.9	Principales fuentes contaminantes	24
1.1.10	Definición de términos	24
1.2	Antecedentes	26

### CAPÍTULO II

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	31
2.2	Enunciados del problema	32
2.2.1	Problema general	32
2.2.2	Problemas específicos	32
2.3	Justificación	33



2.4	Objetivos	34
2.4.1	Objetivo general	34
2.4.2	Objetivos específicos	34
2.5	Hipótesis	34
2.5.1	Hipótesis general	34
2.5.2	Hipótesis específicas	34

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	Lugar de estudio	36
3.1.1	Características geográficas	36
3.2	Población	37
3.3	Muestra	37
3.3.1	Universo muestral	37
3.4	Método de investigación	39
3.4.1	Tipo de estudio	39
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	39
3.5.1	Métodos e instrumentos	39
3.5.2	Criterios de inclusión	40
3.5.3	Instrumentos de la investigación	40
3.5.4	Preparación del monitoreo	40
3.5.5	Definición operacional de variables	42
3.5.6	Alcances y limitaciones	42
3.5.7	Limitaciones	43

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Nivel de intensidad del ruido producido por aviones en el Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca	44
4.1.1	Evaluación del ruido	44
4.1.2	Medición de ruido	44
4.1.3	Los Límites Permisibles	46
4.1.4	Equipos de medición	46
4.1.5	Descripción del área o situación	48
4.1.6	Discusión	54



4.2	Problemas de audición de los pobladores que habitan en lugares aledaños al Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca	55
4.2.1	Problemas de audición de los pobladores según edad, género y tiempo de residencia	56
4.2.2	Tiempo de residencia de la población evaluada	58
4.2.3	Problemas de audición de la población	59
4.2.4	Estadística descriptiva del problema y efecto de audición de la población	60
4.2.5	Relación entre los niveles de audición de los pobladores, factores personales y el ruido producido por aviones	61
4.2.6	Decisión	62
4.2.7	Relación de los niveles de audición con el género de la población	63
4.2.8	Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia de la población	65
4.2.9	Relación de los niveles de audición de la población con el nivel de ruido producido por los aviones	68
4.2.10	Análisis de regresión múltiple considerando los niveles de audición, factores personales y de niveles de ruido producido por aviones	70
4.2.11	Discusión	72
4.3	Efectos nocivos del ruido de los aviones en los pobladores que habitan en aledaños al Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca	72
4.3.1	Discusión	75
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	83



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Efectos nocivos del ruido y sus umbrales	29
2. Riesgo y protección según EPA	30
3. Variable ruido clasificados según los indicadores	42
4. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido	46
5. Niveles de ruido proveniente de aviones	49
6. Nivel de presión sonora continuo equivalente de los puntos de muestreo	50
7. Comparación entre los valores hallados vs límite	53
8. Categorización del tipo de ruido según indicador	53
9. Edad de la población evaluada	56
10. Género de la población evaluada	57
11. Tiempo de residencia de la población evaluada	58
12. Problemas de audición de la población	59
13. Estadística descriptiva del problema de audición	60
14. Relación de los niveles de audición con la edad de los pobladores	61
15. Desarrollo de hipótesis de nivel de audición y edad	62
16. Relación de los niveles de audición con el género de la población	63
17. Relación de la audición y género	64
18. Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia	66
19. Valores críticos en relación a los niveles de audición y tiempo de residencia	67
20. Relación de los niveles de audición	68
21. Valores críticos de audición de los pobladores con los niveles de ruido	69
22. Análisis de varianza ANOVA (b)	70
23. Coeficientes de regresión (a) de los factores personales y niveles de ruido	71
24. Efectos nocivos del ruido producido por los aviones del aeropuerto Manco Cápac de la ciudad de Juliaca	73



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Fuentes de ruido aerodinámico, American Institute of Aeronautics and Astronautics	8
2. Turbina típica “Aeroacoustics of Flighth Vehicles”, ASA (1995).	9
3. Corte transversal de una turbina triaxial “Aeroacoustics of Flighth Vehicles”, ASA (1995).	10
4. Fotografía de la formación de las expansiones bruscas a la salida del motor a velocidades supercríticas.	11
5. Comparación con el límite permisible	52
6. Comparación de valores hallados vs LMP	53
7. Nivel de exposición sonora	54
8. Edad de la población evaluada	56
9. Género de los pobladores evaluados	57
10. Tiempo de residencia de la población evaluada	58
11. Problemas de audición de la población	59
12. Relación de los niveles de audición con la edad de los pobladores	62
13. Relación de los niveles de audición con el género de la población	64
14. Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia	66
15. Relación de los niveles de audición	68
16. Efectos nocivos del ruido producido por aviones	74



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Imagen del aeropuerto inca manco cápac de juliaca ámbito de estudio	83
2. Guia de entrevista	84
3. Ficha de evaluación	86
4. Matriz de consistencia	87



## ACRÓNIMOS

ASA	American Estándar Association
CAM	Agencia del Medio Ambiente
CORPAC	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
dB	Decibeles
DS	Decreto Supremo
ECA	Estándares de Calidad Ambiental de Ruido
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
FPCTA	Foro Colaborativo de los participantes del Transporte Aéreo
L(den)	Nivel Total de Energía Recibida
LMP	Límites Máximos Permisibles
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MINSA	Ministerio de Salud
OACI	Organización de Aviación Civil
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PTS	Permanent Threshold Shif (Pérdida Progresiva de la Audición)
TTS	Temporary Threshold Shif (Fatiga Auditiva)

## RESUMEN

La contaminación acústica constituye una fuente de preocupación; el ruido genera efectos como alteraciones al ser humano. Determinar el efecto de la exposición al ruido de aviones de los pobladores aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca. La exposición a ruido de aviones influye negativamente en la audición de los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto de la ciudad de Juliaca. El estudio se realizó con población aledaña al aeropuerto de la ciudad de Juliaca. El universo constituido por viviendas aledañas, unidad muestral es la vivienda; la unidad de análisis son personas que cumplieron con criterios inclusivos, seleccionado aleatoriamente una persona; captando personas expuestas al ruido de aviones, aplicándose una guía de entrevista, realizándose la medición del ruido con sonómetro, seleccionando el área de mayor ruido (despegue y aterrizaje). Los resultados según los niveles de ruido por encima de los LMP establecidos en el ECA de ruido, encontrándose puntos cuyos valores están encima de los LMP, determinándose que el 83% supera los LMP; estableciéndose que la población aledaña se encuentra expuesta al ruido, extrayéndose que el 35% se encuentran como ruidoso encima del LMP, 24% en calidad de moderadamente ruidoso encima del LMP, y el 15% en calidad normal debajo del LMP, determinándose la población presenta problemas de audición, manifestándose efectos nocivos, como perturbaciones del sueño, problemas diurnos y otros, concluyendo que las personas deben usar algún tipo de protección auditiva; instituciones como Ministerio de Salud, Transportes tomar medidas en prevención de la salud auditiva.

**Palabras clave:** Aeropuerto, audición, decibelios, ECA de ruido, ruido, salud.

## ABSTRACT

Noise pollution is a source of concern; noise generates effects such as alterations to human beings. Determine the effect of exposure to aircraft noise on the residents surrounding the Inca Manco Cápac airport in the city of Juliaca. Exposure to airplane noise has a negative influence on the hearing of the people who live near the airport of the city of Juliaca. The study was carried out with a population surrounding the airport of the city of Juliaca. The universe constituted of neighboring homes, the sample unit is the home; the unit of analysis is people who met inclusive criteria, one person was randomly selected; capturing people exposed to aircraft noise, applying an interview guide, measuring the noise with a sound level meter, selecting the area of greatest noise (takeoff and landing). The results according to the noise levels above the MAL established in the noise EQS, finding points whose values are above the MAL, determining that 83% exceed the MAL; establishing that the surrounding population is exposed to noise, it can be concluded that 35% are found as noisy above the MAL, 24% as moderately noisy quality above the MAL, and 15% as normal quality below the MAL, determining that the population has hearing problems, manifesting harmful effects, such as sleep disturbances, daytime problems and others, concluding that people should use some type of hearing protection; institutions such as the Ministry of Health and Transport take measures to prevent hearing health.

**Keywords:** Airport, hearing, decibels, EQS noise, noise, health.



Daniel Pacheco Tanaka  
C.C.F. 01222

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación acerca de la contaminación de ruido (acústica) se establece como una fuente del problema de muchos Estados, regiones y países que deben compatibilizar su desarrollo económico y de infraestructura con el afianzamiento de su seguridad y bienestar de la ciudadanía; pues es conocido que el ruido genera efectos como alteraciones en el ser humano, estableciendo como uno de los principales factores etiológicos de hipoacusia, es decir cuando se eleva el umbral auditivo por encima del valor normal o de sus límites permitidos.

Se constituye como uno de los impactos ambientales negativos más importantes, a los que la población es muy sensible, es la contaminación sonora y una de ellas se deriva de la actividad aeroportuaria. El 7% de la población expuesta a impactos sonoros derivados del transporte, residen en entornos aeroportuarios (García, 2003).

Muchas investigaciones y estudios nos muestran que la presión sonora cuando está por encima de determinados umbrales va a generar efectos negativos en el organismo humano, lo que causa alteraciones en el sistema auditivo, así como en el sistema nervioso.

Sarmiento (1999), en un estudio sobre “exposición al ruido e hipoacusia” en España, dice que el ruido es un contaminante altamente peligroso que puede producir perturbaciones del sueño, dificultad de la concentración, alteraciones en el sistema nervioso, vascular, digestivo y alteraciones auditivas; y en el estudio encontró que el 67% de su población presentaron hipoacusia, relacionado directamente al ruido.

En tal consideración, Juliaca es una ciudad que cuenta con el aeropuerto “Inca Manco Cápac”, que brinda servicios diarios de vuelos nacionales e internacionales, el mismo que actualmente está ubicado dentro del área urbana, donde viven numerosas familias y que muchos de los pobladores de esta zona se quejan del ruido producido en el aeropuerto.

Ante estos hechos observados, es que me motivaron a realizar el presente trabajo de investigación titulado: Efecto de la exposición a ruido de aviones de pobladores aledaños al aeropuerto de la ciudad de Juliaca.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1 Marco teórico

##### 1.1.1 Contaminación

Es la introducción de productos físicos, biológicos que daña el medio ambiente. “Significa todo cambio indeseable en las características del aire, agua o suelo, que afecta negativamente a todos los seres vivientes del planeta”. “Estos cambios se generan principalmente por acción del ser humano” (Leslie, 1997).

##### 1.1.2 Contaminación por ruido

“Es la forma de contaminación más frecuente y subestimada; y es provocada por la exposición a ruidos”. “El ruido es un sonido que a determinada intensidad y tiempo de exposición produce daños (en algunos casos irreparables) en nuestra capacidad de audición, además de otras reacciones psicológicas y fisiológicas en nuestro organismo” (Leslie, 1997).

##### 1.1.3 Evolución histórica del problema:

Tolosa (2003) afirma que: “Está citado en la literatura que en la ciudad de Sibaris, en la antigua Grecia, 600 años antes de Cristo, los artesanos que trabajaban con el martillo eran obligados a desplazarse fuera de las murallas de la ciudad para evitar las molestias del ruido a los otros ciudadanos”. “En la Roma del siglo I, Plinio el Viejo nos dejó escrito en su tratado historia natural la observación que hizo de personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, muchas de las cuales sufrían sordera”.

Tolosa (2003) nos hace “referencia de Fosbroke que en 1830 describe la pérdida de audición de los trabajadores de las fraguas y otros autores definen esta patología como la enfermedad de los caldereros”.

La Unión Europea (2002) en el que indica que ‘el ruido urbano’ como “el ruido ambiental causado por el tráfico, las actividades industriales y otras derivadas del ocio, se establecen como uno de los importantes problemas medioambientales en Europa, aunque por regla general, las acciones destinadas a reducirlo han sido menos priorizadas que las destinadas a otros tipos de contaminación como la contaminación del agua y/o del aire”. “Solo la contaminación acústica que crece de forma considerable en nuestro medio aún no ha recibido el interés adecuado para reducirlo. El origen del ruido se encuentra en las actividades humanas y se asocia especialmente a los procesos del desarrollo de transporte, urbanización y de la industria”. Si bien es un problema netamente urbano, en algunas áreas geográficas también puede afectar al medio rural.

#### **1.1.4 El ruido como contaminante acústico**

##### **1.1.4.1 El ruido**

Una definición un tanto aséptica entiende el ruido como “un fenómeno sonoro formado por vibraciones irregulares en frecuencia (ciclo, período, o herzt) y su amplitud por segundo, con distintos timbres sonoros, esto depende del material que los origina” (Enríquez, 2002).

En física “es una sensación producida en el oído por determinadas oscilaciones de la presión exterior. La sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio hace que la presión existente fluctúe en torno a su valor de equilibrio; estas variaciones de presión actúan sobre la membrana del oído y provocan en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia, originando la sensación de sonido” (Fernández, 2000). Además, el mismo autor señala que, “en el sonido aparecen dos conceptos distintos, que están íntimamente relacionados; uno es, la onda sonora o ente físico capaz de producir la sensación de sonido y, el otro, la sonoridad o sensación subjetiva que es producida por ciertas variaciones de presión en el oído”.

Entonces, es necesario aclarar el concepto de Lamarque (1975), se concibe “como sonido o conjunto de sonidos desagradables o molestos”, o de Sanz (1987) trata de “un sonido molesto e intempestivo que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos no deseados en una persona o un grupo”.

López (1997) indica que la característica del ruido es “toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico”. En cualquier caso, lo esencial, es que se trata de uno o diversos sonidos molestos que pueden producir efectos psicológicos, fisiológicos y sociales no deseados. “El ruido es, pues, algo objetivo, físico, que está ahí y tiene unas fuerzas que lo producen y, al mismo tiempo, es un fenómeno subjetivo que genera sensaciones de rechazo en un oyente”. Tratando de objetivar los elementos que integran el ruido se pueden distinguir estos tres: “la causa u objeto productor del sonido, la transmisión de la vibración, y el efecto o reacción fisiológica y psicológica que se produce en la audición. Observemos cada uno de estos componentes de manera más detallada”.

Como fenómeno físico; cualquier ruido es primariamente un sonido. El sonido se define “como una variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, pudiendo ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia” (López, 1997).

Para Sanz (1987) “el sonido tiene su origen en las vibraciones mecánicas de la materia, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, que se propagan en forma de ondas longitudinales de presión sonoras en todas las direcciones”. Pues se trata, de “movimientos ondulatorios producidos por una aportación de energía mecánica que produce vibración en un medio físico, y que se transmite en todas las direcciones a través del aire y de otros medios elásticos”.

#### 1.1.4.2 Clasificación del ruido

Según Laforga (2000), “el ruido se puede clasificar en ruido continuo, cuando se manifiesta ininterrumpidamente durante más de diez minutos, en el marco de este tipo de ruidos se diferencian estos tres: ruido continuo variable, si la variación oscila entre 3 y 6 dB(A); ruido continuo uniforme, si las variaciones de la presión acústica, utilizando la posición de respuesta lenta del equipo de medición, varían 3 dB(A); y ruido continuo fluctuante, si la variación entre límites difiere”. “El ruido transitorio es aquel que se manifiesta ininterrumpidamente durante un período de tiempo igual o menor a cinco minutos”. También en el marco de este tipo de ruido, se diferencian tres categorías: “ruido transitorio aleatorio, cuando se produce de forma totalmente imprevisible, por lo que para su correcta valoración es necesario un análisis estadístico de la variación temporal del nivel sonoro durante un tiempo suficientemente significativo”; “ruido transitorio periódico, cuando el ruido se repite con mayor o menor exactitud, con una periodicidad de frecuencia que es posible determinar y ruido de fondo, que constituye un matiz del ruido ambiental y se caracteriza por la ausencia de un foco o varios focos perturbadores en el exterior, y que equivale a un nivel de presión acústica que supera el 90% de un tiempo de observación suficientemente significativo, en ausencia del ruido objeto de la inspección”.

También indican de “ruidos rosa y blanco para poder diferenciar si el ruido contiene todas las frecuencias con la misma intensidad, ruido blanco, o si se dan cambios dentro de las mismas, ruido rosa” (García, 2003).

#### 1.1.4.3 Fuentes de ruido

Existe un acuerdo bastante general para establecer las fuentes que generan el ruido en las ciudades:

- Construcción de edificios e infraestructuras,
- Transporte (de vehículos, aéreo, marítimo y ferroviario),
- Actividades de comercio e industriales,
- Doméstica (aparatos y equipos instalados en los hogares), y

- Actividades de ocio.

Asimismo, “algunas de las fuentes, como el tráfico, las obras o la industria, vienen asociadas con el progreso tecnológico, mientras que otras se vinculan con tendencias sociales, como serían las zonas de concentración de ocio y las modas musicales”. “En ambos casos se da por supuesto que el ruido es un componente inherente al desarrollo; sin embargo, paradójicamente, cuanto más desarrollado está un país no por ello tiene que ser más ruidoso” (Fernández, 2000).

García (2003) indica que “los vehículos a motor es la fuente principal de contaminación acústica. De hecho, existe un gran consenso para apuntar que nada menos que el 80% de la contaminación acústica que se genera en las ciudades proviene de esta fuente”. “El tránsito rodado es, pues, la fuente principal de contaminación acústica. Además, otras fuentes a considerar, con una importancia cuantitativa mucho menor, vendrían a ser la actividad industrial, con un aporte a la contaminación acústica alrededor del 10%; el tráfico por ferrocarril que, según los expertos, puede suponer alrededor del 6% del ruido total; los bares, restaurantes, discotecas, locales de ocio, y otros, con un aporte que puede significar alrededor del 4%”.

El tránsito aéreo es considerado también como “una fuente de contaminación acústica que se debe tener en cuenta, aunque su incidencia sonora suele estar muy localizada en zonas limítrofes a los aeropuertos y sólo muy indirectamente contribuiría a aumentar los niveles acústicos de la ciudad” (García, 2003).

#### **1.1.4.4 Fuentes de ruido en aeronaves**

##### **1.1.4.4.1 Ruido de aeropuertos**

Los ruidos que se ocasionan “por las maniobras de un conjunto de aviones se combinan en el aeropuerto formando una fuente compleja de ruidos; compleja no solamente por la acción de los distintos aviones, sus variados espectros y sus diferentes tiempos de maniobra, sino también debido al hecho de que estas fuentes individuales de sonido se encuentran esparcidas y varias de ellas en un área muy amplia” (Harris, 1995; Villa *et al.*, 2020).

Se pueden distinguir dos tipos o clases de fuentes de ruidos en los aeropuertos (Harris, 1995; Villa *et al.*, 2020): 1) el ruido de las operaciones de vuelo, y 2) el ruido de las operaciones en tierra.

Las fuentes de ruidos en los aeropuertos, el mayor nivel de ruido percibido efectivo es durante el despegue y aterrizaje de las aeronaves.

#### **1.1.4.4.2 Ruido de aeronaves**

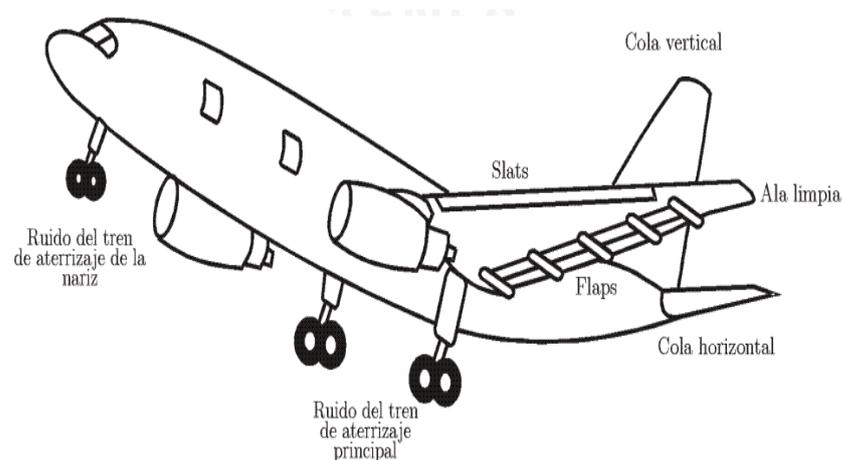
Harding (1976) menciona que “el flujo de aire a través del fuselaje del avión, necesario para su sustentación durante el vuelo, provoca turbulencias que son fuentes generadoras de ruido”. “En ubicaciones específicas del avión como en las turbinas, las grandes diferencias de presión y temperatura, producen discontinuidades en los flujos de aire lo cual también produce grandes cantidades de ruido”. “Existen otros tipos de generadores de ruido, como los alerones y el tren de aterrizaje, lo que a su vez aumenta el número de fuentes de ruido”.

Las circunstancias difíciles de concepción de “ruido en relación a la comunidad están en las operaciones de despegue y aterrizaje (sobre todo en el despegue, en el que se aplica mayor potencia a los motores). Las operaciones en tierra tienen un menor efecto sobre la población debido a la atenuación por superficie; sin embargo, este último efecto puede reducirse por condiciones atmosféricas adversas que conducen el ruido del aeropuerto a zonas pobladas” (Harding, 1976).

#### **1.1.4.4.3 Ruido aerodinámico**

Terrill y Lasagna (1976) según “Measurements and Analysis of Aircraft Airframe Noise, Aeroacoustics: STOL Noise”; “Airframe and Airfoil Noise, Ira Schwartz ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics”, mencionan que “el ruido aerodinámico se genera por el flujo de aire en el fuselaje del avión, en distancias que pueden ser de pocos centímetros (por ejemplo en los bordes de las ventanillas) hasta distancias de varios metros” (como sucede con las alas o el fuselaje entero); en donde se producen turbulencias que varían considerablemente. “Estas turbulencias aparecen en el campo lejano como ruidos de banda ancha

cuyos componentes espectrales dependen fuertemente del tamaño y la forma del avión y de la velocidad del flujo del aire en el exterior de la estructura”. La Figura 1 nos muestra los principales puntos que generan el ruido aerodinámico (pp, 263-378).



*Figura 1.* Fuentes de ruido aerodinámico, American Institute of Aeronautics and Astronautics

#### 1.1.4.4 Ruido de turbinas

Según Milne-Thompson (1995, p. 233), “el objetivo de la turbina es propulsar el compresor y demás partes rotatorias, a diferencia del compresor que suministra energía al flujo de aire, la turbina se encarga de extraer energía del flujo de aire caliente para convertirlo así en energía mecánica”.

Además, “los ruidos generados por las turbinas son muy parecidos a los generados por los turboventiladores o los turbocompresores” (Milne-Thompson 1995, p. 233).

En las figuras 2 y 3 se puede observar el “esquema de una turbina típica. A continuación de la cámara de combustión, una serie de álabes guía dirigen la energía de combustión de los gases a velocidades supersónicas y a grandes presiones hacia las aspas rotativas de la turbina, con que se extrae suficiente potencia para mover el compresor, el cual está en el mismo eje que la turbina. “El flujo es dirigido por otra serie de álabes guía

a una turbina de presión intermedia, montada sobre un rotor que está conectado por un eje separado a un compresor de presión intermedio”; “El flujo en esta etapa se dirige hacia las aspas de una turbina de baja presión y temperatura, aumentando la velocidad de salida de los gases. Mediante este proceso se extrae suficiente potencia para mover el ventilador del frente de la turbina, el cual provee el 80% del empuje del motor” (Milne-Thompson 1995, pp. 233-234).

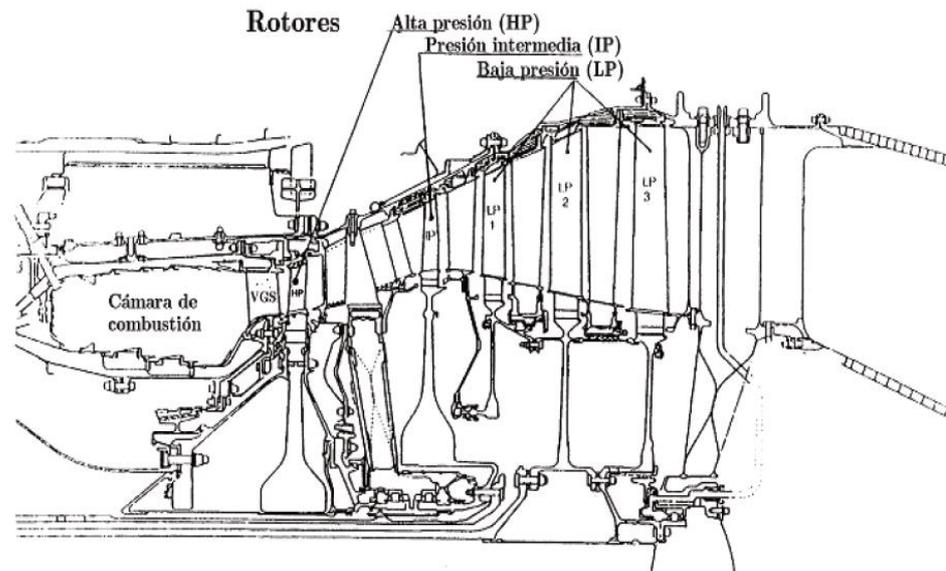


Figura 2. Turbina típica “Aeroacoustics of Flight Vehicles”, ASA (1995).

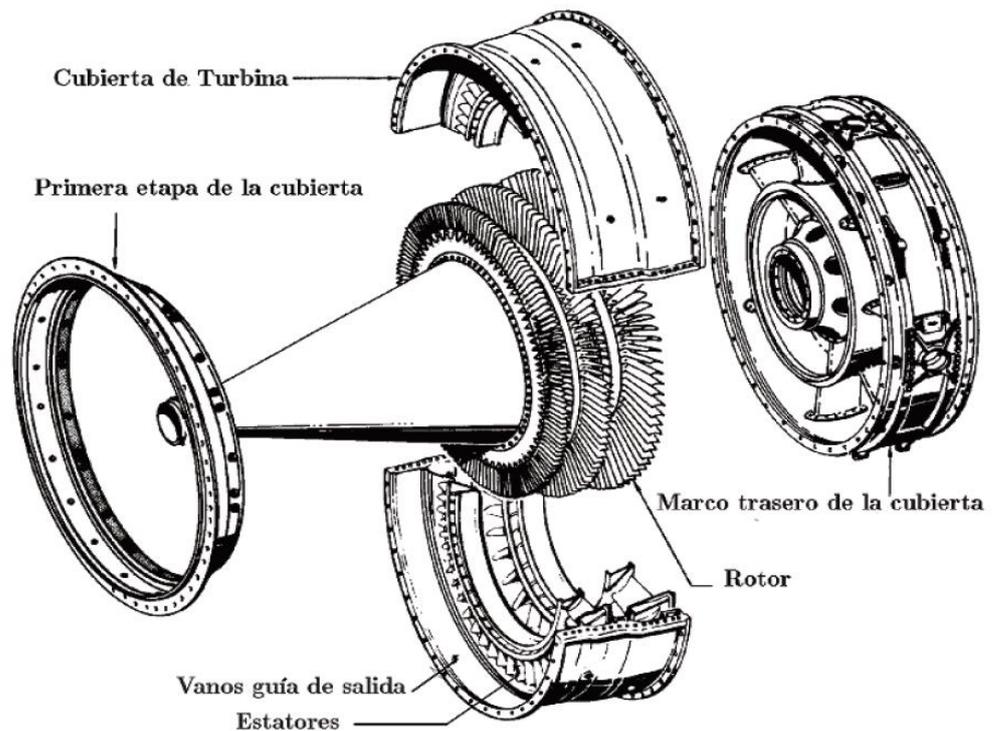
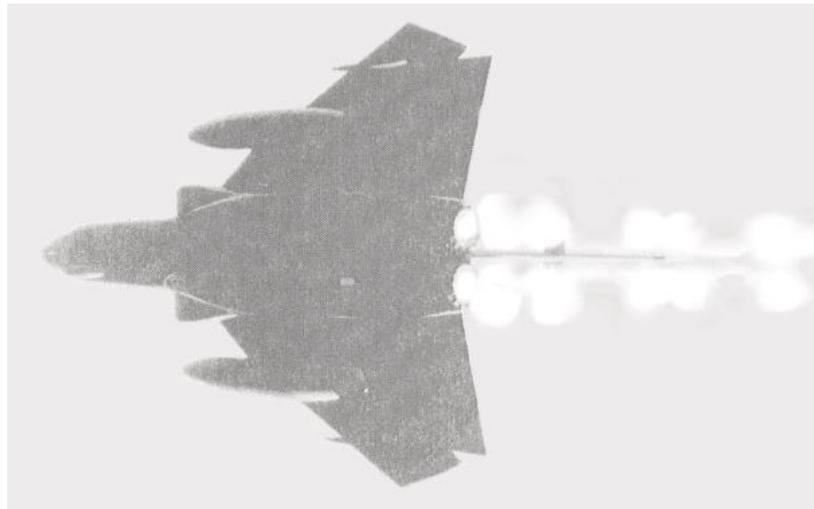


Figura 3. Corte transversal de una turbina triaxial “Aeroacoustics of Flighth Vehicles”, ASA (1995).

De ahí se puede indicar que “los mayores niveles de energía se desarrollan dentro de la turbina, donde existe una gran oportunidad de generar una gran cantidad de ruido. En las turbinas, el poco espaciamiento entre las etapas rotor-estator, provoca la generación fuerte de tonos que son idénticos a los de un ventilador o compresor”. “Estas interacciones dominan sobre las que se pueden dar entre la ráfaga y las aspas” (Revel *et al.*, 1976, pp. 139-154).

#### 1.1.4.4.5 Ruido de Jet

El ruido de jet es el “producido por las fuentes asociadas con los procesos de mezcla del flujo de salida del motor con la atmósfera y aquellos componentes asociados con los sistemas de choque al producirse expansiones bruscas a velocidades supercríticas. Los patrones de decaimiento de la velocidad a la salida del jet, teóricamente tendría la forma que se muestra en la figura 4” (Revel *et al.*, 1976, p. 155).



*Figura 4.* Fotografía de la formación de las expansiones bruscas a la salida del motor a velocidades supercríticas.

Fuente: Aircraft Noise, M.J.T Smith

#### **1.1.4.5 Ruido de la mezcla**

Según Lighthill (1954) en su artículo científico “On Sound Generated Aerodynamically General theory (I) and Turbulence as a Source of Sound (II)”, mostró en su teoría que “el ruido generado por la mezcla establece una relación con la potencia octava de la velocidad de salida de los gases” ( $U_j$ ).

$$P_a = \frac{K \rho_j^2 A_i U_j^8}{\rho_\infty c_\infty^5}$$

Donde:

$P_a$  = Potencia acústica radiada.

$\rho_\infty$  = Densidad del aire en el campo lejano.

$c_\infty$  = Velocidad del sonido en el campo lejano.

$K$  = Constante de orden  $10^{-5}$

$\rho_j$  = Valor de la densidad.

$A_j$  = Área de la sección transversal del jet.

En la experiencia se verificó “que esta relación tiene desviaciones tanto en bajas como en altas velocidades, entonces el ruido de cualquier despegue observado está en función de otras fuentes de ruido. Sin embargo, experimentos cuidadosos demuestran que la relación de la intensidad de ruido con la potencia octava de  $U_j$  se cumple. A altas velocidades, el despegue se explica en razón de la velocidad de convección de las fuentes parásitas, siendo iguales o mayores aún que la velocidad de propagación de las ondas de sonido en un campo lejano, ‘Aircraft Noise’” (Smith, 1976).

#### **1.1.4.6 Medición del ruido**

Para realizar la medición del nivel sonoro se usan medidores que se llaman “decibelímetros que constan de un micrófono patrón, muy calibrado, que responde a todas las frecuencias audibles por igual, una pantalla analógica o digital y una llave selectora de sensibilidad”. “También existe otro equipo, los analizadores de espectros, que grafican las frecuencias que componen un ruido, estos equipos solo se usan para mediciones críticas e investigaciones especializadas” (Harris, 1995).

### **1.1.5 Efectos del ruido sobre la salud y audición humana**

#### **1.1.5.1 Anatomía y fisiología del órgano de la audición**

Desde el punto de vista anatómico, “el oído se divide en tres regiones que son: oído externo, que capta las ondas sonoras y las canaliza al interior; el oído medio, que conduce las vibraciones sonoras a la ventana oval, y el oído interno, donde se localiza los receptores de la audición y del equilibrio” (Tortora, 2002).

##### **1.1.5.1.1 Oído externo**

Consiste en “el pabellón de la oreja, conducto auditivo externo y membrana del tímpano. El pabellón de la oreja es un cartílago elástico que en su extremo distal tiene forma similar a una trompeta, con recubrimiento de piel. El borde del pabellón es el hélix y su posición inferior el lóbulo” (Constanzo, 1999). Este pabellón está unido a la cabeza por ligamentos y músculos.

La función del oído externo es dirigir la onda sonora hacia el interior del conducto auditivo (Constanzo, 1999).

#### **1.1.5.1.2 Oído medio**

Es una cavidad pequeña llena de aire que se localiza en el temporal y está revestida de epitelio. “Se encuentra separado del oído externo por la membrana del tímpano, y del interno por una fina división ósea, que tiene dos aberturas cubiertas con membrana, la ventana oval y redonda” (Tortora, 2002). Dentro del oído medio, están unidos por ligamentos los tres huesos más pequeños del cuerpo, los huesecillos, conectados entre sí mediante las articulaciones sinoviales. Cada uno de ellos se denomina según su forma, a saber, martillo, yunque y estribo. Normalmente está cerrada en su extremo faríngeo o medial; pero se abre durante la deglución y los bostezos, lo cual permite la entrada o salida de aire del oído medio hasta que su presión es igual a la atmosférica. Si esto sucede, la membrana del tímpano vibra libremente al recibir las ondas sonoras que llegan a ella, pero si hay diferencia o desigualdad los sonidos pueden causar dolor intenso, déficit auditivo, zumbido en los oídos y vértigo. La trompa de Eustaquio también es la ruta por la que propaga los microorganismos patógenos de la nariz y faringe al oído medio.

#### **1.1.5.1.3 Oído interno**

Denominado también laberinto, debido a su complejo sistema de conductos. “Desde el punto de vista estructural presenta dos divisiones principales, el laberinto óseo externo y el laberinto membranoso interno, al cual envuelve el primero”. El laberinto óseo es un conjunto de cavidades del temporal que se divide en tres áreas (Tortora, 2002):

- 1) Los conductos semicirculares,
- 2) El vestíbulo,
- 3) El caracol.

A excepción del último “están los receptores del equilibrio y en la tercera, los receptores auditivos” (Tortora, 2002). El órgano de Corti incluye las células receptoras y es el sitio de la traducción auditiva.

### **1.1.6 Fisiología de la audición**

Los umbrales de audición de las personas se ven afectados por cuatro fenómenos: la presbiacusis o pérdida de audición debido al envejecimiento del oído (células), “la socioacusia originada por la exposición diaria a los sonidos y ruidos habituales en la forma de vida actual; la nosoacusia que está relacionada con las condiciones patológicas que afectan la audición por otras causas. El aparato auditivo en la pérdida de audición inducida por el ruido históricamente se ha relacionado fundamentalmente con exposición prolongada al ruido” (García, 1991). La pérdida de audición inducida por el ruido es de carácter neurosensorial, es decir por lesiones localizadas típicamente en el oído interno.

Asimismo, “desde el punto de vista del modelo ecológico de la vida, la salud se define como un estado de equilibrio entre la persona y el entorno físico, de manera que el ruido rompe tal equilibrio y se transforma en un factor perturbador de la salud en sus dimensiones físicas, psíquicas y sociales” (García, 1991).

En consecuencia, “la valoración del impacto y de los efectos del ruido sobre los individuos exige tomar en consideración, las dimensiones físicas del sonido, en especial la intensidad, frecuencia y duración, pero también otros factores relacionados con la situación y el contexto particular en que es percibido, y con las características socioculturales de quienes perciben las ondas sonoras” (García, 1991).

#### **1.1.6.1 Efectos del ruido sobre la audición**

El ruido genera “los efectos *fisiológicos*, los más directos y claros son de tipo auditivo y se relacionan principalmente con la sordera temporal o irreversible, además apreciarían otros efectos relacionados con la capacidad auditiva. Entre ellos se encuentra el efecto máscara, que se genera cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos, lo cual puede resultar perjudicial u ominoso cuando perturba la

recepción de mensajes necesarios para evitar riesgos y accidentes, o para realizar correctamente el trabajo” (Tolosa, 2003).

De ahí que “el trauma acústico es un daño especialmente significativo entre los trabajadores sometidos a niveles sonoros importantes como consecuencia del ejercicio de su actividad de forma continua durante largos períodos a ruidos elevados, la energía sonora recibida en su oído produce una fatiga y destrucción de las células auditivas situadas en el oído interno, que trae como consecuencia la pérdida de la capacidad auditiva, esta lesión se produce de forma lenta, progresiva y maliciosa, a lo largo de los años” (Velasco, 2009).

#### **1.1.6.1.1 Efectos fisiológicos no auditivos**

Además, “entre los efectos del ruido no sólo se pone en juego el sentido del oído, sino que también incluso a niveles moderados, provoca respuestas sistemáticas de todo el organismo. La señal acústica que recibe el cerebro repercute en el conjunto del organismo, produciendo diversos efectos no especificados y, a veces, muy difíciles de evaluar y determinar”. Se conoce con certeza que el ruido conlleva a efectos negativos de tipo fisiológico que afectan a la visión, la presión sanguínea, la tensión muscular; y, también, de tipo psicológico, provocando, el estrés, por ejemplo, molestias, temor, perturbación del sueño y de la actividad mental o física (Tolosa, 2003).

Generalmente, “los estudios realizados para analizar los efectos fisiológicos no auditivos de la contaminación acústica han diferenciado normalmente el ámbito ocupacional y comunitario, centrándose la mayor parte de ellos en las consecuencias de la reacción de estrés, propia de ambientes ruidosos, el desarrollo de enfermedades cardiovasculares; posiblemente son éstas las de mayor importancia sanitaria en virtud de la elevada incidencia de la patología del sistema cardiovascular y de su gravedad implícita”. Además, diversas “investigaciones demuestran que “las enfermedades cardiovasculares se dan con mayor frecuencia entre los trabajadores expuestos a ambientes ruidosos elevados, han demostrado que los trabajadores que sufren niveles de ruido superiores a los 85 dB(A)

presentan problemas de circulación sanguínea, mayor presión arterial e irregularidades en el ritmo cardíaco” (Lang *et al.*, 1992).

Según Mínguez (2002, p. 34), “la incidencia del ruido en el sistema cardiovascular tiene estas tres manifestaciones: “hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y cambios estructurales en el corazón de las personas. La hipertensión arterial se produce, entre otros motivos, cuando una persona ha estado sometida a situaciones intensas de ruidos durante períodos prolongados”. En estas circunstancias se dan procesos patológicos que producen trastornos en la regulación neurohormonal, lo que provoca una acumulación de sustancias adrenérgicas en sangre y orina”. Como han señalado diferentes autores, no es que “el ruido produzca en sí el infarto, pero es un factor más a tener en cuenta, sobre todo como factor de riesgo para la enfermedad coronaria. Finalmente, cuando se dan situaciones de ruido intenso y prolongado se producen engrosamientos de válvulas ventriculares, con posibilidad de rotura de cuerdas tendinosas, prolapsos y regurgitaciones” (Mínguez, 2002).

Cohen *et al.* (1980) demostraron “que los alumnos de escuelas sometidas al ruido de los aviones en la ciudad de los Ángeles manifestaron un aumento de la presión arterial mucho mayor que los estudiantes de otras escuelas ubicadas en zonas tranquilas”.

#### **1.1.6.1.2 El ruido y el sueño**

Dentro de las consecuencias más perjudiciales del ruido, y el que es “más fácilmente identificable, es la perturbación del sueño, este fenómeno que se presenta sobre todo en las ciudades grandes”. Además, indica que “el sueño es una importante parcela de nuestra vida de cuya calidad depende en gran medida, de la calidad de la vigilia”. En esta razón, el ruido ambiental puede incidir sobre el sueño, dificultando o retrasando su inicio, interrumpiendo su transcurso y alterando cuantitativa o cualitativamente su patrón cíclico. “Su efecto se ha comprobado a través del registro de la actividad eléctrica cerebral y de la actividad oculomotriz que se producen durante el sueño, lo cual ha permitido estudiar su incidencia en cada una de sus distintas fases” (Domínguez, 2002).

Además, “los ruidos, durante el descanso del sueño, no sólo afectan al cerebro, sino a todo el conjunto del organismo en sus componentes neuroendocrinos, térmicos y cardiorrespiratorios, de manera que algunos autores han podido describir una serie de reacciones fisiológicas como alteraciones del ritmo respiratorio y cardíaco, los movimientos corporales, entre otros, que pueden acompañar a los efectos directos sobre el sueño. En un sentido positivo, se puede señalar que un buen sueño «es incluso capaz de disminuir los vómitos en los pacientes tratados con quimioterapia, mejorando de forma evidente su calidad de vida” (Domínguez, 2002).

Además, “la importancia del ruido, como fuente de contaminación ambiental y su influencia sobre la calidad del sueño, queda demostrada en los resultados de una encuesta realizada en el año 1989 a 263 adultos españoles, en la que se concluyó que nada menos que el 59% tenía problemas de sueño, provocados por el ruido del tráfico, y el 49% se despertaba con frecuencia por este mismo motivo. En conclusión, la actividad cardiovascular se ve afectada a partir de “la presencia de un ruido de 45 dB(A), mientras que picos de ruidos superiores a este nivel, aunque no produzcan una interrupción consciente del sueño, provocan una aceleración cardíaca intensa, seguida de una ralentización también brutal que provoca vasoconstricción periférica, a la que sigue vasodilatación, con el riesgo de causar hipertensión crónica”. Pero incluso los ruidos de baja intensidad producen reacciones de excitación que impiden que quien duerme alcance la fase de sueño profundo, y la mayoría de los individuos pueden despertar si sufren niveles de ruidos de 50 dB(A), siendo dicha reacción muy probable cuando se producen ruidos de niveles del orden de 70 dB(A)” (Domínguez, 2002).

Asimismo, al instante de la exposición al ruido nocturno, se producen otros “efectos indirectos relacionados con la disminución de la cantidad y calidad de sueño; estos efectos no se pueden percibir hasta el día siguiente, o a veces a más largo plazo, como ocurre con las alteraciones físicas y funcionales, la sensación de fatiga”, el mal humor y la disminución del rendimiento (Wilkinson, 1984).

Igualmente, “otro aspecto de la interferencia del ruido en el sueño, que ha merecido una atención muy particular, es la aparición de algún tipo de hábito, de modo que las alteraciones producidas al principio dejarían de hacerlo al cabo de un tiempo de adaptación. Este hecho ha llevado a algunos investigadores a plantear la gran variabilidad en la sensibilidad frente al ruido, que no sólo ha de tener en cuenta la intensidad, sino también su valor cognitivo o emocional” (Wilkinson, 1984).

Existe un fundamento científico que explica el “por qué una madre puede despertar al menor ruido o quejido de su hijo, pero en cambio es capaz de seguir durmiendo durante la ocurrencia de una tormenta. Mientras que algunos compañeros de cama son capaces de “tolerar ciertos ronquidos ensordecedores, mientras que otros encuentran ofensivo el más tenue de los resuellos. En ese sentido, aunque muchas personas manifiestan que se acostumbran con relativa facilidad al ruido ambiental, parece ser que nunca se alcanza una habituación completa, y que la exposición al ruido durante el sueño siempre es perturbadora. Se debe tener en cuenta que el ruido que interrumpe el sueño no siempre es recordado cuando el sujeto despierta por la mañana, por lo que un trastorno de sueño inducido por el ruido puede, algunas veces, resultar en una queja de somnolencia y/o fatiga en vez de insomnio” (Domínguez, 2002).

Definitivamente “esta relación de efectos fisiológicos del ruido, cabe señalar que, al ejercer una presión excesiva sobre el corazón, impedir el descanso restaurador, dificultar la convalecencia, etc., el ruido contribuye a debilitar los mecanismos de defensa del organismo, favorece la aparición de enfermedades y retarda su curación. Se ha encontrado que un ambiente ruidoso reduce entre 2 y 2.5 veces la efectividad de los tratamientos de enfermedades crónicas, y que el ruido interfiere en la función visual perturbándola y alterando el poder de percepción de los volúmenes y las distancias y, en ambiente ruidosos de unos 100-120 dB(A), se produce una disminución del campo visual. Por todo ello, podemos afirmar que el cuerpo se habitúa al ruido, pero no llega a adaptarse nunca naturalmente al mismo, constituyéndose en un claro peligro para la salud y el bienestar humano” (Domínguez, 2002).

En los casos en que “la habituación que hay entre la presión sonora generada por los aviones y los máximos permisibles para la salud de los habitantes viene a ser un problema complejo que debe enfrentarse de forma equilibrada desde varios frentes de actuación”. En ese contexto se debe comprender las medidas que recomienda la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y que clasifica en cuatro grandes grupos:

- La planificación y gestión territorial sensible a los conflictos que impida funciones incompatibles con la contaminación sonora;
- La renovación tecnológica tendente a actuar sobre la fuente del ruido, es decir los aviones;
- La imposición de restricciones en la explotación de las infraestructuras;
- El replanteamiento de los procedimientos operacionales.

En definitiva “estas recomendaciones han tomado carácter preceptivo en los países adheridos a la OACI. Surgiendo así un amplio cuerpo normativo de diferente rango: estatal, regional y local que, en todo caso, afecta al sector de la industria aeronáutica, las compañías aéreas, los sistemas y entes nacionales responsables de la navegación aérea, como a los ayuntamientos, implicados en la expansión urbana de los entornos aeroportuarios” (Segui, 2004).

Se describen varios efectos perniciosos del ruido sobre los individuos expuestos, en unos estudiosos encontraron “relaciones significativas entre exposiciones prolongadas a niveles sonoros elevados y alteraciones permanentes de la tensión arterial de los niveles de determinadas hormonas en sangre” o del funcionamiento del aparato digestivo y de los efectos del ruido sobre la audición (García, 1991).

Aproximadamente uno de cada 10 norteamericanos padece algún grado de defecto auditivo. Esta pérdida es más corriente en las personas de edad avanzada y podrá deberse al suministro reducido de sangre al oído interno a consecuencia del endurecimiento de las arterias. Sin embargo, existen algunas pruebas de que el defecto en cuestión puede resultar del desgaste

de nuestro aparato auditivo debido a la exposición durante toda la vida al ruido (Miller, 1991).

Si nuestro oído permanece expuesto durante largos periodos a ruidos por encima de 85 dB se producirá algún grado de pérdida en la audición. El efecto sobre el oído interno podrá acaso no manifestarse enseguida, pero progresa gradualmente y es acumulativo (Aguilar, 1990).

La audiometría debe de considerarse como una evaluación complementaria al examen físico. Los test audiométricos no pueden diagnosticar una enfermedad, pero pueden usarse en conjunto con la historia, el examen físico y otras pruebas para llegar al diagnóstico, esta audiometría permite cifrar las pérdidas auditivas y determina la magnitud de esta en relación con las vibraciones acústicas (Stone, 1992).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ante esta preocupación, estableció ciertos umbrales a partir de los cuales pueden surgir los distintos efectos perjudiciales como indica la Tabla 01 Efectos Nocivos del Ruido y sus umbrales.

### **1.1.7 ¿Qué es el ruido urbano?**

Conocido también ruido comunitario es aquel que “es producido por fuentes que tienen como objetivo proporcionar a una ciudad los servicios generales. Si se cambia esta escala por una menor, será igualmente ruido comunitario el producido por todos los servicios e instalaciones generales de un edificio. Estas dos escalas son las más utilizadas hoy en el mundo” (Stone, 1992).

Este tipo ruido tiene una directa relación con la actividad propia de la comunidad, por ende, puede ir relacionada con la densidad de los habitantes. Otra de sus características, es la poca uniformidad en el espacio y tiempo, puesto que en una ciudad existen zonas con un mayor nivel de ruido que otras por sus actividades que se desarrollan, aunque en todas haya un ruido común que aglutine al resto como el ruido del tráfico (Bruel y Kjaer, 1986).

Segui (2004) nos dice que “las zonas industriales son más ruidosas que las zonas comerciales o residenciales. Por ese mismo motivo, hay diferencias en función del

tiempo. Durante las horas de máxima actividad los niveles sonoros serán lógicamente mayores que durante las horas de descanso”.

Martimportugues (2000) dice que los agentes del ruido comunitario son múltiples: transporte aéreo y transporte terrestre, trabajos de construcción, sistemas de aire acondicionado, pruebas terrestres de motores de aviación, grupos electrógenos, animales domésticos, lugares de recreo, ruidos domésticos como los generados por aparatos televisión y radio, así como las actividades industriales y comerciales.

Sus características principales son (Martimportugues 2000):

- Es uno de los contaminantes que requiere menos cantidad de energía para ser producido.
- Tiene un radio de acción pequeño, vale decir, es localizado.
- No deja residuos (“no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero sí puede tener un efecto acumulativo en el hombre”).
- No es susceptible “su traslado a través de los sistemas naturales; por ejemplo, el aire contaminado llevado por el viento, o un residuo líquido cuando es trasladado por un río por grandes distancias”.
- Características objetivas (parámetros físicos) intensidad, frecuencia, duración, variabilidad, etc.
- Se percibe sólo por un sentido: “el oído; esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes como en el del agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, color y sabor”.
- Características subjetivas (apreciación). “Del sujeto: biológicas, psicológicas, culturales, costumbres, calidad de vida. Del ambiente: zona donde se encuentra el afectado”. De actividad: sueño, deporte, concentración (Martimportugues, 2000).

### **1.1.8 Efectos en la salud**

La Organización Mundial de la Salud, define a la salud como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades". A partir de esta conceptualización se concluye que

los efectos del ruido están relacionados en los seres humanos con el deterioro de la calidad de vida y no solamente están asociados a enfermedades auditivas.

### **Efectos auditivos**

La hipoacusia o sordera es una de las principales enfermedades ocupacionales o profesionales propias del desarrollo industrial y tecnológico.

De acuerdo a la OMS, en el mundo existen más de 123 millones de personas con deficiencias auditivas incapacitantes. Por lo que “centraremos nuestra atención en aquellos efectos sobre la audición que están relacionadas con el ruido ambiental y no laboral, los cuales en muchas ocasiones son considerados como ‘normales’, cuando en realidad pueden estar provocando daños irreversibles” (Miller, 1992).

**Efecto máscara:** Es “cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos presentes, se dice que este sonido enmascara a los otros. Esto puede traer graves complicaciones cuando se trata del enmascaramiento de mensajes o señales de alerta y muy especialmente de la comunicación hablada. Este factor de aislamiento puede disminuir la eficacia y concentración en el trabajo, aumentando incluso el riesgo de accidentes” (Miller, 1992).

**Fatiga auditiva:** Es conocido como TTS o Cambio Temporal del Umbral Auditivo. “Se trata de un déficit temporal de la sensibilidad auditiva como producto a la exposición a niveles altos de ruido”. Cuando ya no están expuestos al ruido, esta fatiga disminuye progresivamente hasta la recuperación completa”. En cambio, si el oído es expuesto otra vez a niveles altos de ruido antes de que se complete la recuperación, “se producirá un nuevo cambio en el umbral, el cual podría ser permanente si estas exposiciones se tornan habituales” (Miller, 1992).

**Acúfenos:** Los sonidos que “alguna vez se escuchan un silbido dentro del oído, son producidos por la alteración del nervio auditivo que hacen escuchar un pitido interior constante que, en casos extremos puede causar ansiedad y cambios de carácter; este efecto es causado debido al ruido urbano” (Miller, 1992).

**Pérdida progresiva de la audición:** Es conocida “como PTS o Cambio Permanente del Umbral Auditivo. Es habitual escuchar decir a la gente, que frecuentemente está expuesta a niveles altos de ruido y que se han “acostumbrado

al ruido”. Más que costumbre, lo que ocurre en realidad es que el oído no ha alcanzado a recuperarse de la fatiga auditiva o TTS, “convirtiéndose paulatinamente en un cambio permanente e irreversible”. Como esta pérdida auditiva es paulatina, las personas tienden a pensar que se han acostumbrado al ruido, lo cual no es cierto (Miller, 1992).

### **Trastornos del sueño**

La Organización Mundial de la Salud recomienda que “para tener un buen descanso nocturno, el ruido presente debería estar a 35 dB(A). Para niveles de ruido mayores se comienza a producir perturbaciones en menor o mayor grado. Por ejemplo, niveles de ruido muy altos (como el de una motocicleta al pasar por nuestro hogar) causarían una drástica aceleración cardíaca”. Este efecto puede culminar en pacientes con hipertensión crónica (Miller, 1992).

### **Ruido y embarazo**

“Alrededor del quinto mes de gestación, el oído del feto se hace funcional, percibiendo los ruidos propios de su entorno inmediato, correspondiente a los del propio organismo de la madre (pulmones, corazón, voz, etc.)”. Algunos experimentos que se realizaron en poblaciones ubicadas en los alrededores de aeropuertos del Japón, muestran que los niños cuyas madres habitaron durante el embarazo desde el principio en dichos lugares, sufren menos alteraciones que aquellas en que la madre solo habitó desde el quinto mes hasta el nacimiento. Al paso de un avión se despiertan fácilmente, además su peso fue inferior a lo normal (Miller, 1992).

### **Aprendizaje**

“Los niños educados en ambientes ruidosos suelen ser menos atentos a las señales sonoras y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar. En los establecimientos educacionales cercanos a vías de circulación vehicular de alto tráfico o cercanos a aeropuertos, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura”. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, en una sala de clases el nivel de ruido no debiera superar los 55 dB(A) (Miller, 1992).

### 1.1.9 Principales fuentes contaminantes

Las fuentes que se contaminan por ruido pueden ser "interiores o exteriores" dependiendo de su ubicación, ya sea en lugares abiertos o cerrados. Otro tipo de clasificación determina "fuentes fijas y fuentes móviles" definidas por la Agencia del Medio Ambiente (CAM, 1993).

“La totalidad de autores y estudios en esta área señalan a los vehículos motorizados (camiones, motocicletas, autobuses, camionetas, etc.) como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en todas las grandes ciudades del mundo” (CAM, 1993).

Dentro del ámbito del transporte también están los aviones como fuente de ruido. “Los aviones a reacción son bastante más ruidosos que las aeronaves de hélice y, en consecuencia, el ruido que producen es percibido en zonas urbanas y rurales de mayor extensión en las proximidades de los aeropuertos”. Algunos costos asociados al progreso son las obras públicas y construcciones que con sus compresores, excavadoras, martillos neumáticos y vehículos pesados producen niveles elevados de ruido (Londoño, 2004).

Todas las fuentes de ruido que se citan hasta aquí, contribuyen en mayor o menor medida al “ambiente sonoro” que caracteriza a las ciudades. Por este motivo, incluso en el caso de que en algún momento determinado no nos consideremos afectados por un suceso acústico claramente identificable, siempre percibiremos un cierto rumor general, producido por la actividad global de la comunidad urbana en que nos encontramos y que se denomina “ruido de fondo” (Londoño, 2004).

### 1.1.10 Definición de términos

**Audición:** Percepción de cierta clase de estímulos vibratorios que, captados por el área cerebral correspondiente, tomando el individuo conciencia de ellos (Leslie, 1997).

**Audiometría:** “Examen del que se obtiene la medida cuantitativa y cualitativa de la audición explorando el campo auditivo desde el umbral hasta el dintel”. f. Acús. Medición de la agudeza auditiva en relación con las diferentes frecuencias del sonido (Leslie, 1997).

**Audio:** (Del ingl. audio, y este del lat. audīo, yo oigo). m. “Técnica relacionada con la reproducción, grabación y transmisión del sonido”. U. t. c. adj. (Leslie, 1997).

**Audímetro:** m. Acús. Instrumento para medir la sensibilidad del aparato auditivo (Leslie, 1997).

**Edad:** (Del lat. aetas, -ātis). 1. “Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales”. || 2. Duración de algunas cosas y entidades abstractas (Leslie, 1997).

**Sexo:** (Del lat. Sexus). Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas (Leslie, 1997).

**Residencia:** (Del lat. Resīdens, -entis, residente) 1. Acción y efecto de residir. || 2. “Lugar en que se reside”. || 3. Casa donde conviven y residen, sujetándose a determinada reglamentación, personas afines por la ocupación, el sexo, el estado, la edad, etc. (Leslie, 1997).

**Aeropuerto:** (De aero y puerto). Terreno llano provisto de un conjunto de pistas, instalaciones y servicios destinados al tránsito regular de aviones (Leslie, 1997).

**Sonido:** “Es una onda que se genera cuando una fuente sonora pone en movimiento las partículas más cercanas del aire. El movimiento gradualmente se dispersa en el aire en todas direcciones a partir de la fuente”. Para que exista el sonido debe haber una fuente emisora, un medio de propagación y un receptor capaz de percibir el mismo (Leslie, 1997).

La fuente genera ondas sonoras debido a la vibración de una superficie que se encuentra en contacto con el medio de propagación. El medio de propagación del sonido debe ser elástico para conducir la onda sonora generada, la que viaja por este en forma de perturbación sobre la presión estática existente. “Por dicho motivo las ondas sonoras también son denominadas ondas de presión. Las partículas del medio oscilan con cierta velocidad y amplitud, desplazándose de su posición de equilibrio y luego retornando a ella”. Por último, debe existir un receptor que capte la onda sonora propagada, como por ejemplo el oído humano, un micrófono, una estructura, etc. (Fernández, 2000).

**Ruido:** Es un sonido molesto y desagradable, que puede consistir de un tono puro simple, pero en la mayoría de los casos contiene muchos tonos a diferentes frecuencias e intensidades. “La perturbación; a mayores frecuencias las molestias son más pronunciadas que a bajas frecuencias. Al mismo nivel sonoro, los tonos puros perturban más que un sonido complejo cargado de muchos tonos; la variedad de ruidos que una persona normal puede percibir es infinita”. Las principales variables que definen físicamente a un ruido son: sus componentes espectrales, su dinámica temporal, sus amplitudes, sus fases relativas y su duración. La combinación de estas variables físicas en todos sus rangos de acción, hacen del sonido un fenómeno físico complejo. Afortunadamente, el desarrollo tecnológico actual permite cuantificar dichas magnitudes con buena precisión . Se trata de la percepción que poseen los seres humanos de las variables objetivas y las respuestas psíquicas y fisiológicas frente a cada una de ellas (Brueel y Kjaer, 1986).

## 1.2 Antecedentes

Se han encontrado pocos estudios sobre contaminación acústica, la mayoría de ellas en el ámbito internacional, los cuales citaremos a continuación:

Un estudio en la Unión Europea (2002) “el ruido urbano”, cuyo objetivo fue medir el nivel del ruido del tránsito urbano, encontrando que en torno de 40% de la población están expuestos al ruido del tráfico con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB(A) en el día y 20% están expuestos a más de 65 dB(A). Si se considera la exposición total al ruido del tránsito se puede calcular que aproximadamente la mitad de la población europea vive en zonas con gran contaminación sonora. Más de 30% de los habitantes están expuestos durante la noche a niveles de presión sonora que están por encima de 55 dB(A), lo que causa trastornos en el sueño. El problema también se agrava en ciudades de países en desarrollo y se debe principalmente al tráfico. Carreteras más transitadas registraron niveles de presión sonora de 75 a 80 dB (A) durante 24 horas (OMS, 2002).

Sarmiento (1999) realizó un estudio “exposición al ruido e hipoacusia” donde su principal objetivo fue examinar el efecto del ruido ocupacional directo en las alteraciones auditivas; así como el nivel de la repercusión y el tiempo de exposición sobre la misma. Con este fin se tomó una muestra de 100 trabajadores que estaban expuestos a un nivel de ruido de “65 a 96.4 dB con una intensidad media de 85.55 dB (D.E. = 5.14) durante 8 horas al día,

por 5 días a la semana. La media de tiempo de exposición al ruido fue de 22.13 años (D.E.= 6.65). Encontrándose que el 67% de los trabajadores sujetos de muestra presentó hipoacusia como resultado directo de la exposición al ruido”.

Según Sarmiento (1999) resultan ser independientes del nivel de exposición al ruido. Si bien, “a priori”, en un análisis porcentual se observó un leve incremento de la incidencia de hipoacusia a medida que se incrementaba el nivel de dB, “es decir, existe una mayor probabilidad de padecer hipoacusia ante un aumento de la intensidad del ruido, el daño auditivo aparecía con cualquier nivel de exposición, habiendo trabajadores afectados en menor y mayor grado a intensidades bajas y trabajadores no afectados a altas intensidades, no hallándose una relación estadística significativa entre ambas variables”.

Pons (2004) hace referencia que el foro colaborativo de los participantes de transporte aéreo (FCPTA), el 7% de los habitantes expuestos a impactos sonoros derivados del transporte permanece en entornos aeroportuarios .

Londoño (2004) realizó un estudio de los “efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional el Dorado en las poblaciones de Engativa y Fontigon” cuyo objetivo fue demostrar el efecto del ruido del tránsito aéreo en la capacidad auditiva de la población de las localidades vecinas al aeropuerto. “El estudio aporta una evidencia sólida que muestra que el ruido del tráfico aéreo ha producido efectos nocivos en la capacidad auditiva de la población expuesta; el mayor impacto se aprecia en una frecuencia de los 6.000 hercios”.

Gutiérrez (2002) realizó un trabajo de investigación “Estudio del ruido ambiental y sus efectos en los habitantes de la ciudad de Puno” cuyo objetivo era determinar el nivel de ruido producido durante el día y la noche en la ciudad de Puno y efectuar un diagnóstico inicial de los efectos del ruido en los habitantes de la misma ciudad. Concluye que durante el día el 67% de la ciudad superan, el nivel máximo permisible de ruido (69.0 dBA) y durante la noche el 75% de la ciudad superan el nivel máximo permisible de ruido (65.6 dBA).

Larivierre (2004) en el estudio realizado en el Callao sobre los “problemas ambientales de Lima” cuyo objetivo fue identificar la fuente de mayor ruido encontraron que la contaminación por ruido viene asociado a la industria y al aeropuerto internacional. “Encontrando que las zonas más afectadas por el ruido industrial son Márquez Oeste, La

Regla, Cinsa – Calle 9 y Santa Beatriz (Provincia Constitucional del Callao, 2001), mientras los distritos más afectados por el tráfico aéreo son Carmen de la Legua, Bellavista, y San Miguel”, ubicados al este en Lima.

Rivera (2002) en el estudio realizado en Lima “ruido en el aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuestas de solución” efectúa una investigación de los aspectos teóricos del problema de ruido aéreo, desde el estudio de las fuentes de ruido, como son: “el ruido aerodinámico, ruido de los diferentes tipos de motores, así como su propagación en la atmósfera. Se tratan las diferentes métricas de sonido; los efectos del ruido fisiológico y psicológico de ruido aéreo sobre las personas afectadas”. Donde se describen además las diferentes técnicas desarrolladas para la atenuación del ruido de aeronaves tanto a nivel de tecnología de motores como de procedimientos operacionales de despegue y aterrizaje de los aviones.

Otros estudios demuestran que la “presión sonora por encima de determinados umbrales genera efectos muy negativos sobre el organismo humano, causando alteraciones en el sistema auditivo, así como también al sistema nervioso, causando situaciones de estrés y fatiga que pueden llegar a niveles de alto riesgo para la salud”. Sin alcanzar estos extremos, se han descrito también perturbaciones en la comunicación, las relaciones sociales y la vida privada como consecuencias cotidianas de la contaminación acústica.

La Organización Mundial de la Salud, observando esta problemática, ha establecido límites para ciertos umbrales a partir de los cuales pueden causar los distintos efectos nocivos

Tabla 1

*Efectos nocivos del ruido y sus umbrales*

<b>Efectos Nocivos</b>	<b>dB</b>
Pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño	30
Dificultad de la comunicación verbal	40
Probable interrupción del sueño	45
Malestar diurno moderado	50
Malestar diurno fuerte	55
Comunicación verbal extremadamente difícil	65
Pérdida de oído a largo plazo	75
Pérdida de oído a corto plazo	110 - 140

Fuente: Organización Mundial de la Salud (1999).

“En base a estos umbrales, la propia OMS ha elaborado recomendaciones para orientar a los entes e instituciones competentes sobre los límites máximos aceptables para la salud”.

Así, se establece que el nivel total de energía recibida (Lden) no debería superar los 50 dB (A) en el interior de las viviendas durante el día y en el período nocturno los 30 dB(A), umbral que marca el inicio de perturbaciones en el sueño (OMS, 1999).

Sin embargo, los aterrizajes y despegues de las aeronaves más silenciosas suponen una presión sonora superior a 100 dB. “Además, esta emisión de energía sonora se extiende a lo largo de corredores a varios kilómetros en la misma dirección de las pistas en donde se realizan las maniobras” y lo hace en función de variables de tipo meteorológico como el viento y la humedad relativa que pueden dificultar o facilitar su propagación.

La adecuación entre la presión sonora generada por los aviones y los máximos sostenibles para la salud de los habitantes y residentes es un problema complejo que debe solventarse de forma equilibrada desde varios frentes de actuación. En ese contexto se tiene que entender las medidas de recomendación dado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y que se clasifica en cuatro grupos:

1º “La renovación tecnológica tendente a actuar sobre la fuente del 228 ruido, es decir los aviones”;

2° “La planificación y gestión territorial sensible a los conflictos que impida funciones incompatibles con la contaminación sonora”;

3° El replanteamiento de los procedimientos operacionales;

4° La imposición de restricciones en la explotación de las infraestructuras.

En establecimientos educacionales cercanos a vías de alta circulación vehicular, líneas de ferrocarril o aeropuertos este nivel suele ser superado ampliamente, lo que causa dificultad en la comprensión, baja el rendimiento y aumenta la falta de concentración.

Tabla 2

*Riesgo y protección según EPA*

Situación	Nivel máximo permisible	Consecuencias
Zona residencial	55 dB (promedio anual sonoro)	Asegura la normal comunicación hablada fuera y dentro de las viviendas.
Aislación acústica	<65 dB	Las viviendas no requieren aislación acústica adicional.
Ruido exterior a las viviendas	>70 dB	Se deben implementar tratamientos acústicos que disminuyan por lo menos en 5dB el nivel sonoro al interior de las viviendas”.
Aptitud residencial	>75 dB	El lugar no es apto para vivir
Capacidad auditiva en vías principales	>70 dB (nivel continuo en 24 horas)	Riesgo de pérdida auditiva
Lugares aptos para dormir en vías principales	>50 dB (nivel equivalente nocturno: 22 a 07 horas)	Interferencia con el sueño

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1 Identificación del problema

Conocido es que el ruido tiene efectos negativos en la salud humana, pues genera alteraciones en el sistema auditivo así como en el sistema nervioso, es decir que uno de los principales factores es la exposición a la elevación del umbral de la audición por encima de los valores normales, es así que:

Londoño (2004), “demostró que la presión sonora por encima de determinados umbrales genera efectos muy negativos sobre el organismo humano, causando alteraciones del sistema auditivo pero también al sistema nervioso, generando situaciones de fatiga y estrés que pueden llegar a niveles de alto riesgo para la salud”. Además, nos dice que sin “alcanzar estos extremos, se han descrito perturbaciones en la comunicación, la vida privada y las relaciones sociales como consecuencias cotidianas de la contaminación acústica”.

Sarmiento (1999), en un estudio realizado en España sobre “exposición al ruido e hipoacusia” dice que el ruido es un contaminante altamente peligroso que puede producir perturbaciones del sueño, dificultad de la concentración, alteraciones en los sistemas nervioso, vascular, digestivo y alteraciones auditivas; y en el estudio encontró que el 67% de su población presentaron hipoacusia, relacionado directamente al ruido.

Así mismo, en un estudio ejecutado en España sobre “efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional el Dorado en las poblaciones de Engantiva y Fontibon” cuyo objetivo fue demostrar el efecto del ruido del tráfico aéreo en la capacidad auditiva de los ciudadanos de la localidad vecina a el aeropuerto,

encontraron que el ruido el tránsito aéreo tiene efecto nocivo en la capacidad auditiva de la población expuesta (Londoño, 2004).

Considerando que Juliaca es una ciudad que cuenta con el aeropuerto Inca “Manco Cápac”, que brinda el servicio diario de vuelos nacionales e internacionales, el mismo que actualmente se encuentra ubicado dentro del área urbana, donde habitan numerosas familias debido al crecimiento demográfico y desordenado de la ciudad, es que la salud de estas familias se encuentran en riesgo, situación que se evidencia al observar que muchos de los pobladores de esta zona se quejan del ruido producido en el aeropuerto cuando acuden a los establecimientos de salud con molestias auditivas, concretamente hipoacusia, pero se desconoce si esta es originada por el ruido, ya que los servicios de salud no cuentan con equipos adecuados que permitan realizar la audiometría.

Realizando la revisión bibliográfica no se han encontrado estudios similares realizados en nuestro país, tomando en cuenta que es preocupación la salud pública y prevenir daños en la población conociendo que las células pilosas son las que se dañan por exposición a ruidos demasiados fuertes, degenerándose progresivamente a lo largo del tiempo y la destrucción de ellas produce una sordera irreversible, en consideración a estos hechos se propone dar respuesta a la interrogante de la presente investigación.

## **2.2 Enunciados del problema**

### **2.2.1 Problema general**

¿Qué efectos tiene la exposición al ruido de aviones en la audición de los pobladores que habitan alrededor o aledaños del aeropuerto de la ciudad de Juliaca?

### **2.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es el nivel de intensidad del ruido producido por los aviones en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca?
- ¿Qué problemas de audición presentan las personas expuestas al ruido producido por los aviones en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca?
- ¿Qué efectos nocivos tiene el ruido de los aviones en los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca?

### 2.3 Justificación

Es conocido que el ruido genera alteraciones en el ser humano y se establece como uno de los principales factores etiológicos de sordera o hipoacusia, es decir cuando se eleva el umbral de la audición por encima del valor normal o los límites permitidos.

Londoño (2004), nos demuestra que la presión sonora por encima de determinados umbrales genera efectos negativos sobre el organismo humano, lo que causa alteraciones del sistema auditivo, así como también al sistema nervioso, lo que genera situaciones de estrés y fatiga que pueden llegar a niveles de alto riesgo para la salud humana. Sin alcanzar estos extremos, se han describen también que causa perturbaciones en la comunicación, las relaciones sociales y la vida privada, esto como consecuencia cotidiana de la contaminación acústica.

Sarmiento (1999), nos dice que un estudio realizado en España sobre “exposición al ruido e hipoacusia” dice que el ruido es un contaminante altamente peligroso que puede producir perturbaciones del sueño, dificultad de la concentración, alteraciones en los sistemas nervioso, vascular, digestivo y alteraciones auditivas; y en el estudio encontró que el 67% de su población presentaron hipoacusia, relacionado directamente al ruido.

De la misma forma, un estudio ejecutado en España sobre “efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional el Dorado en las poblaciones de Engantiva y Fontibon” cuyo objetivo fue demostrar el efecto del ruido del tránsito aéreo en la capacidad auditiva de la población de la localidad vecina al aeropuerto, encontraron que el ruido del tránsito aéreo tiene efecto nocivo en la capacidad auditiva de la población expuesta (Londoño, 2004).

Es así que al considerar a Juliaca como una ciudad que cuenta con el **Aeropuerto Internacional "Inca Manco Cápac" de Juliaca** con resolución R.D. Nro. 001-2004-MTC/12 del 06.01.04 se ubica en la región Puno, provincia de San Román y distrito de Juliaca aproximadamente a 5 kilómetros de la localidad, en la Avenida Aviación s/n, Juliaca, provincia de San Román Puno – Perú.

“El aeropuerto Inca Manco Cápac de la localidad de Juliaca cuenta con una pista asfaltada de 4200 m de largo por 45 m de ancho, un terminal para los pasajeros de un piso con 1865.00 m<sup>2</sup>, un hall principal de 308.39 m<sup>2</sup>, seis counters de 568.70 m<sup>2</sup> de zona de embarque, una torre de control de 7 pisos de 25 metros de altura”, el cual presta servicio

de vuelos nacionales e internacionales, el mismo que actualmente está ubicado dentro del área urbana, donde viven numerosas familias debido al crecimiento demográfico y desordenado de la ciudad, es que la salud de estas familias se encuentran en riesgo, al observar que muchos de los pobladores de esta zona están expuestos al ruido producido por los aviones en el aeropuerto, provocando molestias auditivas.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de la exposición al ruido de aviones de los pobladores aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de intensidad del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.
- Identificar los problemas de audición de las personas expuestas al ruido, de la población que habita alrededor y aledaña al aeropuerto Inca Manco Cápac según la edad, sexo y tiempo de residencia.
- Establecer los efectos nocivos del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la localidad de Juliaca.

## **2.5 Hipótesis**

### **2.5.1 Hipótesis general**

La exposición al ruido de aviones influye negativamente en la audición de los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

- El nivel de intensidad del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, supera los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental de Ruido.
- Los pobladores que habita en aledaños el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, presentan problemas de audición.



- La exposición al ruido producido por los aviones en el aeropuerto “Inca Manco Cápac” de la ciudad de Juliaca, genera efectos nocivos en los pobladores que viven en aledaños al aeropuerto.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la población aledaña al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, provincia San Román de la región de Puno.

##### 3.1.1 Características geográficas

La ciudad de Juliaca se encuentra ubicada en el centro de la meseta del Collao, del gran lago Titicaca en la región de la zona altiplánica, capital de la provincia de San Román en el departamento de Puno, a una altitud de 3825 m.s.n.m. ocupa una extensión de 748000 m<sup>2</sup>.

La ciudad de Juliaca es uno de los centros más importantes en lo que se refiere económico y lo político por la presencia de sedes de organismos estatales y privados, además de ser el centro comercial más grande de la zona del sur de la región, donde convergen pobladores y/o comerciantes de diferentes provincias, regiones e inclusive países vecinos, razón por la cual se le concede la connotación de “Capital de la Integración Andina”.

Tiene vías de comunicación terrestre y aérea, contando con el aeropuerto internacional Manco Cápac la cual se encuentra en funcionamiento desde hace más de 20 años atrás, donde afluyen vuelos nacionales e internacionales. Tiene una extensión de 5 kilómetros, protegidos con un cerco perimétrico de alambres. Cuenta con aproximadamente 5 vuelos promedio día, con aeronaves comerciales.

La población estimada para el año 2018 es de 251911 habitantes según INEI, su clima es frígido y seco tiene estaciones marcadas una seca, transitoria y lluvioso; obedeciendo el patrón típico del régimen de temperatura dentro de la latitud geográfica, las temperaturas son altas en el verano (llegando 16.1 °C), bajas durante el otoño e invierno y de -1.0 °C, y de medianas en los meses de primavera es de 12.6 °C. Se considera verano a la época correspondiente a los meses de diciembre hasta marzo, invierno desde mayo a agosto y a los meses transitorios setiembre octubre y abril.

La humedad atmosférica relativa es de 60% (máxima) y 40% (mínima); su presión atmosférica es de 647.0 (mB).

### **3.2 Población**

La ciudad de Juliaca cuenta con el Aeropuerto Inca Manco Cápac donde el movimiento aéreo es regular y con una alta probabilidad de incremento del mismo. Este aeropuerto es operado por CORPAC, y consta de una única pista de asfalto de aproximadamente unos 2 400 metros de longitud en la dirección, 20/02 y una elevación de 3825 metros en sus coordenadas de referencia: 41° 54' 0" N, 2° 46' 0" E.

### **3.3 Muestra**

#### **3.3.1 Universo muestral**

La población para el presente trabajo de investigación está conformada por viviendas ubicadas en la población que se encuentran aledañas al Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca a la fecha de setiembre del 2018 a abril del 2019.

##### **3.3.1.1.1 Unidad muestral**

Vivienda.

##### **3.3.1.1.2 Unidad de análisis**

La persona que cumplió los criterios de inclusión.

### 3.3.1.1.3 Tamaño de la muestra

Se utilizó el muestreo aleatorio simple para proporciones; cuya fórmula es (Alfaro

y Gonzales 2008):

$$n_0 = (Z^2 \cdot p \cdot q) / (d^2)$$

**Z** = Valor de las abscisas para una confianza específica.

**p** = 0.5 proporción perteneciente a la clase de interés.

$$q = 0.5$$

$$d = 0.12 \text{ error}$$

**α** = Nivel de significancia 0.05

$$N = 150$$

Si  $\frac{n_0}{N} < 5\%$ ; entonces el tamaño de la muestra será:  $n = n_0$

Si  $\frac{n_0}{N} \geq 5\%$ ; entonces:  $n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$

Reemplazando los datos se tiene que:

$$n_0 = (1.96)^2 (0.5) (0.5) / (0.12)^2 = 67 \text{ viviendas}$$

$$n_0/N = 67/150 \times 100 = 44\%$$

$$n = 67 / \{1 + (67/150)\} = 46 \text{ viviendas}$$

Se seleccionaron la muestra primeramente identificando las viviendas de forma aleatoria, utilizando para ello la tabla de números aleatorios, luego se aplicó la encuesta para después seleccionar a las personas que cumplan con los criterios de inclusión al presente trabajo, de cada vivienda se considerara a una sola persona.

### 3.4 Método de investigación

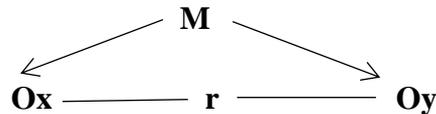
#### 3.4.1 Tipo de estudio

El estudio es de tipo descriptivo y analítico, donde se describieron el estado en que se encuentran las dos variables de estudio. Intensidad de ruido y la audición de los pobladores expuestos al ruido de aviones.

### 3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

En el presente estudio el diseño que utilizaremos es el correlacional; Hernández et al. (2006, p. 105) nos dicen y afirman que: “Estos diseños describen relaciones entre dos o más variables dentro un contexto en particular. Se trata también de descripciones, pero no así de variables individuales sino de sus relaciones, sean estas puramente relaciones causales o correlacionales. En este tipo de diseños lo que se mide, analiza (enfoque cuantitativo) es la relación entre las variables en un tiempo determinado”.

Para el presente estudio se aplica el tipo de diseño transversal correlacional. Las variables intervinientes se interrelacionan bajo el siguiente esquema:



Donde:

M = Es la muestra de estudio

Ox = Son los datos de la variable control interno.

Oy = Son los datos de la variable dependiente.

r = Nos indica el grado de relación entre ambas variables.

#### 3.5.1 Métodos e instrumentos

Se desarrolló el trabajo según los objetivos del proyecto de investigación. Identificando la zona de estudio y el nivel de audición de las personas expuestas al ruido, de la población aledaña al aeropuerto.

### 3.5.2 Criterios de inclusión

Pobladores que tengan una residencia permanente de más de 3 años en la urbanización Aeropuerto

Pobladores de 15 a 45 años de edad.

Pobladores que nunca padecieron enfermedad del oído

### 3.5.3 Instrumentos de la investigación

Para la aplicación de los instrumentos se tuvo que desarrollar las siguientes actividades:

- a) Se coordinó con los directivos, presidentes de las poblaciones aledañas al Aeropuerto, se les explico los objetivos del presente estudio y sus implicancias.
- b) Se captó a las personas expuestas al ruido a través de: la técnica entrevista y se utilizó como instrumento la guía de entrevista (anexo 2).

### 3.5.4 Preparación del monitoreo

- Se identifica el nivel de audición de las personas expuestas al ruido, de la población aledaña al aeropuerto y a partir de los resultados, se establecerán los puntos de muestreo, zonificándose por población de mayor exposición.
- Previo al muestreo, todos los puestos y ambientes de trabajo a ser evaluados serán registrados en la hoja de trabajo.
- Los equipos de medición serán calibrados y en todo momento se evitara la baja tensión en las baterías.

El aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca ha experimentado unas variaciones en cuanto a su crecimiento cuyo ámbito de estudio abarca 3000 m<sup>2</sup> alrededor del mismo, con una población aproximada de 3400 habitantes.

- a) Determinar el nivel promedio de intensidad del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca; para lo cual se desarrolló las siguientes actividades: Se determinaron el nivel promedio de intensidad del ruido producido por los aviones.

- b) Se identificaron los puntos de mayor exposición al ruido de aviones (despegue y aterrizaje).
- c) Se zonificó la población de mayor exposición.
- d) Se utilizó un plano milimetrado de la urbanización a escala de 1:10000.
- e) Se utilizó como método de selección, los puntos de medición “la rejilla” que consiste en realizar una rejilla de 1x1 cm sobre el plano de la urbanización a escala de 1:10000, y ubicar los puntos donde caigan las intersecciones de las líneas horizontales y verticales.
- f) Se utilizó un sonómetro o decibelímetro.
- g) Se procedió a tomar las mediciones de los puntos seleccionados, en los horarios de 8:30 a.m., 4 p.m. y 7 p.m. hora donde las aeronaves aterrizan o despegan del aeropuerto Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.

Antes de empezar con las mediciones se realizó la calibración el equipo con la ayuda del calibrador, las mediciones se realizaron durante 30 segundos a 1 minuto, sujetando en la mano el sonómetro o decibelímetro a una altura de 1.5 metros, luego se procedió al registro de los datos en el decibelímetro en cada uno de los puntos seleccionados.

### 3.5.5 Definición operacional de variables

Tabla 3

*Variable ruido clasificados según los indicadores*

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice (Variación sobre el LMP = 70 dB (A))
Nivel de ruido de proveniente de aviones	Intensidad del ruido	Normal	De 0 dB a menos
		Levemente ruidoso	>0 a 5 dB
		Moderadamente ruidoso	>5 a 10 dB
		Ruidoso	>10 a 15 dB
		Muy ruidoso	>15 a 20 dB
	Efectos nocivos	Extremadamente ruidoso	>20
		Pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño	Frecuentemente Algunas veces Nunca
		Dificultad de la comunicación verbal	Frecuentemente Algunas veces Nunca
		Probable interrupción del sueño	Frecuentemente Algunas veces Nunca
		Malestar diurno moderado	Frecuentemente Algunas veces Nunca
	Malestar diurno fuerte	Frecuentemente Algunas veces Nunca	
	Comunicación verbal extremadamente difícil	Frecuentemente Algunas veces Nunca	

### 3.5.6 Alcances y limitaciones

#### 3.5.6.1.1 Alcances

- El presente trabajo de investigación primeramente nos sirve como fuente de información que nos permite conocer la intensidad del ruido que producen los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca y su repercusión en la audición de los pobladores expuestos a contaminantes del medio ambiente.
- Nos permite identificar los grupos de riesgo, así como los problemas auditivos de la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto

Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, motivando a las instituciones prestadoras de servicios de salud a que se establezcan medidas preventivas para dicha población, y que a futuro se eviten daños irreversibles.

- También nos hace conocer algunos efectos nocivos que causa el ruido en la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, como la perturbación del sueño, dificultad para hablar y otros, lo que es motivo de una investigación más profunda por parte de las instituciones de salud y de los programas de salud.
- Motivar en la toma de decisiones a nivel multisectorial (Ministerio de Transportes, CORPAC, Municipalidades, MINSA y otros) para contribuir a disminuir estos factores de riesgo.

### **3.5.7 Limitaciones**

- En esta etapa de recolección de datos, fue difícil tratar de convencer a las personas elegidas para que se sometan a la encuesta y se puedan realizar la prueba de audiometría en el hospital de la ciudad de Juliaca.
- La parte económica es otra limitante para realizar investigación sobre el tema ya que el alquiler de equipos es muy costoso para evaluar la frecuencia del ruido.
- Los equipos son delicados y costosos, únicos en la zona de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Nivel de intensidad del ruido producido por aviones en el Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca

##### 4.1.1 Evaluación del ruido

Según Díaz (1996), el ruido debe medirse utilizando métodos normalizados y adaptados al objetivo que se persigue, los métodos deberán estar de acuerdo con las normas internacionales o con la norma nacional vigente.

“El sonido se mide en decibelios (dB) y el cual está determinado por la intensidad, es decir, por la fuerza de la vibración y por la alteración que produce el aire”.

El ruido debe de medirse en la posición semi horizontal a 1.50 del nivel de suelo; el micrófono debe ser omnidireccional, para garantizar que todas las fuentes de ruido intervienen en la medida, pues, hay que considerar que es una medida del ruido ambiente; se debe considerar que existen distintas fuentes de ruido, y probablemente ni siquiera es la predominante (Cel. Instruments, 1996).

La evaluación se debe efectuar en todas las áreas donde sea necesario; en los sitios donde se tiene dificultad para comunicarse cuando se usa un lenguaje de intensidad normal; en las áreas de influencia del contaminante o donde las personas cuyas audiometrías han resultado anormales.

##### 4.1.2 Medición de ruido

Según ISO (1996), los parámetros del ruido a ser medidos en los estudios de evaluación son:

“Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación a la Eq T, que es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en un mismo intervalo de tiempo (T), y que contiene la misma energía total que el sonido medido”; su fórmula es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \text{ Log } (1/T) \int_0^T (P_A(t)/P_o)^2 dt$$

Dónde:  $P_A(t)$  es la presión sonora instantánea con ponderación (A)

$$P_o = 20 \text{ uPa}$$

T es el período de medición.

En cuanto a los intervalos de medición, se puede recurrir a tomar un período de muestreo que cubra la totalidad del período de definición, normalmente la duración del estándar a evaluar, o bien efectuar varias mediciones, distribuidas en forma aleatoria dentro del período de definición. En este tipo de medición, el error cometido va en función del número y duración de las mediciones.

El tipo de medición puede ser de ambiente o local.

- De ambiente cuando el ruido es constante o fluctuante periódico, para lo cual se utilizará un sonómetro.
- Local cuando el ruido es fluctuante aleatorio, para lo cual se utilizará el dosímetro.

De contarse con un equipo con análisis de banda de octavas puede realizarse la medición utilizando esta herramienta para tener una idea acerca de cuáles son las bandas críticas del espectro sonoro.

1) Ponderación

Se utiliza la ponderación A.

2) Velocidad de respuesta

Se utiliza la respuesta “S” Slow.

3) Equipo a utilizar:

- En el monitoreo ambiental: se utiliza el sonómetro.
- En el monitoreo del puesto de trabajo se utiliza el dosímetro.

4) Duración de la muestra individual:

- En el monitoreo ambiental: medición puntual.
- En el monitoreo del puesto de trabajo: duración 8 horas.

5) Número de muestras requeridas:

- En el monitoreo ambiental (sonómetro) se realizan tres mediciones para ser ponderadas y obtener una medición final.
- En el monitoreo del puesto de trabajo (dosímetro) se realiza una medición, salvo en los siguientes casos donde se espera que las concentraciones de ruido estén por encima del valor límite o por otras razones técnicas válidas se tomarán dos muestras.

### 4.1.3 Los Límites Permisibles

A nivel nacional, se ha establecido estándares de calidad ambiental relacionada con el ruido. Los resultados de la medición se comparan con los límites permisibles de ruido. Estos estándares consideran los siguientes parámetros:

Tabla 4

Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en $L_{AeqT}$	
	Horario diurno	Horario nocturno
	07:01-22:00	22:01-07:00
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D.S. N° 085-2003-PCM.

### 4.1.4 Equipos de medición

**Sonómetro.** El nivel de presión sonora se mide con los sonómetros o decibelímetros, cuya escala está graduada en decibeles (dB). Estos instrumentos dan lecturas rápidas y lentas y tienen la posibilidad de modificar su respuesta acústica lineal (flat), interponiendo los filtros compensadores “A”, “B”, “C” y a

veces “D”. El filtro “A” asemeja a la respuesta del instrumento a la sensibilidad del oído humano en las frecuencias bajas.

**Analizador de bandas de octavas.** La distribución de la energía sonora según su frecuencia, se determina con un analizador de bandas de octavas. Este es un instrumento que descompone la intensidad del ruido total en las presiones sonoras de las bandas de octavas del espectro sonoro entre los 20 y los 20000 Hertz (ciclos por segundos). Cada tipo de sonómetro tiene su analizador de bandas correspondiente.

**Dosímetros.** Son medidores de sonido integrados que operan sobre periodos de tiempo fijo, usualmente 8 horas, y registran el tiempo en el cual el trabajador ha estado expuesto a niveles de ruido significativos. Pueden ser llevados por el trabajador en el cinturón o en uno de sus bolsillos y permiten fijar el micrófono cerca del oído. Es un instrumento bastante útil para medir la exposición de un trabajador que debe moverse por áreas con distintas intensidades de ruido.

- Comprobación previa del funcionamiento de los instrumentos, según indicaciones del fabricante (CEL, Sound Level Meters, 2006).
  - \* Conectar y poner a funcionar el equipo dando tiempo a que el mismo se estabilice.
  - \* Verificar el funcionamiento de las baterías.
  - \* Realizar las calibraciones eléctricas y acústicas de los instrumentos.
  - \* Medir los niveles de bandas de octavas de ruido conocido.
  - \* Verificar nuevamente las baterías.
- Precauciones durante el transporte del equipo
  - \* Transportar los instrumentos en sus estuches protectores sin que sufran golpes o impactos (pueden estropearse o perder su calibración).
  - \* Evitar exponer los instrumentos a temperaturas superiores a los 35° C. (La temperatura en el asiento de un carro cerrado, en un día caluroso, sobrepasa esta temperatura y frecuentemente daña el micrófono y los transistores.
  - \* Evitar exponer los instrumentos a humedades relativas altas.
- Procedimiento para efectuar las mediciones de ruido en el campo.
  - \* Comprobar el buen estado de las baterías y la calibración de los instrumentos.

- \* Repetir durante el estudio esta calibración cada hora, y al final de cada ciclo de mediciones.

- \* Para medir ruidos continuos, usar el circuito de ponderación “A” y la respuesta lenta (slow) del instrumento.

- \* Para medir ruidos de impacto, efectuar las lecturas con la respuesta final (flat) o con el circuito de ponderación “C” y usando la máxima velocidad del instrumento (fast).

- \* Colocar el sonómetro con el micrófono en la posición que ocuparía el oído de la persona expuesta, teniendo cuidado el operador, de mantener el instrumento lo más alejado de su cuerpo o de maquinarias o equipos que puedan actuar como pantallas absorbentes.

- \* Cubrir el micrófono con un protector contra viento, si en el ambiente existen fuertes corrientes de aire.

- \* Hacer funcionar el sonómetro, comenzando por el máximo de la escala, para seleccionar el rango apropiado de medición.

- \* Efectuar en cada sitio de medición tres (3) a cinco (5) lecturas que no difieran en más de 3 dB unas de otras. Si no se cumple esta condición se repetirán las lecturas. Los resultados se expresan como decibeles “A” dB(A).

- \* Observar y anotar los valores máximos de cada impacto para ruidos de este tipo, por tres a cinco impactos consecutivos, los cuales no deben variar entre sí, en más de 3 dB. Si no se cumple esta condición, se repetirán las lecturas.

- \* Expresar los resultados en el número de impactos, para cada intensidad de decibeles, en un periodo de 8 horas.

Sistematizar las mediciones en áreas muy grandes por medio de un cuadrículado de la zona y montar el sonómetro en un trípode.

#### **4.1.5 Descripción del área o situación**

El aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca ha experimentado algunas variaciones en cuanto a su crecimiento donde se desarrollaron trabajos de recuperación, donde el ámbito de estudio abarca 3000 m<sup>2</sup> alrededor del mismo, con una población aproximada de 3400 habitantes.

Tabla 5

Niveles de ruido proveniente de aviones

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice (Variación sobre el LMP = 70 dB (A))
Nivel de ruido de proveniente de aviones.	Intensidad del ruido	Normal	De 0 dB a menos
		Levemente ruidoso	>0 a 5 dB
		Moderadamente ruidoso	>5 a 10 dB
		Ruidoso	>10 a 15 dB
		Muy ruidoso	>15 a 20 dB
		Extremadamente ruidoso	>20

#### A) Inicio de las acciones

Para evitar que agentes externos interfirieran con el muestreo se explicó el propósito del monitoreo a los pobladores y autoridades buscando su colaboración para asegurar que entienden la necesidad de no interferir en el monitoreo.

- Antes de proceder a las mediciones se realizó una inspección física preliminar de todos los puntos de muestreo con el objeto de obtener información preliminar respecto a las condiciones existentes en la zona a evaluar y con el fin de determinar la factibilidad de la medición de cada uno de puntos localizados antes mencionados. Se registró en la hoja de medición, los resultados de estas observaciones, así como toda la información relevante con relación al muestreo llevado a cabo.
- Basado en estas observaciones preliminares, se procedió a establecer el programa de monitoreo definitivo, es decir el número de muestras, la secuencia de muestreo, etc. siguiendo la estrategia inicial.

#### B) Proceso de muestreo

- Para proceso de muestreo se trasladó al área de estudio el siguiente equipo:
  - Sonómetro Cel 553. Tipo 2

- Micrófono Cel 292
- Calibrador secundario
- Baterías AA
- Se calibró y verificó la configuración del equipo:  
Ponderación: Se utilizó la ponderación A.  
  
Velocidad de respuesta: Se utilizó la respuesta “S” Slow.  
  
Duración de la muestra individual: medición puntual.
- Se ubicó el equipo según el esquema de muestreo. El micrófono se ubicó a una altura de 1.5 m del suelo, a 1.0 m de paredes u otras superficies reflectivas mayores.
- Se anotó la medición, así como la hora de finalización en caso de monitoreo ambiental.

### C) Resultados

Se consideró un total de 46 mediciones validas; todas las mediciones fueron realizadas en horario diurno reglamentado en la legislación vigente, es decir de 7:01 am a 22:00 pm. La zona de estudio fue considerada como comercial-residencial y el valor máximo permisible considerado fue de  $L_{Aeq,T}=70$  dB(A).

Tabla 6

Nivel de presión sonora continuó equivalente de los puntos de muestreo

Nº	Código	Ubicación del punto de muestreo	Leq (A)	dB Sobre el lím Leq (A)-70 (dBA)	Indicador
1	MR01	Las casuarinas MH L17	75	5	levemente ruidoso
2	MR02	Las casuarinas MH L7 Jr. Ancash. N  114	81.3	11.3	Ruidoso Moderadamente
3	MR03	Jorge Chavez	75.2	5.2	ruidoso
4	MR04	Calle Espinal MkL3 Las Casuarinas	51.3	-18.7	Normal
5	MR05	MqL9 II etapa Las Casuarinas M L3	65.1	-4.9	Normal
6	MR06	II etapa Miguel Grau L9M9	59.7	-10.3	Normal Moderadamente
7	MR07		75.5	5.5	ruidoso
8	MR08	Jr. Bedoya M6L3 Miguel Grau L2 ML	70.9	0.9	levemente ruidoso
9	MR09	1° etapa aeropuerto	87.1	17.1	muy ruidoso



10	MR10	Miguel Grau MK L16 1° etapa aeropuerto	83.6	13.6	Ruidoso
11	MR11	Jr. Inti MI L1 cincuent. Cancollani	87.5	17.5	muy ruidoso
12	MR12	Miguel Grau ML L3 1° etapa aeropuerto	84.1	14.1	Ruidoso
13	MR13	Jr.24 Junio 887 Jorge Chávez II etapa	70.4	0.4	levemente ruidoso
14	MR14	Miguel Grau ML L 12 1° etapa aeropuerto	76.6	6.6	moderadamente ruidoso
15	MR15	Jr. Amanecer 272 Jorge Chávez II etapa	66.3	-3.7	Normal
16	MR16	Las casuarinas MH L 10	82.3	12.3	Ruidoso
17	MR17	Jr. Ancash 736 Jorge Chávez II etapa	71.7	1.7	levemente ruidoso
18	MR18	Pje Wiracocha 115 Jorge Chávez I etapa	75.8	5.8	moderadamente ruidoso
19	MR19	Av. Circunv. Norte 1062 Jorge Chavez	69.6	-0.4	Normal
20	MR20	Comunidad Centro Jaran	77.9	7.9	moderadamente ruidoso
21	MR22	Comunidad Centro Jaran	80	10	moderadamente ruidoso
22	MR23	Pasaje Wiracocha L9MI	73.3	3.3	levemente ruidoso
23	MR24	Av. Aeropuerto MK L 16 Aeropuerto. I etapa	85.8	15.8	muy ruidoso
24	MR25	Jr. 7 de Junio MJ L18 Jorge Chávez I etapa	79.4	9.4	moderadamente ruidoso
25	MR26	Jr. 7 de Junio MJ L 4 Jorge Chávez I etapa	81.1	11.1	Ruidoso
26	MR27	Av. E. Canon MI L2 Cincuent. Cancollani	78	8	moderadamente ruidoso
27	MR28	Av E. Canon Mj L 12 Cincuent. Cancollani	83.5	13.5	Ruidoso
28	MR29	Av. E. Canon MI L 16 Cincuent. Cancollani	74	4	levemente ruidoso
29	MR30	Av. E Canon Mi L 10 Cincuent. Cancollani	85	15	Ruidoso
30	MR31	Miguel Grau MK L16 1° etapa aeropuerto	78.5	8.5	moderadamente ruidoso
31	MR32	Av. Aeropuerto MJ.L 12.Aeropuert. 1° etapa	82.4	12.4	Ruidoso
32	MR33	Barrio el Carmen 1° etapa	82	12	Ruidoso
33	MR34	Av. Aeropuerto MEL6	87	17	muy ruidoso
34	MR35	Aeropuerto. 1° etapa Av. E. Canon MI L6	75.4	5.4	moderadamente ruidoso
35	MR36	Cincuent, Cancollani Barrio el Carmen II etapa	84.3	14.3	Ruidoso

		Jr. 24 Junio 726	79.2		moderadamente
36	MR38			9.2	ruidoso
37	MR39	Jr. Ancash. N° 730	67.1	-2.9	Normal
		Pje. Leguía MH L 11	81.7		
38	MR40	Jorge Chávez 1 etapa		11.7	Ruidoso
		Jr. Jose Bedoya° MG	80.4		
		L5. Jorge Chávez 1			
39	MR41	etapa		10.4	Ruidoso
		Pasaje	65.8		
		WiracochaMIL3			
40	MR42	Jorge Chávez		-4.2	Normal
		Barrio el Carmen I	87.1		
41	MR43	etapa		17.1	muy ruidoso
42	MR44	Jr. Tungasuca 747	83.5	13.5	Ruidoso
43	MR45	Jr. Tungasuca 843	84.3	14.3	Ruidoso
		Av. Aeropuerto	83.6		
44	MR46	MiL15		13.6	Ruidoso
		Av. Independencia	87.5		
		Barrio Aeropuerto I			
45	MR47	etapa		17.5	muy ruidoso
		Av. Aeropuerto Mz	82.4		
46	MR48	L9		12.4	Ruidoso

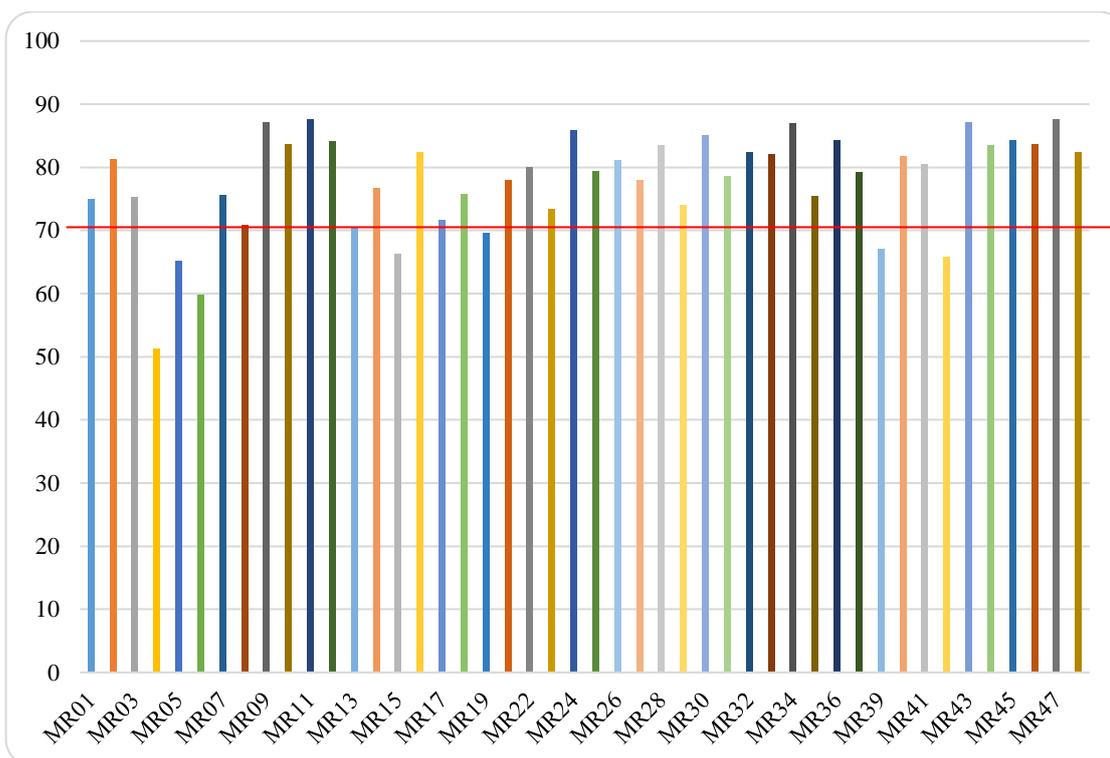


Figura 5. Comparación con el límite permisible

En la figura 5, se observa que existen muchos puntos cuyos valores hallados se encuentran por encima del límite máximo permisible establecido por el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.

Tabla 7

Comparación entre los valores hallados vs límite

Valores encontrados	Cant
Dentro del Límite Máximo Permissible	7
Por encima del Límite Máximo Permissible	39
<b>Total</b>	<b>46</b>



Figura 6. Comparación de valores hallados vs LMP

En la Figura 6, se puede determinar que el 85 % (n=339 de puntos evaluados, se encuentra por encima del límite máximo establecido, mientras que solo el 15% (n=7) restante, se encuentra dentro de parámetros considerados normales; se establece entonces que en general la población que habita en la zona se encuentra expuesta al ruido.

Tabla 8

*Categorización del tipo de ruido según indicador*

Indicador del nivel de ruido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Normal	7	15%	15%
Levemente ruidoso	6	13%	28%
Moderadamente ruidoso	11	24%	52%
Ruidoso	16	35%	87%
Muy ruidoso	6	13%	100%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	

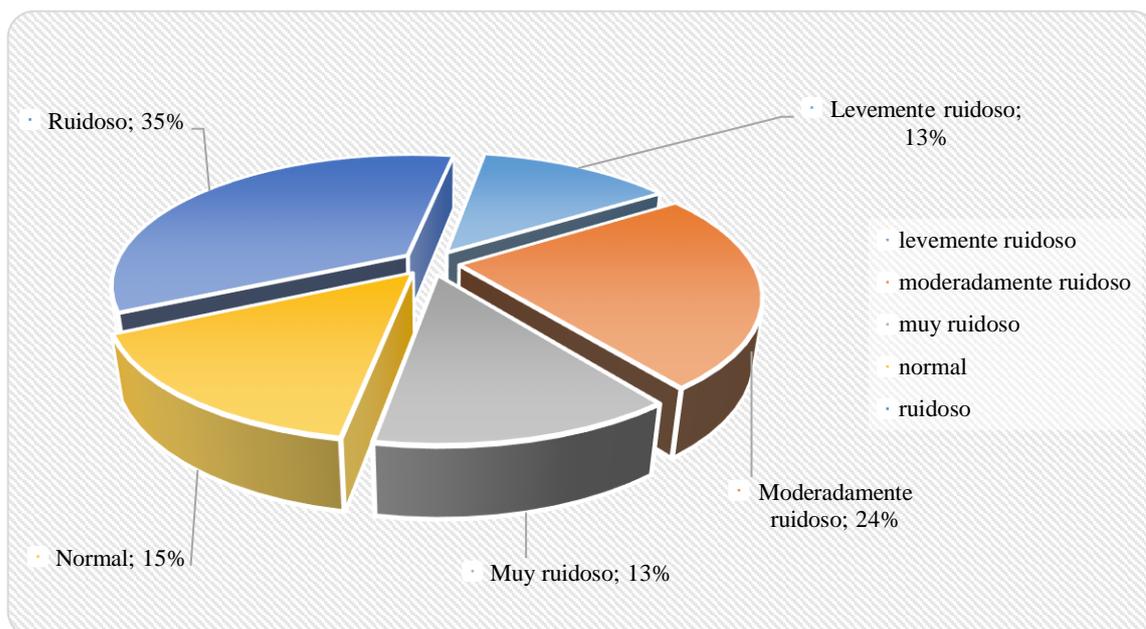


Figura 7. Nivel de exposición sonora

De la figura 7, se extrae de que el 35% (n=16) de los puntos de muestreo se encuentran en calidad de ruidoso, con valores entre 10 y 15 dB(A) por encima del LPM, luego el 24% (n=11) en calidad de moderadamente ruidoso con valores entre 5 y 10 dB(A) por encima del LMP, enseguida el 15% (n=7) en calidad de normal con valores por debajo del LMP, posteriormente el 13% (n=6) en calidad de levemente ruidoso con valores por encima del LMP hasta en 5 dB(A), finalmente el 13% (n=6) en calidad de muy ruidoso cuyos valores se encuentran entre 15 a 20 dB(A) por encima del LMP.

#### 4.1.6 Discusión

La Unión Europea (2002), en un estudio de “el ruido urbano” cuyo objetivo cuyo objetivo fue medir el nivel del ruido del tránsito urbano, encontró que “alrededor de 40% de la población están expuestos al ruido del tráfico con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB (A) en el día y 20% están expuestos a más de 65 dB (A). Si se consideraría la exposición total al ruido del tráfico se puede calcular que un aproximado de la mitad de los europeos vive en zonas con gran contaminación sonora. Más del 30% de los habitantes están expuestos durante la noche a niveles de presión sonora por encima de 55 dB (A), lo que causa trastornos en el sueño”.

En el presente estudio se encontró que los niveles de ruido en las zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para ruido D.S. 085-2003-PCM (Límites Máximos Permisibles) en un 85 % y tan solo el 15 % se encuentra dentro los parámetros normales, mostrando que la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca se encuentra expuesta a niveles de ruido elevado producido por los aviones, estos valores son similares con los estudios de Londoño (2004) y estos ruidos pueden generar daño psicológicos (Calatayud-Mendoza *et al.* 2022).

#### **4.2 Problemas de audición de los pobladores que habitan en lugares aledaños al Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca**

Aproximadamente, uno de cada 10 norteamericanos padece algún grado de defecto auditivo. Esta pérdida es más corriente en las personas de edad avanzada y podrá deberse al suministro reducido de sangre al oído interno a consecuencia del endurecimiento de las arterias. Sin embargo, existen algunas pruebas de que el defecto en cuestión puede resultar del desgaste de nuestro aparato auditivo debido a la exposición durante toda la vida al ruido (Miller, 1991).

Si nuestro oído permanece expuesto durante largos periodos a ruidos por encima de 85 dB se producirá algún grado de pérdida en la audición. El efecto sobre el oído interno podrá acaso no manifestarse enseguida, pero progresa gradualmente y es acumulativo (Aguilar, 1990).

La audiometría debe de considerarse como una evaluación complementaria al examen físico, esta audiometría permite cifrar las pérdidas auditivas y determina la magnitud de esta en relación con las vibraciones acústicas (Stone, 1992).

La Organización Mundial de la Salud, tomando en cuenta esta problemática, determino ciertos umbrales a partir de los cuales pueden surgir los distintos efectos dañinos como indica la Tabla 1 Efectos nocivos del ruido y sus umbrales.

En el presente trabajo se realizó el estudio de los problemas de audición de los pobladores que habitan en zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca según la edad, sexo y el tiempo de residencia, obteniéndose los resultados siguientes:

#### 4.2.1 Problemas de audición de los pobladores según edad, género y tiempo de residencia

Tabla 9

Edad de la población evaluada

Edad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
menos de 15 años	3	7%	7%
de 16 a 25 años	7	17%	24%
de 26 a 35 años	16	33%	57%
de 36 a 45 años	20	43%	100%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	

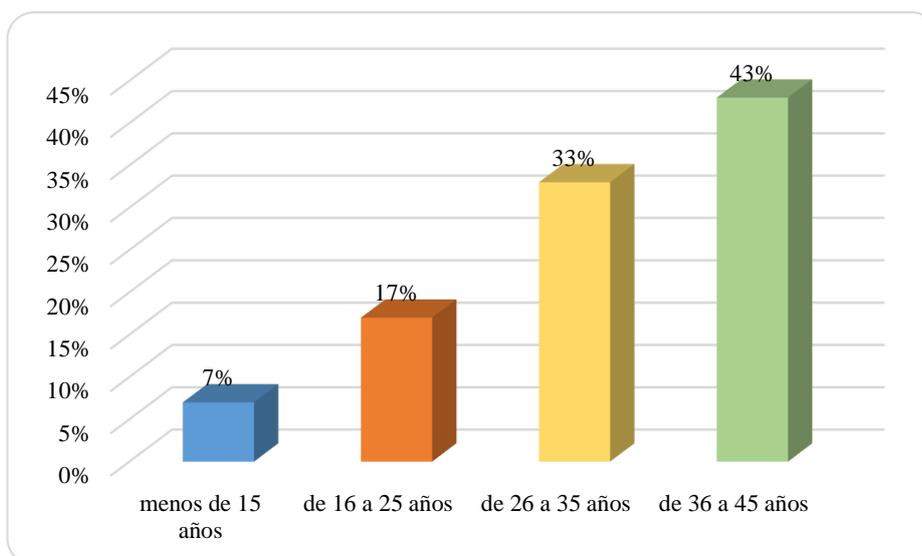


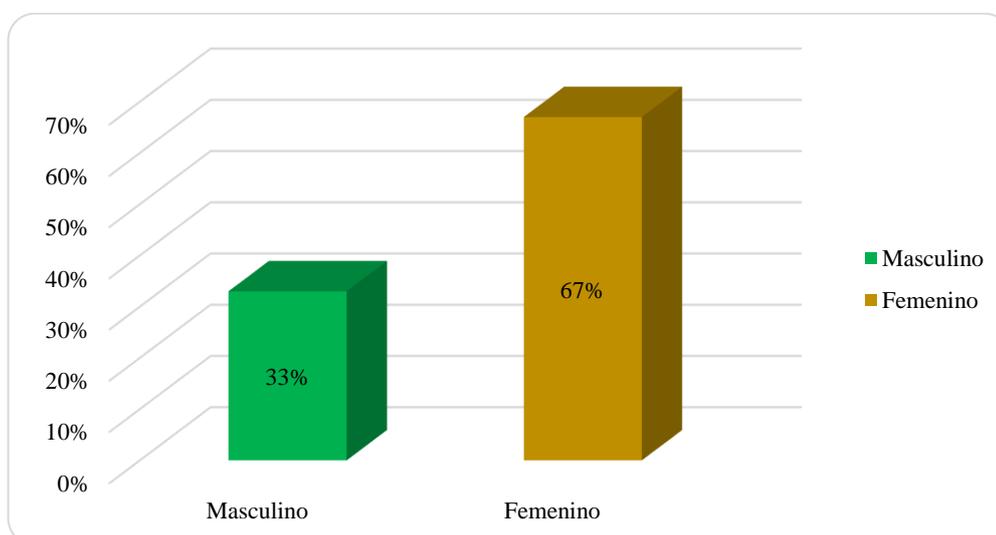
Figura 8. Edad de la población evaluada

En la tabla 9 y la figura 8, nos indica la edad promedio de la población de la muestra que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca, donde se observa que el 43% de los pobladores de la muestra poseen edades entre 36 y 45 años mientras que el 33% tienen edades entre 26 y 35 años. A lo que se puede decir que más del 70% de la muestra seleccionada tienen la edad de 26 años a más y solo el 24% son menores de 26 años.

Tabla 10

*Género de la población evaluada*

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Masculino	15	33%	33%
Femenino	31	67%	100%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	



*Figura 9. Género de los pobladores evaluados*

La tabla 10 y la figura 9, nos muestra el sexo de la población elegida en la muestra, los mismos que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca, donde observamos que el 67% pertenece al género femenino y el 33% al género masculino.

#### 4.2.2 Tiempo de residencia de la población evaluada

Tabla 11

*Tiempo de residencia de la población evaluada*

Tiempo de residencia en la zona	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
menor a 6 años	5	11%	11%
de 6 a 10 años	13	28%	39%
de 11 a 20 años	19	41%	80%
más de 21 años	9	20%	100%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	

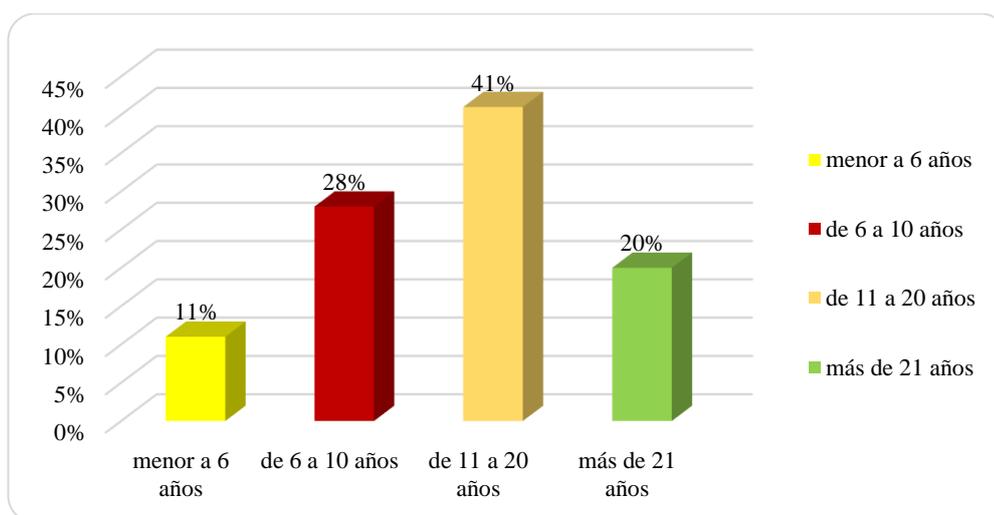


Figura 10. Tiempo de residencia de la población evaluada

La tabla 11 y la figura 10, nos indica el tiempo que la población habita en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca, donde se puede apreciar que el 41% de los pobladores habitan entre 11 y 20 años, mientras que el 28% la habitan entre 6 y 10 años, luego se tiene que un 20% habitan por más de 21 años y tan solo el 11% de la población la habita menos de 6 años en zonas aledañas al aeropuerto.

Entonces podemos decir que cerca al 70% de la población habitan la zona aledaña al aeropuerto de Juliaca entre 6 y 20 años, por lo que consideramos que el tiempo

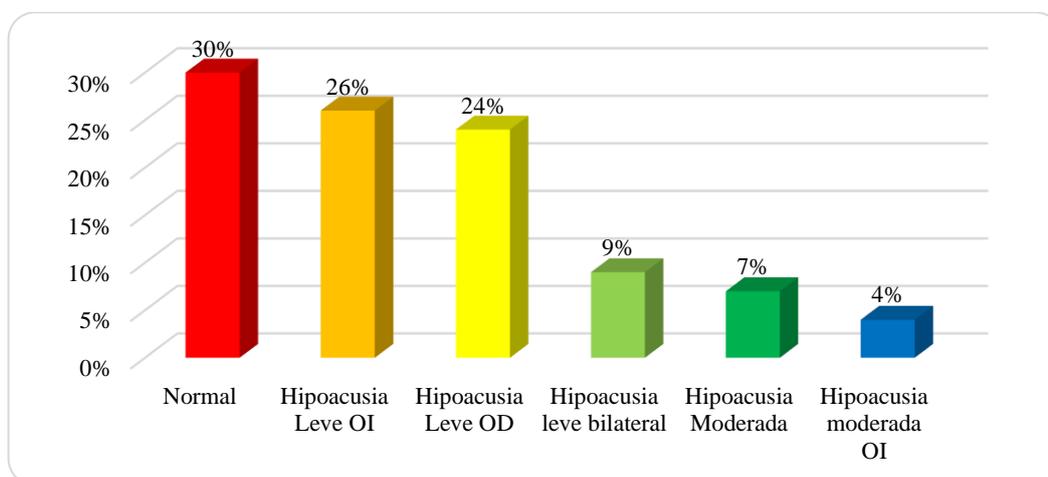
de residencia en la zona es elevado es decir el tiempo de residencia afecta significativamente en el desarrollo de problemas de audición de la población.

### 4.2.3 Problemas de audición de la población

Tabla 12

*Problemas de audición de la población*

Diagnóstico de la audición	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Normal	14	30%	30%
Hipoacusia Leve OI	12	26%	57%
Hipoacusia Leve OD	11	24%	80%
Hipoacusia leve bilateral	4	9%	89%
Hipoacusia moderada	3	7%	96%
Hipoacusia moderada OI	2	4%	100%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	



*Figura 11. Problemas de audición de la población*

La tabla 12 y la figura 11, nos muestra el efecto de audición de la población que habita en lugares aledaños al aeropuerto, donde se puede observar que el 30% presentan audición normal, el 26% presentan hipoacusia leve del oído izquierdo, el otro 24% presentan hipoacusia leve del oído derecho, el 9% presenta hipoacusia

leve bilateral, el 7% presentan hipoacusia moderada y el 4% hipoacusia moderada en el oído izquierdo.

De estos resultados se pudo determinar que el 59% de los pobladores presentan hipoacusia leve y el 11% presentan hipoacusia moderada, es decir el 70% de la población que habita en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca presentan problemas de audición.

#### 4.2.4 Estadística descriptiva del problema y efecto de audición de la población

Tabla 13

*Estadística descriptiva del problema de audición*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	46	13	45	32.30	10.394
Exposición	46	5	44	14.15	8.069
Efecto	46	0	5	1.48	1.410

La edad promedio de los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto es de 32 años y su desviación estándar es de 10.39 años lo que indica que las edades son variadas, el poblador de menor edad del estudio tiene 13 años y el de mayor edad es de 48 años.

El tiempo promedio de exposición o tiempo promedio que habita la población en la zona es de 14 años y su desviación estándar es de 8 años, que nos indica que no existe mucha variación en el tiempo de exposición que es entre 6 y 20 años, observamos también que el tiempo mínimo de exposición a los ruidos de los aviones es de 5 años y el mayor de 44 años en la zona.

El efecto de audición de los pobladores nos indica una media de 1.48; que según los valores asignados podemos decir que se tiene hipoacusia leve a moderada entre la población que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

#### 4.2.5 Relación entre los niveles de audición de los pobladores, factores personales y el ruido producido por aviones

Tabla 14

*Relación de los niveles de audición con la edad de los pobladores*

Edad	Nivel de audición de los pobladores												Total	
	Normal		Hipoacusia leve OI		Hipoacusia leve OD		Hipoacusia leve bilateral		Hipoacusia moderada		Hipoacusia moderada OI		Fr.	%
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%		
menos de 15 años	0	0%	2	4%	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	3	7%
de 16 a 25 años	4	9%	4	9%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	8	17%
de 26 a 35 años	6	13%	1	2%	6	13%	2	4%	0	0%	0	0%	15	33%
de 36 a 45 años	4	9%	5	11%	4	9%	2	4%	3	7%	2	4%	20	43%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>30%</b>	<b>12</b>	<b>26%</b>	<b>11</b>	<b>24%</b>	<b>4</b>	<b>9%</b>	<b>3</b>	<b>7%</b>	<b>2</b>	<b>4%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

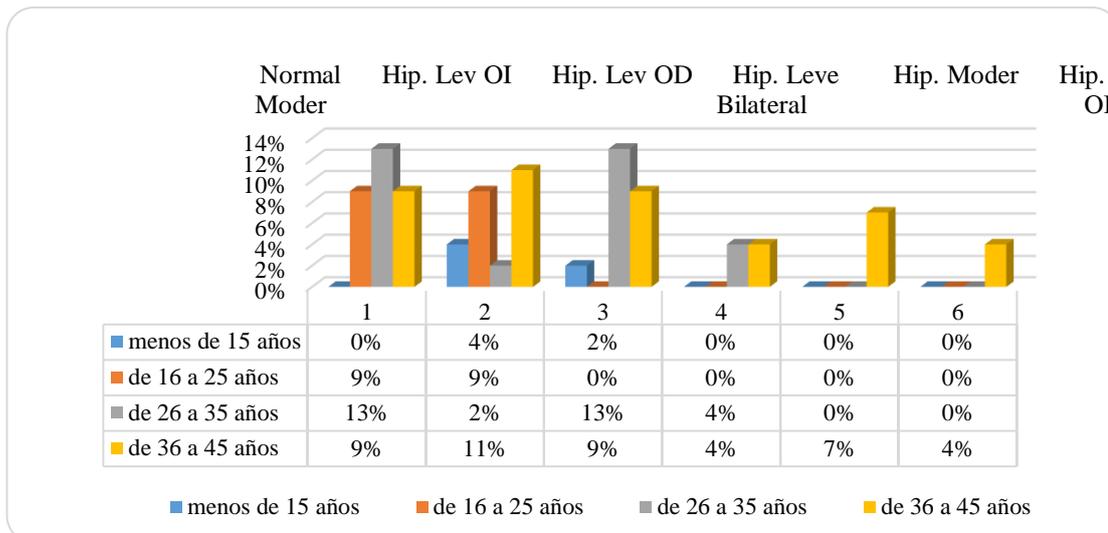


Figura 12. Relación de los niveles de audición con la edad de los pobladores

### Prueba de hipótesis.

#### 1. Planteamiento de las hipótesis:

**Ho: Nula:** No hay una relación significativa entre los niveles de audición con la edad de los pobladores que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

**Ha: Alterna:** Existe relación significativa entre los niveles de audición y la edad de los pobladores que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

Tabla 15

*Desarrollo de hipótesis de nivel de audición y edad*

Nivel de Confianza	Grados de Libertad	Punto crítico Chi cuadrada	Resultado de la Chi	Significancia
95%	15	25.0	20.553	0.152

#### 4.2.6 Decisión

Desde que el valor de la Chi calculada = 20.553 menor al valor de la Chi cuadrada de tablas = 25.0, el cual pertenece a la región de aceptación por lo que aceptamos la hipótesis nula, concluyendo que no existe influencia significativa entre los niveles de audición y la edad de los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca. A un nivel de significancia o error del 5%.

Interpretación

La tabla 14 y figura 12, nos indica el nivel de relación que existe entre la edad de los pobladores y el diagnóstico de audición que presentan los pobladores, lo que según la prueba de hipótesis haciendo uso de la distribución Chi cuadrada, nos determina que no existe relación significativa, con lo que concluimos que los problemas de audición que presentan los pobladores no es influido significativamente por la edad de los pobladores.

Si observamos los porcentajes significativos veremos que el 13 % de los pobladores que presentan hipoacusia leve del oído derecho tienen edades entre 26 y 35 años, lo que indica que la edad no es un factor que está influenciando los problemas de oído que tienen los pobladores, porque este porcentaje significativo es de pobladores relativamente jóvenes.

#### 4.2.7 Relación de los niveles de audición con el género de la población

Tabla 16

*Relación de los niveles de audición con el género de la población*

Género	Nivel de audición de los pobladores												Total	
	Normal		Hipoacusia Leve OI		Hipoacusia Leve OD		Hipoacusia leve bilateral		Hipoacusia Moderada		Hipoacusia moderada OI			
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Masculino	3	7%	7	15%	3	7%	1	2%	1	2%	0	0%	15	33%
Femenino	11	24%	5	11%	8	17%	3	7%	2	4%	2	4%	31	67%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>30%</b>	<b>12</b>	<b>26%</b>	<b>11</b>	<b>24%</b>	<b>4</b>	<b>9%</b>	<b>3</b>	<b>7%</b>	<b>2</b>	<b>4%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

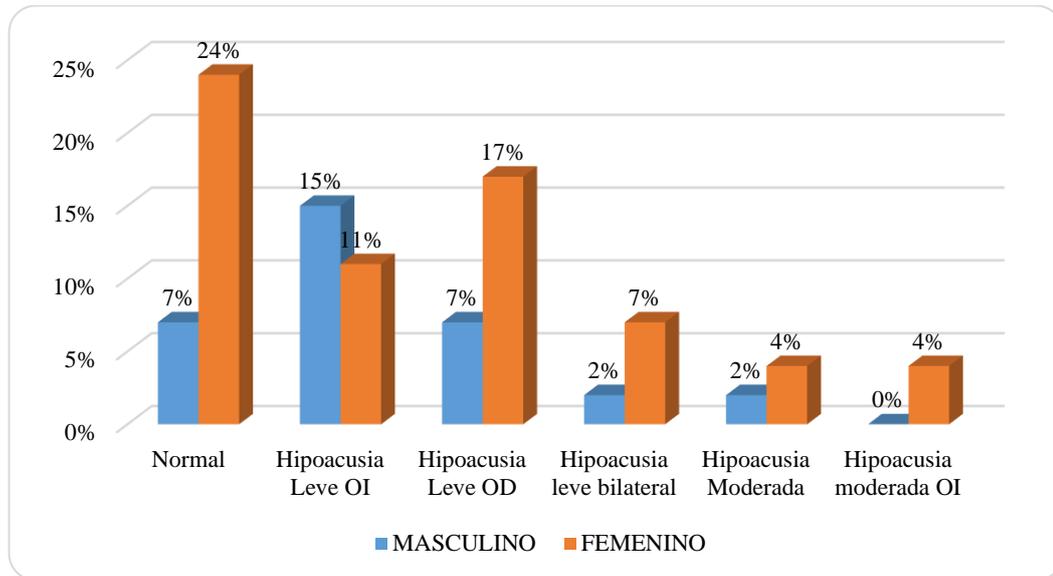


Figura 13. Relación de los niveles de audición con el género de la población

Prueba de hipótesis.

1. Planteamiento de las hipótesis:

Ho: Nula: No existe relación significativa entre los niveles de audición y el sexo de los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

Ha: Alterna: Existe relación significativa entre los niveles de audición y el sexo de los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

2. Desarrollo de las hipótesis

Tabla 17

Relación de la audición y género

Nivel de Confianza	Grados de Libertad	Punto crítico Chi cuadrada	Resultado de la Chi	Significancia
95%	5	11.1	5.626	0.344

### 3. Decisión

Desde que el valor de la, Chi calculada = 5.626 menor al valor de la Chi cuadrada de tablas = 11.1, el cual pertenece a la región de aceptación por lo que aceptamos la hipótesis nula, concluyendo que no existe influencia significativa entre los niveles de audición y el sexo de la población que habita en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca. A un nivel de significancia o error del 5%.

#### Interpretación

La Tabla 15 y la Figura 09, nos indica el nivel de relación que existe entre el sexo de los pobladores y el efecto de audición que presentan los pobladores, lo que según la prueba de hipótesis haciendo uso de la distribución Chi cuadrada, nos hace determinar que no existe relación significativa entre estas variables, con lo que se concluye que el problema de audición que presentan los pobladores no está influido significativamente por el sexo que poseen.

En los porcentajes significativos se observa que el 15% de los pobladores que presentan hipoacusia leve del oído izquierdo son de sexo masculino, mientras que el 17% que presentan hipoacusia leve del oído derecho son de sexo femenino, esto también nos indica que el sexo no se relaciona significativamente con los problemas de oído que tienen los pobladores.

#### **4.2.8 Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia de la población**

Tabla 18

*Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia*

Años de residencia en la zona	Nivel de audición de los pobladores												Total	
	Normal		Hipoacusia a Leve OI		Hipoacusia Leve OD		Hipoacusia leve bilateral		Hipoacusia Moderada		Hipoacusia moderada OI		Fr.	%
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%		
Menor de 6 años	5	11%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	5	11%
Entre 6 a 10 años	5	11%	4	9%	3	7%	1	2%	0	0%	0	0%	13	28%
Entre 11 a 20 años	3	7%	5	11%	4	9%	3	7%	2	4%	2	4%	19	41%
A más de 21 años	1	2%	3	7%	4	9%	0	0%	1	2%	0	0%	9	20%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>30%</b>	<b>12</b>	<b>26%</b>	<b>11</b>	<b>24%</b>	<b>4</b>	<b>9%</b>	<b>3</b>	<b>7%</b>	<b>2</b>	<b>4%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

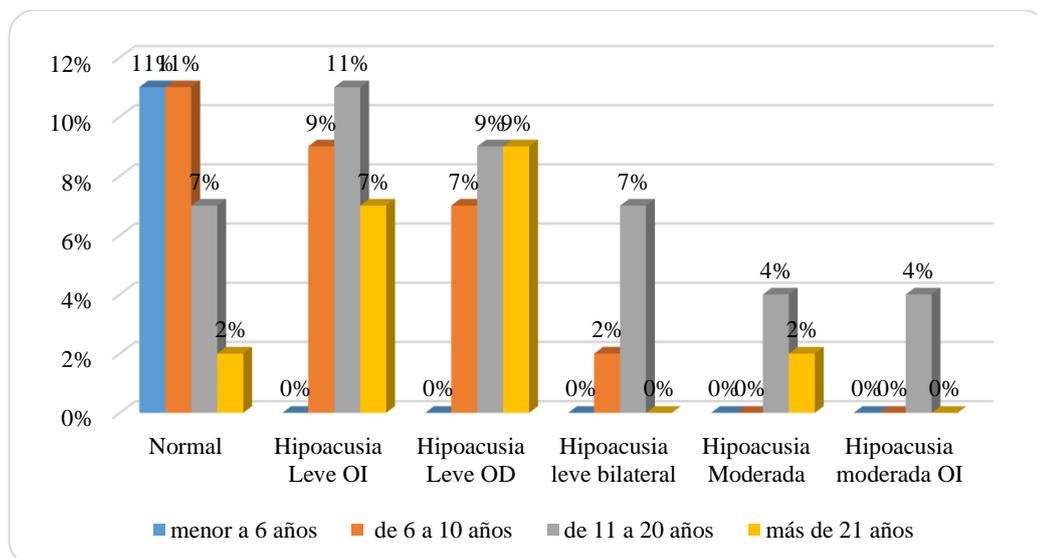


Figura 14. Relación de los niveles de audición con el tiempo de residencia

### Prueba de hipótesis.

#### 1. Planteamiento de las hipótesis

**Ho: Nula:** No existe relación significativa entre los niveles de audición y el tiempo de residencia en la zona de la población que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

**Ha: Alterna:** Existe relación significativa entre los niveles de audición y el tiempo de residencia en la zona de la población que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

## 2. Desarrollo de las hipótesis

Tabla 19

*Valores críticos en relación a los niveles de audición y tiempo de residencia*

Nivel de Confianza	Grados de Libertad	Punto crítico Chi cuadrada	Resultado de la Chi	Significancia
95%	15	25.0	25.41	0.048

## 3. Decisión

Desde que el valor de la, Chi cuadrada calculada = 25.41 mayor al valor de la Chi cuadrada de tablas = 25.0, el cual corresponde a la región de rechazo por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, concluyendo que existe influencia significativa entre los niveles de audición y el tiempo de residencia en la zona de los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca. A un nivel de significancia o error del 5%.

## Interpretación

La tabla 16 y la Figura 10, nos indica los resultados de relación que existe entre los años de residencia en la zona de la población y el efecto de audición que presentan los pobladores, lo que según la prueba de hipótesis haciendo uso de la distribución Chi cuadrada, nos hace determinar que si existe relación significativa entre estas variables, con lo que concluimos que los problemas de audición que presentan los pobladores está influenciado significativamente por los años de residencia de los pobladores en la zona es decir a mayor tiempo de residencia en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca mayores son los problemas de audición que presentan.

En los porcentajes significativos observamos que el 10% de la población que poseen hipoacusia moderada (hipoacusia moderada más hipoacusia moderada del oído izquierdo) habitan más de 10 años en la zona, mientras que el 43% de los pobladores que poseen hipoacusia leve (del oído izquierdo, derecho y bilateral) habitan más de 10 años en la zona, lo contrario se observa en pobladores que habitan menos de 10 años

en la zona donde se tiene que el 22% de estos no tienen problemas de audición o poseen audición normal.

#### 4.2.9 Relación de los niveles de audición de la población con el nivel de ruido producido por los aviones

Tabla 20

*Relación de los niveles de audición*

Nivel de ruido en la zona	Nivel de audición de los pobladores												Total	
	Normal		Hipoacusia Leve OI		Hipoacusia Leve OD		Hipoacusia leve bilateral		Hipoacusia Moderada		Hipoacusia moderada OI		Fr.	%
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%		
Normal	7	15%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	7	15%
Levemente ruidoso	4	9%	1	2%	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	6	13%
Moderadamente ruidoso	3	7%	4	9%	3	7%	1	2%	0	0%	0	0%	11	24%
Ruidoso	0	0%	5	11%	5	11%	2	4%	2	4%	2	4%	16	35%
Muy ruidoso	0	0%	2	4%	2	4%	1	2%	1	2%	0	0%	6	13%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>30%</b>	<b>12</b>	<b>26%</b>	<b>11</b>	<b>24%</b>	<b>4</b>	<b>9%</b>	<b>3</b>	<b>7%</b>	<b>2</b>	<b>4%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

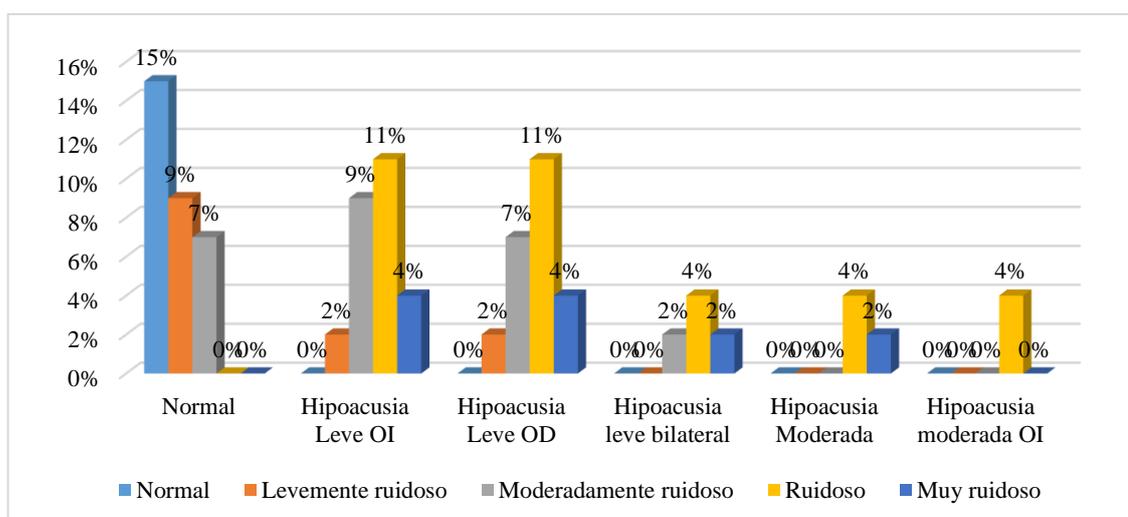


Figura 15. Relación de los niveles de audición

## Prueba de hipótesis.

### 1. Planteamiento de las hipótesis

**Ho: Nula:** No existe relación significativa entre los niveles de audición de los pobladores con los niveles de ruido producido por aviones en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

**Ha: Alterna:** Existe relación significativa entre los niveles de audición de los pobladores con los niveles de ruido producido por aviones en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

### 2. Desarrollo de las hipótesis

Tabla 21

*Valores críticos de audición de los pobladores con los niveles de ruido*

Nivel de Confianza	Grados de Libertad	Punto crítico Chi cuadrada	Resultado de la Chi	Significancia
95%	20	31.4	34.626	0.022

### 3. Decisión

Desde que el valor de la, Chi cuadrada calculada = 34.626 mayor al valor de la Chi cuadrada de tablas = 31.4, el cual pertenece “a la región de rechazo por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, concluyendo que existe influencia significativa entre los niveles de audición de la población con los niveles de ruido producido por aviones en zonas aledañas al aeropuerto” de Juliaca. A un nivel de significancia o error del 5%.

### Interpretación

La tabla 20 y la figura 15, nos muestra los resultados de relación que existe entre los niveles de ruido producido por los aviones en la zona y los problemas de audición que presentan los pobladores, lo que según la prueba de hipótesis haciendo uso de la distribución Chi cuadrada, nos hace determinar que si existe relación significativa entre estas variables, por lo que concluimos que los problemas de audición que presentan los pobladores está influenciado significativamente por los niveles de ruido producido por los aviones en la zona es decir a mayores niveles de ruido producido por lo aviones mayores son los problemas de audición que presenta la población de zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

En los porcentajes significativos observamos que el 10% de los pobladores que poseen hipoacusia moderada, se tienen niveles de ruido en las categorías de ruidoso y muy ruidoso, mientras que el 36% de los pobladores que poseen hipoacusia leve también se observa niveles de ruido en las categorías de ruidoso y muy ruidoso en el lugar donde viven, lo contrario se observa en los pobladores que tienen niveles de audición normal donde los ruidos son de ruido normal y levemente ruidoso lo que representa el 24% de pobladores que no tienen problemas de audición.

#### 4.2.10 Análisis de regresión múltiple considerando los niveles de audición, factores personales y de niveles de ruido producido por aviones

Tabla 22

Análisis de varianza ANOVA (b)

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	38.079	4	9.520	7.594	.000(a)
Residual	51.399	41	1.254		
Total	89.478	45			

a Variables predictoras: (Constante), Ruido, género, exposición, edad.

b Variable dependiente: niveles de audición.

##### a) Prueba de hipótesis:

Realizamos una prueba de hipótesis haciendo uso de la distribución F, para determinar el grado de influencia que tiene los factores de personales y los niveles de ruido con el nivel de audición que presentan los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

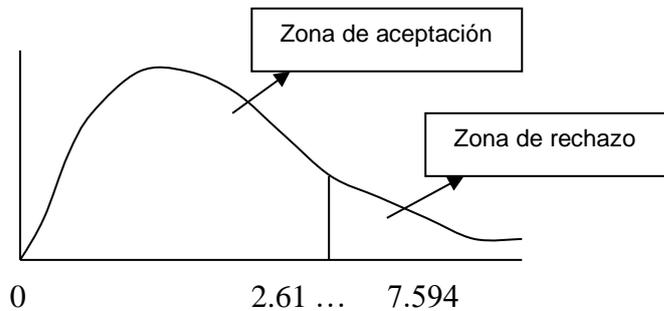
##### Pasos:

1. **Hipótesis nula  $H_0$ :** No existe influencia significativa de los factores de personales y los niveles de ruido con el nivel de audición que presentan los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.
2. **Hipótesis Alterna  $H_a$ :** Existe influencia significativa de los factores de personales y los niveles de ruido con el nivel de audición que presentan los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.
3. La prueba a emplear es la "F".

4. Si se elige un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad son 4 y 41. El valor de la tabla estadística es:

$$F = F_{(4,41;0.95)} = 2.61$$

5. Realizando la comparación respectiva:



6. **Conclusión:** como  $F_c = 7.594 > F_t = 2.61$  entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que existe una influencia significativa de los factores de persona y los niveles de ruido con el nivel de audición que presentan los pobladores que viven en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

**b) Influencias individuales de los factores personales y niveles de ruido en el nivel de audición de los pobladores**

Tabla 23

*Coefficientes de regresión (a) de los factores personales y niveles de ruido*

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
(Constant)	-0.457	0.658		-0.694	0.492
Edad	0.001	0.017	0.004	0.029	0.977
Género	-0.069	0.361	-0.023	-0.191	0.850
Exposición	0.033	0.022	0.192	1.528	0.134
Ruido	0.675	0.133	0.608	5.068	0.000

*a* Variable dependiente: niveles de audición de los pobladores.

Los resultados de nivel de significancia nos indican que los niveles de ruido afectan significativamente en los niveles de audición de los pobladores seguido de la

influencia del tiempo de residencia o exposición a el ruido producido por los aviones, en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca.

#### **4.2.11 Discusión**

Los problemas de audición según Larivierre (2004), en el estudio realizado en el Callao, Lima “problemas ambientales de Lima” cuyo objetivo fue identificar la fuente de mayor ruido encontraron que la contaminación por ruido se asocia principalmente a la industria y al aeropuerto internacional.

Rivera (2002), en el estudio realizado en Lima “ruido en el aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuestas de solución” realizo una “investigación de los aspectos teóricos del problema de ruido aéreo, desde el estudio de las fuentes de ruido, como son: el ruido aerodinámico, ruido de los diferentes tipos de motores, así como su propagación en la atmósfera. Se tratan las diferentes métricas de sonido así como los efectos del ruido fisiológico y psicológico de ruido aéreo sobre las personas afectadas”.

El 13% de los pobladores que presentan hipoacusia leve del oído derecho tienen edades entre 26 y 35 años, lo que indica que la edad no es un factor que está influenciando los problemas de oído que tienen los pobladores, porque este porcentaje significativo es de pobladores relativamente jóvenes.

El 15% de los pobladores que presentan hipoacusia leve del oído izquierdo son de sexo masculino, mientras que el 17% que presentan hipoacusia leve del oído derecho son de género femenino, esto también nos indica que el género no se relaciona significativamente con los problemas de oído que tienen los pobladores.

El 70% de la población habitan la zona aledaña al aeropuerto de Juliaca entre 6 y 20 años, por lo que consideramos que el tiempo de residencia en la zona es elevado es decir el tiempo de residencia influye significativamente en el desarrollo de problemas de audición de la población.

### **4.3 Efectos nocivos del ruido de los aviones en los pobladores que habitan en aledaños al Aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca**

De un estudio ejecutado en España sobre “efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional el Dorado en las poblaciones de

Engantiva y Fontibon” cuyo objetivo fue demostrar el efecto del ruido del tráfico aéreo en la capacidad auditiva de la población de la localidad vecina al aeropuerto, donde se encontró que el ruido del tránsito aéreo tiene efecto nocivo en la capacidad auditiva de la población expuesta (Londoño, 2004).

Rivera (2002), en el estudio realizado en Lima “ruido en el aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuestas de solución” realizó un estudio de investigación de los aspectos teóricos del problema de ruido aéreo, desde el estudio de las fuentes de ruido, como son: “el ruido aerodinámico, ruido de los diferentes tipos de motores así como su propagación en la atmósfera. Se tratan las diferentes métricas de sonido, así como los efectos del ruido fisiológico y psicológico de ruido aéreo sobre las personas afectadas”. Otros Estudios demuestran que “la presión sonora por encima de determinados umbrales genera efectos muy negativos sobre el organismo humano, causando alteraciones del sistema auditivo, pero también al sistema nervioso, generando situaciones de fatiga y estrés que pueden llegar a niveles de alto riesgo para la salud”.

Es así que el presente estudio nos permite observar que el ruido producido por aviones en zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac tiene efectos nocivos como lo muestra la tabla 24 y la figura 16.

Tabla 24

*Efectos nocivos del ruido producido por los aviones del aeropuerto Manco Cápac de la ciudad de Juliaca*

Preguntas	Frecuentemente		Algunas veces		Nunca		Total	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
¿Tiene Ud. pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño?	24	52.2%	15	32.6%	7	15.2%	46	100.0%
¿Presenta usted dificultad de la comunicación verbal?	12	26.1%	14	30.4%	20	43.5%	46	100.0%

¿Presenta Ud. una probable interrupción del sueño?	22	47.8%	16	34.8%	8	17.4%	46	100.0%
¿Presenta Ud. algún malestar diurno moderado?	18	39.1%	16	34.8%	12	26.1%	46	100.0%
¿Presenta Ud. algún malestar diurno fuerte?	9	19.6%	13	28.3%	24	52.2%	46	100.0%
¿Al comunicarse, su comunicación verbal es extremadamente difícil?	3	6.5%	4	8.7%	39	84.8%	46	100.0%
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>31.9%</b>	<b>78</b>	<b>28.3%</b>	<b>110</b>	<b>39.9%</b>	<b>276</b>	<b>100.0%</b>

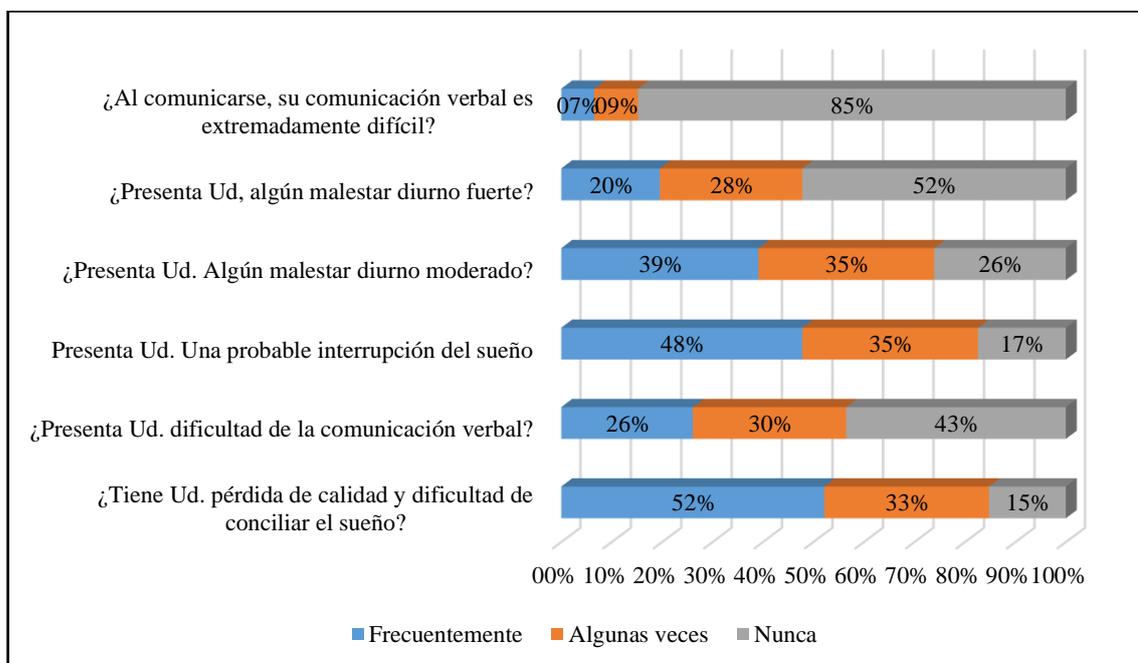


Figura 16. Efectos nocivos del ruido producido por aviones

Podemos decir que los efectos nocivos del ruido producido por los aviones del Aeropuerto de Juliaca de acuerdo a las preguntas son:

¿Tiene Ud. pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño? El 52 % de la población nos dice que frecuentemente, el 33% algunas veces y solo el 15% nos dice nunca por lo que podemos decir que el ruido de aviones afecta en la conciliación de sueño de la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

¿Presenta Ud. dificultad de la comunicación verbal? El 26% nos dice que ocurre frecuentemente, el 30% se presenta con algunas veces y el 43% nunca; por lo que se concluye que el ruido de aviones en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca afecta de alguna manera en la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto.

¿Presenta Ud. una probable interrupción del sueño? El 48% nos dice que frecuentemente sufre de interrupción de sueño, el 35% algunas veces y solo el 17% no presenta dificultades para el sueño, por lo que se puede concluir que el ruido de aviones afecta en la población que habita en las zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

¿Presenta Ud. algún malestar diurno moderado? El 39% menciona que sufre de malestares diurno moderados, el 35% dice que algunas veces y el 26% no sufre de malestares, por lo que se concluye que el ruido de aviones afecta moderadamente a la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

¿Presenta Ud. algún malestar diurno fuerte? El 20% menciona que sufre de malestares diurnos fuertes, el 28% algunas veces y el 52% nunca, por lo que se puede concluir que el ruido de aviones afecta muy poco en malestares fuertes diurnos en la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

¿Al comunicarse, su comunicación verbal es extremadamente difícil? El 7% nos dice que frecuentemente su comunicación es extremadamente difícil, el 9% algunas veces y el 85% nunca, de lo que concluimos que el ruido de aviones no afecta en la comunicación de la población que habita en las zonas aledañas al aeropuerto de Juliaca.

#### **4.3.1 Discusión**

En base a la tabla 1 Efectos Nocivos del Ruido y sus umbrales, la Organización Mundial de la Salud que elaboró unas recomendaciones cuyo fin es orientar a los entes e instituciones competentes sobre los límites máximos aceptables para la salud, es así que se establece que el nivel total de energía recibida ( $L_{den}$ ) no debería superar los 50 dB (A) en el interior de las viviendas durante el día y durante el período nocturno los 30 dB(A), cuyo umbral marca el inicio de

perturbaciones en el sueño (OMS 1999), en cambio, los despegues y aterrizajes de los aviones más silenciosas suponen una presión sonora superior a los 100 dB, estas afectan a las poblaciones aledañas (Velásquez 1995; Velasco, 2009).

La tabla 2 Riesgo y Protección según el EPA (Environmental Protection Agency) nos muestra la situación, el nivel máximo permisible y sus consecuencias según Núñez (2000) y es de mucha importancia conocer la intensidad de ruido para una adecuada toma de decisiones en cuanto a la salud (Mínguez, 2000).

Es así que el presente estudio encontró que el ruido de aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca supera los LMP por encima de los 70 dB, donde en la figura 16 observamos que el 52% presenta dificultades para conciliar el sueño, el 48% interrupción del sueño y un 39% un malestar diurno moderado, así como los estudios de la CAM (1993) y de Londoño (2004), lo que nos muestra que el ruido de aviones tiene efectos nocivos en la población (Calatayud-Mendoza *et al.* 2022; Lariviere 2004; Longo, *et al.*, 2022; Nassur *ete al.*, 2019; Lee *et al.*, 2022; Basner *et al.*, 2019).

## CONCLUSIONES

El ruido producido por los aviones en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, hace mayor la presencia de efectos nocivos en las personas que habitan en zonas aledañas al aeropuerto, es así que las personas expuestas a niveles de ruidos en las categorías de; ruidoso y muy ruidoso presentan afecciones leves, y las personas expuestas a estos niveles de ruido presentan afecciones moderadas, mientras en los lugares de menor ruido los pobladores no presentan afecciones de audición determinándose que el 83% de los puntos evaluados donde vive la población, se presenta niveles de ruido por encima de los límites máximos permisibles establecidos en estándares de calidad ambiental vigentes a nivel nacional, mientras que en el 10% de los puntos de muestreo evaluados se encuentran con valores entre 15 a 20 dB(A) por encima del Límite Máximos Permisibles lo que genera que la población en la zona tenga mayores probabilidades de tener problemas auditivos. “A mayores niveles de ruido producido por lo aviones mayores son los problemas de audición”

Se pudo determinar que el 59% de los pobladores presentan hipoacusia leve (oído izquierdo, derecho y bilateral) mientras que el 11% presentan hipoacusia moderada, (moderada y del oído izquierdo) es decir el 70% de la población que habitan en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca presentan problemas de audición.

Se determina de los resultados el nivel de significancia nos indica que los niveles de ruido tienen efectos significativos en los niveles de audición de los pobladores seguido de la influencia del tiempo de residencia o exposición a el ruido producido por los aviones, en lugares aledaños al aeropuerto de Juliaca, es decir que mientras más cerca se encuentre viviendo los pobladores y mayor tiempo de residencia en la zona se presentan mayores problemas de audición de leve a moderada.

Se determinó que el ruido de aviones tiene efectos nocivos significativos en la población como dificultades para conciliar el sueño, interrupción del sueño y malestares diurnos en la población que habita en zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad Juliaca.

## RECOMENDACIONES

A las instituciones como el Ministerio de Salud y el Ministerio de Transportes, tomar medidas de prevención en la promoción de la salud auditiva en las zonas expuestas al ruido producido por aviones es decir a pobladores que habitan en zonas más cercanas al aeropuerto Inca Manco Cápac y que tengan mayor tiempo de residencia.

A la Municipalidad de la ciudad de Juliaca actualizar su plan catastral y evitar el aumento de población humana en los alrededores del aeropuerto Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.

A CORPAC replantear la direccionalidad de despegue y aterrizaje de los aviones, considerando los efectos que produce el ruido de los aviones en los habitantes de la zona.

A la población que habita en las zonas aledañas al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca usar algún tipo de protector de oído (tapón de oído, orejeras).

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia del Medio Ambiente de la CAM. (1993). El ruido como problema ambiental. CAM. Madrid.
- Aguilar A. Ferraez y otros. (1990). Otopatía por Trauma Acústico Crónico. México IMSS.
- Alfaro, R., y Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros*. Primera edición. Puno: UNA.
- Basner, M., Witte, M., & McGuire, S. (2019). Aircraft noise effects on sleep—results of a pilot study near Philadelphia International Airport. *International journal of environmental research and public health*, 16(17), 3178. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173178>
- Bruel y Kjaer. (1986). *Noise Control, Principles and Practice*. Editorial: Bruël & Kjør, Nærum, Denmark, 1988
- Calatayud-Mendoza A. P., Chui-Betancur H. N., Belizario-Quispe G., Huaquisto-Ramos E. and Alfaro-Alejo R. (2022). Fear of the fall of space objects in people of rural communities of the district of Azangaro, Peru. *Earth and Environmental Science* 1091 (2022) 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1091/1/012015>.
- Domínguez Ortega, L. (2002), *Ruido: efecto sobre el sueño, en jornada internacionales: contaminación acústica en ciudades*.
- García A.M. y García A. (1991). *Área de Medicina Preventiva y Salud Pública*. Universidad de Valencia
- García Sanz B. (2003). La contaminación acústica en nuestras ciudades. Fundación “La Caixa”. Colección de estudios Sociales N° 12
- Gutiérrez Tito E. (2002). *Estudio del ruido ambiental y sus efectos en los habitantes de la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Harding, Jay C. (1976). *Airframe Self-noise, four years of Reaserch*. NASA TMX 73908.
- Harris Cyril M. (1995), *Manual de medidas acústicas y control de ruido* Editorial McGraw-Hill, Madrid.

- Heller, H. H.; Dobryznski, W. M. (1978). *A Comprehensive Review of Airframe Noise Research, ICAS Paper N° GL 03.*
- Laforga Fernández P. (2000). Conceptos físicos de las ondas sonoras. *Física y Sociedad, revista del colegio oficial de Físicos N° 11*, otoño.
- Lamarque, J. (1975). *Le droit contre le bruit*. Editorial LGDJ. Paris
- Lang, T., Fouriaud, C. (1992). Length occupational noise exposure and blood pressure. *International Archives of occupational and Environment Health.*
- Lariviere Iturregui R. (2004). *Problemas Ambientales de Lima y esquemas de solución*; Municipalidad de Lima.
- Lee, H. P., Kumar, S., Garg, S., & Lim, K. M. (2022). Characteristics of aircraft flypast noise around Singapore Changi international airport. *Applied Acoustics*, 185, 108418. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108418>
- Leslie P. Garlner. (1997). *Histología texto y atlas*. McGraw-Hill Interamericana-México
- Lighthill M.J. (1954). On Sound Generated Aerodynamically General theory (I) and Turbulence as a Source of Sound (II). *Jour. Roy. Soc. A221: 564-587.*
- Londoño J. L.; Restrepo H.; Vieco F., y Quinchía R. (2004). *Efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional El Dorado en las poblaciones de Engativá y Fontibón J.* Universidad de Antioquia, julio-diciembre.
- Longo, J., Vanoli, L., Movsesian, L., Santiago, F., & Ferral, A. (2022). The Focus On Noise Metrics In The Sustainable Planning Of Airport Environments: An Argentinian Case Study. *South Sustainability*, 3(1), e049-e049. <https://doi.org/10.21142/SS-0301-2022-e049>
- Martimportugués, C., Gallego, J., y Ruiz, F. D. (2003). Efectos del ruido comunitario. *Revista de Acústica*, 34(1-2), 31-39.
- Miller Burt. (1992). “*Salud individual y colectivo*” 3ra. Edición, Edit. Interamericana. Organización Mundial de la Salud, Ginebra - Medio-Ambiente. info “*Ruido urbano - Primera Parte*”
- Mínguez E. de Salamanca, I. (2002). “*Efecto de ruido en el sistema cardiovascular*”, en jornadas internacionales: Contaminación acústica en las ciudades.



- Nassur, A. M., Léger, D., Lefèvre, M., Elbaz, M., Mietlicki, F., Nguyen, P., ... & Evrard, A. S. (2019). Effects of aircraft noise exposure on heart rate during sleep in the population living near airports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 269. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020269>
- Núñez Quiroz R. O. (2000). *Daño auditivo en personas expuestas y no expuestas al ruido de aeronaves*. Universidad San Marcos Lima.
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). *Objetivos Estratégicos De La Oaci Para 2011-2012-2013*, Eb 2010/54 Boletín Electrónico
- Sáez Rodríguez J. (2004). *Acústica musical*, Fondo Editorial de la UNMSM, Lima - Peru
- Sanz SA, J.M. (1987). *El ruido*. MOPU, Madrid- España , Centro de Publicaciones, D.L: 1990
- Sarmiento. (1999). *Bas y otros "Exposición al ruido e hipoacusia. una relación indiscutible, aunque paradójica"* Universidad de Cádiz- España.
- Segui Pons, Joanna M. y otros. (2004). *El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. El caso del aeropuerto de Palma de Mallorca*" Boletín de la A.G.E. N° 38, 225-243 Universitat de les Illes Balears. Departament Ciències de la Terra.
- Shearing, John G.; Fratello, David J.; Bohn A. J.; y Burggarf, W. D. (1976). *Model and Full-Scale Large Transport Airframe Noise*. AAIA Paper 76-550, Julio 1976.
- Smith M.J.T. (1976). *"Aircraft Noise"*, Cambridge Aerospace Series, Cambridge University Press, New York NY 10011-4211, USA
- Stone M. y otros. (1992). *"Otorrinolaringología"* Salvat editores S.A. Barcelona, España.
- Tolosa Cabani F. (2003). *Efecto del ruido sobre la salud*. Traducción del discurso inaugural del curso académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las islas Baleares.
- Velasco Abasalo J. (2009). *El ruido en la industria*, en Física y Sociedad, *revista del colegio oficial de físicos*, N° 11, otoño.



- Velásquez Gonzales J. (1995). *Medidas contra el ruido*. Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción. Primera edición, México.
- Villa, M. D. L., Mendez, A. C. A., Virguez, J. D., Rubio, M., & Triana, C. C. (2020). Evaluation of the noise impacts on sleep quality in communities near to the international airport el dorado in colombia. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 241, 397-405. <https://doi.org/10.2495/SDP200321>
- Wilkinson Icic R.T. (1984). *Disturbance of sep by noise: individual differences*. *Journal of Sound and Vibration*. 95(1), 55-63. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(84\)90259-1](https://doi.org/10.1016/0022-460X(84)90259-1)

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### *Imagen del Aeropuerto Inca Manco Cápac de Juliaca ámbito de estudio*





**ANEXO 2  
GUIA DE ENTREVISTA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO**

**UNIDAD DE POSGRADO**

Cuestionario de entrevista N°.....

**GUIA DE ENTREVISTA A LOS POBLADORES EXPUESTOS AL RUIDO DE  
AVIONES**

Nombre del encuestador: .....

Datos de filiación del encuestado:

- Nombres y Apellidos: .....
- Dirección exacta: .....
- Fecha de Nacimiento: ..... Edad: .....

Tiempo de exposición al ruido de aviones:

1. ¿podría Ud. indicar cuanto tiempo vive en esta zona?

- Menos de seis años ( )
- De seis a 10 años ( )
- De 11 a 20 años ( )
- Más de 21 años ( )

Antecedentes de enfermedades del oído:

- 1.- ¿Hay alguien de tu familia que padece de sordera? Si ( ) No ( )
- 2.- ¿Alguna vez has estado enfermo (a) de los oídos Si ( ) No ( )
- 3.- ¿Alguna vez te ha salido pus de los oídos Si ( ) No ( )

Antecedentes de otro tipo de exposición al ruido:

- 1.- ¿Dónde trabajas existen ruidos fuertes? Si ( ) No ( )

Antecedentes de efectos nocivos:



1.- ¿Tiene Ud. pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño?

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

2.- ¿Presenta Ud. dificultad de la comunicación verbal?

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

3.- Presenta Ud. Una probable interrupción del sueño

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

4.- ¿Presenta Ud. Algún malestar diurno moderado?

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

5.- ¿Presenta Ud, algún malestar diurno fuerte?

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

6.- ¿Al comunicarse, su comunicación verbal es extremadamente difícil?

Frecuentemente ( ) Algunas veces ( ) Nunca ( )

**ANEXO 3  
FICHA DE EVALUACIÓN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
UNIDAD DE POSGRADO**

**FICHA DE EVALUACION AUDIOMÉTRICA**

N°...05.....

Fecha...03...../...abril...../2019.....

Apellidos y Nombres.....Filomeno Conza Mamani .....

Edad....46 años.....

Urbanización....Urb. Aeropuerto .....

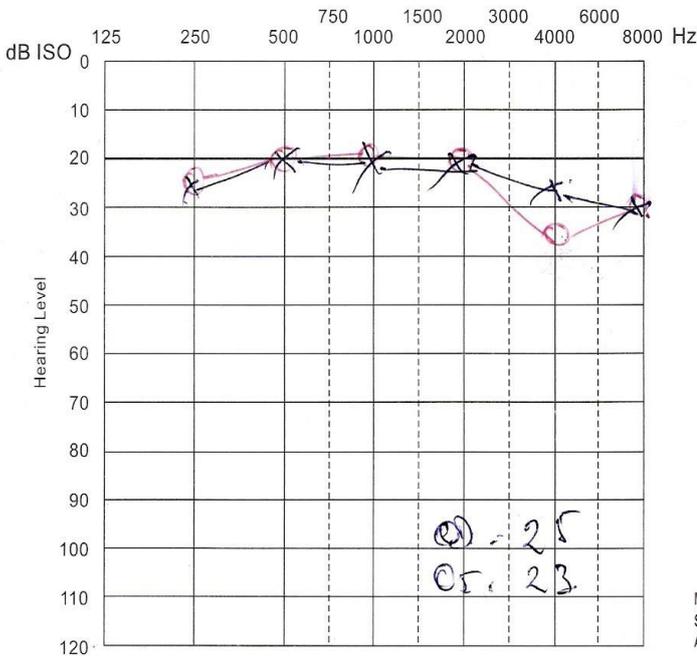
1.- Tiempo de exposición....16 .....años

1.2.- Audiometría:

**Audiometría**

Nombre FILOMENO CONZA Mamani Edad 46 a Fecha 03-04-19

**Audiometría**



**Logaudiometría**

	O.D.	O.I.	Modalidad	O.D.	O.I.
PTA			Via Aérea	○	×
SRT			Via Osea	<	>
SD	dB	dB	V.A. Enm	△	□
	%	%	V.O. Enm	[	]
MCL					
UCL					

Dx.: Hiposusis leve  
en oídos



Miraflores: Tarata 231 Telf.: 444-2982 San Isidro: Av. Javier Prado Este 1106 Telf.: 224-9927  
San Luis: Jr. Alcázar de Toledo 103 Telf: 434-0671 Surco: Av. Prol. Primavera 120 B-Telf: 372-7099  
AREQUIPA: La Merced 126 - A Telf: (054) 28-1772 Fax: 223-0414 www.panadex.com

**ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**TÍTULO: EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULIACA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	DISEÑO
<p><b>PROBLEMA GENERAL.</b> ¿Qué efectos tiene la exposición al ruido de aviones en la audición de los pobladores que habitan alrededor o aledaños del Aeropuerto de la ciudad de Juliaca?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿Cuál es el nivel de intensidad del ruido producido por los aviones en el aeropuerto de la ciudad de Juliaca?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar el efecto de la exposición al ruido de aviones de los pobladores aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Determinar el nivel de intensidad del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La exposición al ruido de aviones influye negativamente en la audición de los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto de la ciudad de Juliaca.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> El nivel de intensidad del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, supera los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA de Ruido) Los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, presentan problemas de audición. La exposición al ruido producido por los aviones en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, genera efectos nocivos, en los pobladores que viven en aledaños al aeropuerto.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Ruido de los aviones</p>	<p>Intensidad de ruido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Normal</li> <li>▪ Levemente ruidoso</li> <li>▪ Moderadamente ruidoso</li> <li>▪ Ruidoso</li> <li>▪ Muy ruidoso</li> <li>▪ Extremadamente ruidoso</li> </ul>	<p>Sonómetro o decibelímetro</p>	<p>El tipo de investigación del presente proyecto es el descriptivo y analítico.</p>
<p>¿Qué problemas de audición presentan las personas expuestas al ruido producido por los aviones en el aeropuerto de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Qué efectos nocivos tiene el ruido de los aviones en los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Identificar los problemas de audición de las personas expuestas al ruido, de la población que habita alrededor y aledaño al aeropuerto según la edad, sexo y tiempo de residencia.</p> <p>Establecer los efectos nocivos del ruido producido por los aviones del aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Los pobladores que habitan en aledaños al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, presentan problemas de audición. La exposición al ruido producido por los aviones en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, genera efectos nocivos, en los pobladores que viven en aledaños al aeropuerto.</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b> Problemas de audición de los pobladores al nivel de ruido proveniente de los aviones</p>	<p>Efectos nocivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pérdida de calidad y dificultad al conciliar el sueño</li> <li>▪ Dificultad de comunicación verbal</li> <li>▪ Probable interrupción del sueño</li> <li>▪ Malestar diurno moderado</li> <li>▪ Malestar diurno fuerte</li> <li>▪ Comunicación verbal extremadamente difícil</li> </ul>	<p>Cuestionario para obtener información.</p>	



Universidad Nacional del  
Altiplano Puno



Vicerrectorado de  
Investigación



Repositorio  
Institucional

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **ALFREDO ABRAHAM BARTOLO LEON** identificado(a) con N° DNI: **01317386** en mi condición de egresado(a) de la:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA CON MENCIÓN EN GESTIÓN Y AUDITORIA AMBIENTAL**

con código de matrícula N° 143733, informo que he elaborado la tesis denominada:

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULIACA**

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 23 de Abril del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella



Universidad Nacional del  
Altiplano Puno



Vicerrectorado de  
Investigación



Repositorio  
Institucional

## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **ALFREDO ABRAHAM BARTOLO LEON** identificado(a) con N° DNI: **01317386**, en mi condición de egresado(a) del **Programa de Maestría o Doctorado: MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA CON MENCIÓN EN GESTIÓN Y AUDITORIA AMBIENTAL**, informo que he elaborado la tesis denominada:

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO DE AVIONES DE POBLADORES ALEDAÑOS AL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE JULIACA**

para la obtención de  **Grado**.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 23 de Abril del 2024.

  
FIRMA (Obligatorio)



Huella