

**UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS**  
**UNITEPC**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SONIDO**



**CARACTERIZACIÓN PSICOACÚSTICA DE LA TROPA DE  
MOHOSEÑOS ORIGINARIOS DEL CANTÓN MOHOZA-LANZA DE  
LA PROVINCIA INQUISIVI DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ  
COMO ARCHIVO PARA RESGUARDO DEL PATRIMONIO  
CULTURAL INMATERIAL**

**Tesis de grado presentado para optar al  
Título de Licenciatura en Ingeniería de Sonido**

**Postulante: Miguel Angel Aguilar Mendizabal**

**Tutor: Ing. Sebastián Rolón Carreras**

**Cochabamba – Bolivia**

**2017**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS**  
**UNITEPC**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SONIDO**



**CARACTERIZACIÓN PSICOACÚSTICA DE LA TROPA DE  
MOHOSEÑOS ORIGINARIOS DEL CANTÓN MOHOZA-LANZA DE  
LA PROVINCIA INQUISIVI DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ  
COMO ARCHIVO PARA RESGUARDO DEL PATRIMONIO  
CULTURAL INMATERIAL**

**Tesis de grado presentado para optar al  
Título de Licenciatura en Ingeniería de Sonido**

**Postulante: Miguel Angel Aguilar Mendizabal**

**Tutor: Ing. Sebastián Rolón Carreras**

**Cochabamba – Bolivia**

**2017**

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación está dedicado a la memoria de mi amado sobrino Kelvin Wilfredo Flores Aguilar.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios por protegerme y guiarme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.*

*Agradezco a mis Padres, por su invaluable labor en mi formación personal y profesional.*

*Agradezco al Director de Cultura del Municipio de Colquiri Lic. Sandro Sánchez por la confianza y la oportunidad.*

*Agradezco a las Autoridades y a la población del Cantón Mohoza Lanza por su valiosa Colaboración.*

*Agradezco de manera especial a mi tutor: Ing. Sebastián Rolón Carreras, por su apoyo incondicional y sus valiosos aportes en el desarrollo de este trabajo de investigación.*

*Agradezco a los docentes de la UNITEPC, por la dedicación, los saberes y ejemplo, en especial al Ing. Erwin Pinto Infantes por su colaboración.*

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO 1 .....	1
PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3.1. Objetivo General .....	2
1.3.2. Objetivos Específicos .....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS .....	5
1.6. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES .....	5
1.6.1. Variable Independiente .....	5
1.6.2. Variable Dependiente .....	5
1.7. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	5
1.7.1. Conceptualización de la variable independiente .....	5
1.7.2. Conceptualización de la variable dependiente .....	6
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	7
1.9. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO .....	9
1.9.1. Delimitación espacial o geográfica .....	9
1.9.2. Delimitación Temporal .....	9
CAPÍTULO 2 .....	10
MARCO REFERENCIAL .....	10

2.1. LA LOCALIZACIÓN Y BREVE HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN ESTUDIADA.....	10
2.2. LA ESTRUCTURA FISICA Y ORGANIZATIVA.....	14
2.3. SUS DIFERENCIAS CON RELACIÓN A OTRAS SIMILARES.....	15
2.4. SUS PROYECCIONES.....	16
2.4.1. Cultural y social.....	16
CAPÍTULO 3.....	17
MARCO TEORICO-CONCEPTUAL.....	17
3.1. DEFINICIONES GENERALES.....	17
3.1.1. Caracterizar.....	17
3.1.2. Psicoacústica.....	17
3.1.3. Paisaje sonoro.....	17
3.1.4. Patrimonio cultural inmaterial.....	18
3.1.5. Tropa de Mohoseños.....	18
3.2. FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA.....	20
3.2.1. Sonido.....	20
3.2.2. Velocidad del sonido.....	21
3.2.3. Longitud de onda.....	21
3.2.4. Intensidad sonora.....	22
3.2.5. Presión sonora.....	23
3.2.6. Potencia sonora.....	25
3.2.7. Medición del sonido.....	25
3.2.8. Nivel sonoro continuo equivalente (Leq).....	26
3.3. ANATOMIA DEL OÍDO HUMANO.....	27

3.3.1.	El oído externo .....	27
3.3.2.	El oído medio .....	28
3.3.3.	El oído interno .....	29
3.4.	FUNDAMENTOS DE PSICOACÚSTICA .....	30
3.4.1.	Enmascaramiento.....	30
3.4.1.1.	Ruido usado para mediciones Psicoacústicas .....	32
3.4.2.	Enmascaramiento simultáneo .....	32
3.4.3.	Enmascaramiento no simultáneo .....	32
3.4.3.1.	Pre-Enmascaramiento.....	33
3.4.3.2.	Post-Enmascaramiento .....	33
3.4.4.	Umbral de pulsación.....	34
3.4.5.	No linealidad en la percepción de la frecuencia .....	35
3.4.6.	Sonómetro .....	36
3.4.7.	Ponderación Frecuencial.....	37
3.4.8.	Ponderación Temporal .....	39
3.4.9.	Bandas Críticas .....	39
3.4.9.1.	Banda crítica y membrana basilar.....	40
3.4.9.2.	Escala de banda crítica .....	42
3.4.9.3.	Escala Bark.....	43
3.5.	PARÁMETROS PSICOACÚSTICOS .....	45
3.5.1.	Sonoridad .....	45
3.5.1.1.	Sonio.....	46
3.5.1.2.	Sonoridad específica .....	47
3.5.1.3.	Curvas de igual sonoridad .....	47
3.5.1.4.	Nivel de sonoridad en fonios.....	48
3.5.2.	Nitidez o agudeza.....	50
3.5.3.	Fuerza fluctuante.....	51



3.5.4. Rugosidad .....	52
3.6. EQUIPO DE MEDICION, REGISTRO SONORO Y SOFTWARE UTILIZADOS .....	53
3.6.1. Sonómetro PCE-353LEQ .....	53
3.6.2. Descripción del sonómetro PCE-353LEQ .....	54
3.6.3. Calibrador PCE-SC41 .....	55
3.6.4. Descripción del calibrador PCE-SC41 .....	55
3.6.5. Grabador TASCAM DR-40 .....	56
3.6.6. Descripción de la grabadora TASCAM DR-40 .....	56
3.6.7. Software dBFA32 .....	57
3.6.8. Descripción del software dBFA32.....	57
CAPÍTULO 4 .....	59
DISEÑO METODOLÓGICO.....	59
4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	59
4.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN A UTILIZARSE. ....	60
4.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	61
4.4.1. La observación .....	61
4.4.2. La Encuesta .....	61
4.2.3. La Entrevista .....	61
4.5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN APLICADOS.....	62
4.5.1. Cuestionario .....	62
4.5.2. Guía de entrevista .....	62
4.6. FUENTES DE INFORMACIÓN .....	62

4.6.1. Fuente Primaria.....	62
4.6.2. Fuente Secundaria .....	62
4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL UTILIZADO .....	63
4.8. UNIVERSO Y MUESTRA .....	63
4.9. PROCEDIMIENTO DESCRIPCIÓN DE CADA PASO EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
CAPITULO 5 .....	65
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	65
5.1. DIAGRAMA DE FLUJO.....	66
5.2. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y REGISTRO SONORO .....	67
5.3. Procedimiento de medición y registro sonoro de la muestra tropa de Mohoseños.....	67
5.4. Procedimiento de medición y registro sonoro de la variable agradable	70
5.5. Procedimiento de medición y registro sonoro de la variable desagradable 72	
5.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	75
5.6.1. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la variable agradable.....	75
5.6.2. Resultados del análisis psicoacústico de la variable agradable ....	76
5.6.3. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la variable desagradable .....	80
5.6.4. Resultados del análisis psicoacústico de la variable desagradable 81	
5.6.5. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la muestra tropa de Mohoseños .....	85

5.6.6. Resultados del análisis psicoacústico de la muestra tropa de Mohoseños .....	86
5.7. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	90
5.7.1. Evaluación de resultados de la variable Agradable y tropa de Mohoseños .....	90
5.7.2. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños. ....	91
5.7.3. Análisis Comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la Variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños. ....	93
5.7.4. Discusión de resultados de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños .....	95
5.7.5. Evaluación de resultados de la variable desagradable y tropa de Mohoseños. ....	99
5.7.6. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños.....	99
5.7.7. Análisis Comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños .....	101
5.7.8. Discusión de resultados de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños .....	103
5.8. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO METODOLÓGICO APLICADO AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	108
5.9. PRESENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	112
Conclusiones .....	112
Recomendaciones.....	114

BIBLIOGRAFÍA ..... 116

SITIOS WEB ..... 121

## ANEXOS

Anexo A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO PCE-353LEQ

Anexo B ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CALIBRADOR PCE-SC41

Anexo C ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA GRABADORA TASCAM DR-40

Anexo D CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONÓMETRO PCE-353LEQ

Anexo E ENTREVISTAS

Anexo F ENCUESTA

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de la variable Independiente .....	7
Cuadro 2. Operacionalización de la variable Dependiente .....	8

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de la region andina en Bolivia .....	11
Ilustración 2. Mapa de la provincia Inquisivi .....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de Mohoza-Lanza .....	13
Figura 2. Tropa de Mohoseños .....	19
Figura 3. Instrumentos aerófonos: Chil'i, Eraso y Jach'a-ira de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza .....	19
Figura 4. Wancara de la tropa de Mohoseños .....	20
Figura 5. Longitud de onda .....	21
Figura 6. Nivel de potencia sonora medida para varias fuentes acústicas.....	24
Figura 7. Anatomía del oído humano .....	27
Figura 8. Sonómetro .....	36
Figura 9. Sonómetro PCE-353LEQ.....	54
Figura 10. Calibrador PCE-SC41 .....	56
Figura 11. Grabadora TASCAM DR-40.....	57
Figura 12. Software dBFA32dB-Metravib.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de presión sonora de función y calibración .....	37
Tabla 2. Escala Barks .....	44
Tabla 3. Resultados del análisis psicoacústico de la variable agradable .....	77
Tabla 4. Resultados del análisis psicoacústico de la variable desagradable ....	81
Tabla 5. Resultados del análisis psicoacústico de la muestra tropa de Mohoseños .....	86
Tabla 6. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños .....	92
Tabla 7. Análisis comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños .....	93
Tabla 8. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños .....	100
Tabla 9. Análisis comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños .....	102
Tabla 10. Presentación del desarrollo metodológico aplicado al trabajo de investigación .....	108
Tabla 11. Procedimiento y descripción del desarrollo de la investigación.....	110

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Enmascaramiento.....	31
Grafico 2. Post-Enmascaramiento .....	34
Grafico 3. Umbral de pulsación .....	35
Grafico 4. Curvas de ponderación correspondientes a los filtros A,B,C .....	38
Grafico 5. Banda crítica y membrana basilar .....	41
Grafico 6. Escala de banda critica.....	43
Grafico 7. Curvas de igual sonoridad de Robinson y Dadson .....	48

Grafico 8. Monograma que muestra la relación entre nivel de sonoridad en fonios y en sonios. ANSI standard S3.4-1980(R1986) .....	49
Grafico 9. Espectro de banda en Barks de la variable agradable .....	78
Grafico 10. Sonograma de la variable agradable .....	79
Grafico 11. Espectro de banda en Barks de la variable desagradable.....	83
Grafico 12. Sonograma de la variable desagradable .....	84
Grafico 13. Espectro de banda en Barks de la tropa de Mohoseños .....	88
Grafico 14. Sonograma de la muestra tropa de Mohoseños .....	89
Grafico 15. Comparación grafica de sonogramas de los resultados de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños .....	96
Grafico 16. Comparación grafica de los resultados psicoacústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños .....	98
Grafico 17. Comparación grafica de sonogramas de los resultados de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños .....	105
Grafico 18. Comparación grafica de los resultados psicoacústicos de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños .....	107

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Intensidad Sonora .....	22
Ecuación 2. Presión Sonora.....	23
Ecuación 3. Presión de referencia .....	23
Ecuación 4. Potencia Sonora .....	25
Ecuación 5. Banda Crítica .....	42
Ecuación 6. Unidad de sonoridad "Sonio" .....	46
Ecuación 7. Nitidez .....	50
Ecuación 8. Rugosidad .....	53

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se presentan los resultados de la primera aproximación para poder caracterizar desde un punto de vista de la Psicoacústica a la Tropa de Mohoseños (Mohoseñada) originarios de Mohoza-Lanza de la provincia Inquisivi del municipio de Coquiri, como archivo para el resguardo del patrimonio cultural inmaterial, en el que los paisajes sonoros registrados en situaciones reales, en el cantón Mohoza-Lanza han sido analizados y evaluados comparativamente con registros de paisajes sonoros denominados variable molestia o desagrado y variable agradable utilizando algoritmos psicoacústicos de Zwicker y Fastl.

Para el análisis se utilizó el software dBFA32 según la norma ISO 532B (DIN 45631/A1, UNE 74014:1978, ANSI S3.4) en el cual se tomaron en cuenta los descriptores psicoacústicos de: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y Rugosidad.

La evaluación cualitativa permitió evaluar el punto de vista de la percepción y significado que tienen estos sonidos para la cultura aimara, representados por el cantón Mohoza-Lanza.

La evaluación cuantitativa permitió evaluar el grado de impacto de la molestia o agrado que tienen estos sonidos sobre los seres humanos, permitiendo un archivo de las características Psicoacústicas de la tropa de Mohoseños Originarios del cantón Mohoza-Lanza para el resguardo del patrimonio cultural inmaterial.



Los resultados alcanzados permiten verificar que los parámetros acústicos por sí mismo no son indicador suficiente de la calidad sonora, del paisaje sonoro tropa de Mohoseños originarios del cantón Mohoza-Lanza, este trabajo de investigación orienta al estudio de las variables que influyen en la percepción acústica de los paisajes sonoros mediante el uso de descriptores acústicos y psicoacústicos

## INTRODUCCIÓN

La Mohoseñada o Tropa de Mohoseños es una manifestación cultural, su música y danza originaria de la localidad Mohoza Lanza del municipio de Colquiri de la provincia Inquisivi fue declarada patrimonio cultural inmaterial del departamento de La Paz, que tiene un significado muy importante para la cultura aimara.

Al igual que otras culturas andinas, el aimara conserva una fuerte conexión con la naturaleza y su entorno, que se practica hoy en día. Es el caso de la Mohoseñada o paisaje sonoro de la tropa de Mohoseños que se Interpretada en la época del *jallupacha* (tiempo de lluvia) para la veneración de sus difuntos, el agradecimiento a la *Pachamama* (Madre tierra) por la lluvia, por la siembra y la cosecha, o para alejar el mal de la comunidad esta práctica es parte de la cosmovisión andina de la cultura aimara, sus instrumentos musicales son principalmente de viento construido de caña o carrizo de un material llamado *Tokoro*, el paisaje sonoro de la tropa de Mohoseños tiene determinados rasgos sonoros propios que caracterizan a la cultura aimara. Por otra parte, el Cantón Mohoza Lanza pertenece a las culturas nativas aimaras con poca influencia del mundo exterior por su ubicación geográfica y su filosofía, muestran una forma de vida, en la que tienen un alto grado de bienestar y paz interior mental "*Taki*" o "*suma quamaña*" (en el idioma aimara que significa vivir bien)

En Bolivia, la diversidad cultural de los pueblos y nacionalidades que la habitan es la base fundamental para la constitución del Estado Plurinacional. Desde este principio, las políticas públicas se orientan al resguardo y protección del patrimonio cultural inmaterial de todas las nacionalidades Bolivianas.

En este sentido los estudios científicos sobre la cultura aimara y específicamente las características físicas de sus instrumentos y la percepción de sus sonidos

deben ser estudiados por la ingeniería de sonido y difundidos como resguardo del patrimonio cultural inmaterial.

El contenido de la presente investigación se ha dividido en cinco capítulos, el primer capítulo presenta la descripción de la temática de investigación y formulación del problema, la justificación, los objetivos de la investigación, el planteamiento de la hipótesis y las variables de este trabajo de investigación.

El segundo capítulo presenta el marco referencial-contextual que muestra al campo de acción, ámbito donde se desarrolla la investigación, la estructura física y organizativa y su relación con otras similares mostrando las proyecciones sociales y culturales.

El tercer capítulo orienta y crea las bases teóricas de la temática investigada, definiendo los fundamentos y conceptos necesarios para el desarrollo de la investigación.

El cuarto capítulo nos presenta el diseño metodológico, este contempla como será llevada a cabo la investigación, los procedimientos que describen las características y las etapas del proceso de investigación.

El quinto capítulo nos presenta el proceso experimental y el análisis e interpretación de los resultados de la caracterización psicoacústica de la tropa de mohoseños originarios de Mohoza Lanza como resguardo del patrimonio cultural inmaterial a través de las encuestas, entrevistas, observación, en el trabajo investigativo, así como los principales razonamientos a los que se puede llegar con relación a los hallazgos.

## **CAPÍTULO 1**

### **PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En Latinoamérica los estudios referentes relativos al Mohoseño o cualquier Instrumento aimara se han descuidado en la actualidad, es decir la existencia de estos trabajos son muy pocos, si los hubiese carecen de su respectiva difusión.

En el ámbito de la cultura las características de la globalización y la migración han venido afectando de alguna manera la identidad de los pueblos del mundo. El fenómeno de la aculturación impone modas y modos que convierten a sus habitantes consumidores de una cultura que los enajena.

En este mundo actual se incide muy poco sobre la naturaleza de las características de instrumentos de origen aimara, los cuales vienen extinguiéndose o modificándose en el pasar de los años sin dejar información científica, lo que viene sucediendo con el instrumento musical llamado Mohoseño (Tropa de Mohoseños), desconociéndose en el nivel musical, instrumental, acústico, psicoacústico, organológico, morfológico y entre muchos otros aspectos importantes de este instrumento aimara.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo describir las características Psicoacústicas en base a los indicadores: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de Fluctuación y Rugosidad que cuantifica la calidad sonora del paisaje sonoro tropa de Mohoseños del Cantón Mohosa (Lanza) del departamento de la Paz provincia Inquisivi municipio de Colquiri.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo es posible realizar una aproximación cuali-cuantitativa del paisaje sonoro tropa de Mohoseños originarios del cantón Mohoza-Lanza, mediante el uso de técnicas y parámetros psicoacústicos?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar una primera aproximación para caracterizar con parámetros de psicoacústica a la tropa de Mohoseños originarios del cantón Mohoza-Lanza para cuantificar la calidad sonora y entender el efecto que causa sobre los seres humanos, permitiendo tener un archivo como resguardo del patrimonio cultural inmaterial.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Cuantificar la calidad sonora de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza mediante uso y aplicación de los parámetros psicoacústicos.
- Evaluar los resultados de la caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños realizados por el software dBFA32 para compararlos con ejemplos en función a las variables molestia y agrado.
- Mostrar el desarrollo del proceso metodológico de la investigación mediante la caracterización psicoacústica para evaluar la calidad sonora de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Es importante mencionar que este paisaje sonoro e instrumento musical originario de la cultura aimara específicamente del cantón Mohoza-Lanza, no ha sido estudiado o evaluado antes por la ingeniería de sonido o ramas afines.

La cantidad de trabajos publicados, y que se publican regularmente, a nivel internacional sobre los paisajes sonoros demuestran la vigencia del tema y fija una importante y valiosa base teórica conceptual que debe ser aprovechada y profundizada con nuevos estudios y diferentes enfoques, en este marco toda investigación relacionada con los paisajes sonoros implica la posibilidad de realizar aportes útiles.

Los resultados alcanzados permiten verificar que los parámetros acústicos por sí mismo no son indicador suficiente de la calidad sonora, este trabajo de investigación orienta al estudio de las variables que influyen en la percepción acústica del paisaje sonoro tropa de Mohoseños (Mohoseñada), en este sentido se requiere el manejo simultaneo de descriptores físicos acústicos (como el nivel de presión sonora, la composición espectral, y la variación temporal) todos estos reunidos en un solo descriptor: “el nivel sonoro continuo equivalente (Leq)” y descriptores psicoacústicos como la Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y rugosidad. Donde el conjunto de descriptores interactúan para poder caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza.

Con este trabajo de investigación se plantea una primera aproximación a una metodología para caracterizar el paisaje sonoro de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, mediante parámetros acústicos y psicoacústicos, buscando coadyuvar mediante la ingeniería de sonido, con una herramienta capaz de profundizar futuras investigaciones en el campo de los paisajes sonoros

e instrumentos musicales de las diversas culturas del Estado Plurinacional de Bolivia.

El trabajo de investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza es un aporte a la sociedad porque revaloriza la cultura aimara del estado plurinacional de Bolivia, es un aporte a la comunidad del cantón Mohoza-Lanza por que la investigación servirá como archivo del patrimonio cultural inmaterial.

Se justificó por el análisis realizado al contenido conceptual y provee una visión crítica sobre la percepción sonora ya que aporta conocimientos y antecedentes para la realización de futuras investigaciones.

## **1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS**

La caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios del cantón Mohoza-Lanza, ayudará a tener una primera aproximación del concepto sonoro en base al nivel de percepción, para tener un archivo como resguardo del patrimonio cultural inmaterial.

## **1.6. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

### **1.6.1. Variable Independiente**

Caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, de la provincia Inquisivi, del municipio Colquiri del departamento de La Paz.

### **1.6.2. Variable Dependiente**

Ayudará a tener una primera aproximación del concepto sonoro en base al nivel de percepción sonora en función de la molestia y agrado.

## **1.7. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **1.7.1. Conceptualización de la variable independiente**

Busca cuantificar y mantener los datos de la variable dependiente como archivo para resguardo del patrimonio cultural inmaterial de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, de la provincia Inquisivi, Municipio Colquiri del departamento de La Paz.



### **1.7.2. Conceptualización de la variable dependiente**

Se logra evaluar, por medio de los parámetros psicoacústicos el grado de fiabilidad de los descriptores utilizados para reflejar, en términos de molestia y agrado las propiedades de la percepción humana.

Cuando hablamos de molestia no referimos al conjunto de sonidos que el oído percibe con tensión, y por tal razón, tiende a rechazarlos. La molestia está definido como “Desagradable” al oído.

Cuando hablamos de agradabilidad o agrado nos referimos al conjunto de sonidos que el oído percibe de forma distendida, es decir, que el oído no los rechaza.

## 1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

### Variable Independiente:

Caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohozalanza, de la provincia Inquisivi, municipio de Colquiri del departamento de La Paz.

*Cuadro 1.  
Operacionalización de la variable Independiente*

INDICADOR	Nro.	PRIORIDAD	Nro.	IMPORTANCIA
Medición Acústica	1.	Medición Acústica	1.	Fuente Sonora
Sonómetro				
Fuente Sonora	2.	Fuente Sonora		
Determinar Normas			2.	Sonómetro
	3.	Sonómetro		
Cadena Electroacústica				
	4.	Cadena Electroacústica	3.	Determinar Normas
Calibración				
Sistema de Grabación	5.	Determinar Normas		
Software de Análisis			4.	Software de Análisis
	6.	Software de Análisis		
Obtención de Datos				

*Fuente: Elaboración propia*

**Variable Dependiente:**

Ayudará a tener una primera aproximación del concepto sonoro en base al nivel de percepción sonora en función de la molestia y agrado.

**Cuadro 2.**  
**Operacionalización de la variable Dependiente**

INDICADOR	Nro.	PRIORIDAD	Nro.	IMPORTANCIA
Registro Sonoro Tropa de Mohoseños	1.	Obtención de datos	1.	Parámetros Psicoacústicos
Registro de paisajes sonoros	2.	Parámetros Psicoacústicos	2.	Sonómetro
Análisis de resultados	3.	Comparación de resultados	3.	Comparación de resultados
Parámetros Psicoacústicos	4.	Molesto y Agradable	4.	Evaluación de resultados
Comparación de resultados	5.	Evaluación de resultados	4.	Evaluación de resultados
Obtención de datos	6.	Software de Análisis		
Evaluación de resultados				
Molesto				
Agradable				

*Fuente: Elaboración propia*

## **1.9. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.9.1. Delimitación espacial o geográfica**

La investigación se realizó en el cantón Mohoza-Lanza, municipio Colquiri, provincia Inquisivi del departamento de La Paz, con la tropa de Mohoseños perteneciente a dicha región.

### **1.9.2. Delimitación Temporal**

La investigación se realizó en el periodo de la gestión I-2017.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1. LA LOCALIZACIÓN Y BREVE HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN ESTUDIADA**

Los aimaras forman parte de los llamados pueblos andinos de América del Sur y son. Junto con los quechuas y los guaraníes, uno de los tres pueblos indígenas más grandes del continente, la mayoría de los aimaras vive en el Estado Plurinacional de Bolivia concentrándose en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, tal como se muestra en la ilustración 1.

En la actualidad hay alrededor de 1.500.000 aimaras, la mayoría de ellos, más o menos 1.150.000, vive en la república de Bolivia, concentrándose en los departamentos de La Paz y Oruro. En Perú se encuentran unos 350.000 aimaras, que viven casi todos en el departamento meridional de Puno, Unos pocos miles viven en el norte de Chile, en la llamada Primera Región (VAN DEN BERG, 2005).

Una gran parte de los aimaras viven en el altiplano, la meseta que se encuentra entre la Cordillera Real y la Cordillera occidental de los Andes, a casi 4000 metros de altura sobre el nivel del mar. Las mayores concentraciones de aimaras las encontramos alrededor del lago Titicaca y en la ciudad de La Paz, sede de gobierno de Bolivia. Pero hay muchos aimaras, también, en las provincias subtropicales del departamento de La Paz.

**Ilustración 1.**

**Mapa de la región andina en Bolivia**

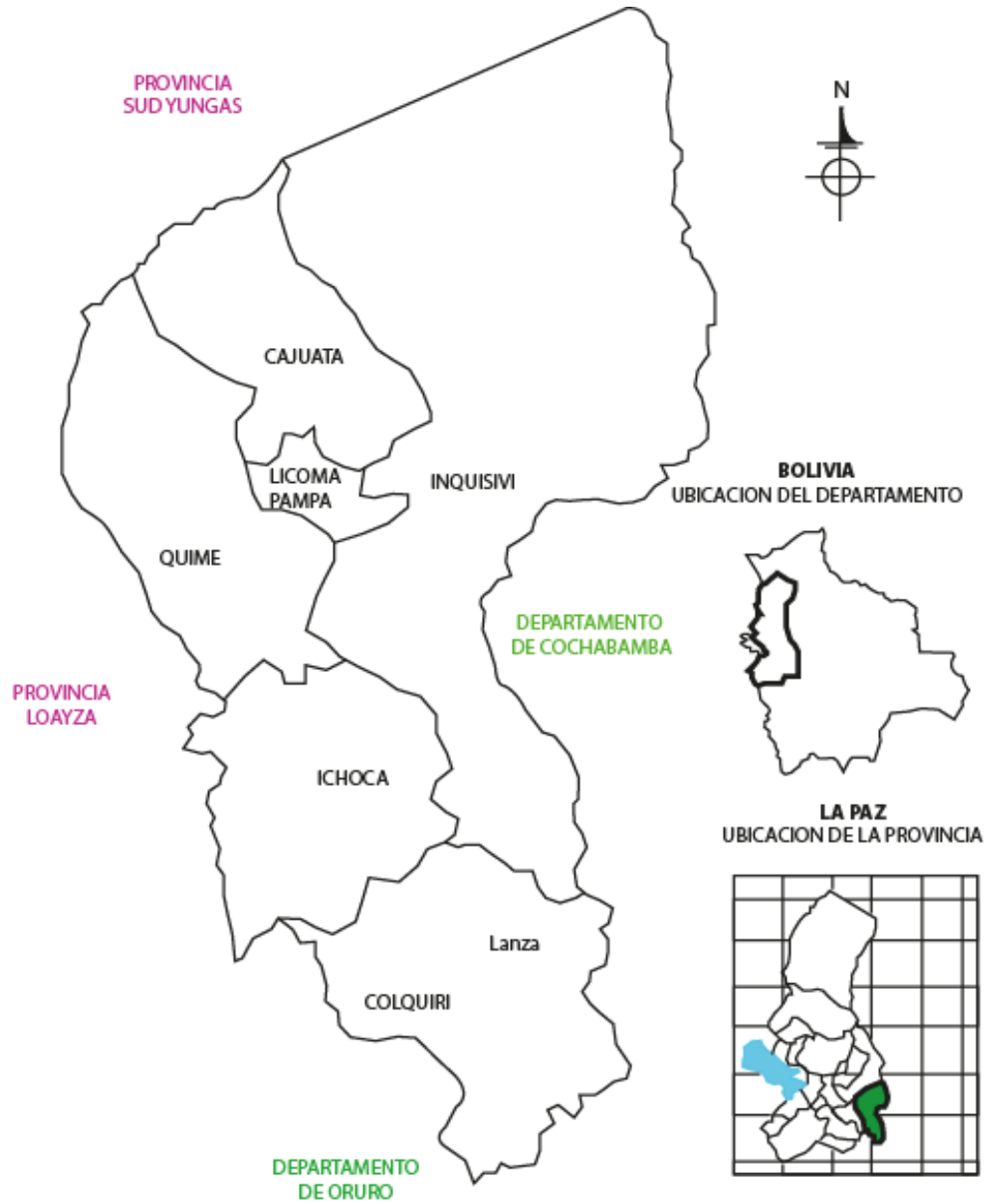


**Fuente: (VAN DEN BERG, 2005)**

El arte musical ha nacido junto con el hombre, en su desarrollo evolutivo las distintas sociedades que han llegado a los Andes se han adaptado a los entornos ecológicos, por esta razón el origen del Mohoseño aproximadamente está ubicada en la época colonial que tiene sus inicios en 1534 en adelante, en esta época se construían instrumentos de caña de bambú y madera (GUTIERREZ & Ivan, 2013).

El cantón de Mohoza, de la provincia Inquisivi, se denomina Lanza, en memoria del guerrillero de la independencia José Miguel Lanza, que se encuentra ubicado en el municipio de Colquiri del departamento de La Paz, tal como se muestra en la ilustración 2.

**Ilustración 2.**  
**Mapa de la provincia Inquisivi**



**Fuente:** (MENDOZA, 2015)

**Figura 1.**

**Vista general de Mohoza-Lanza**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 1 se observa una vista general del Cantón Mohoza-Lanza que se encuentra en el Municipio Colquiri y es la Cuarta Sección Municipal de la Provincia Inquisivi se encuentra ubicado en el sur oeste a 320 km. de la ciudad de La Paz, Al norte limita con los municipios Ichoca e Inquisivi, al este con el departamento de Cochabamba y al sur con el departamento de Oruro, tal como se observó en la ilustración 2. La vía de acceso es la ruta La Paz - Patacamaya - Caracollo, de donde se efectúa el desvío hasta Colquiri, Los centros urbanos más próximos a Colquiri son Caracollo, Patacamaya, Oruro y La Paz. Su clima es frío, con una temperatura promedio de 13°C. La provincia Inquisivi tiene una extensión territorial total de 6.430 km<sup>2</sup>. El Municipio Colquiri tiene una superficie aproximada de 987,717 km<sup>2</sup>, distribuidos en ocho Cantones con limitación y jurisdicción definida, Mohoza-Lanza tiene una extensión de 178.238 Km<sup>2</sup>.



## **2.2. LA ESTRUCTURA FISICA Y ORGANIZATIVA**

En el Cantón Mohoza-Lanza es bastante alto el espíritu democrático que evidencian en la construcción de sus autoridades tradicionales y en la manera de encarar los problemas de carácter público.

El Alcalde Municipal electo constitucionalmente es el Profesor Juan Carlos Guzman Mamani un conocido personaje del Municipio de Colquiri.

En el cantón Mohoza-Lanza son reconocidas las autoridades originarias y tienen competencia para ejercer su cargo en el ámbito de la comunidad, entre los cuales podemos nombrar a las principales autoridades.

Secretario General Cantón (Mohoza Lanza): Teodoro Miranda

Mallcu Comunal: Bacilio Ayala Gomez

Bartolina: Benedicta Huaypa

Las autoridades cantonales

Sub Central Cantonal: Julián Castillo

Mallcu Cantonal: Francisco Rosales Argollo

Bartolina: Cristina Corani

La provincia Inquisivi está conformado por seis Secciones Municipales: Primera Sección Inquisivi (Capital de Provincia), Segunda Sección Quime, Tercera Sección Cajuata, Cuarta Sección Colquiri, Quinta Sección Ichoca y Sexta Sección Licoma Pampa.

Colquiri, tiene una división política de ocho cantones legalmente establecidos según la Comisión de Límites de Secciones de Provincia. Sin embargo, de acuerdo a los datos provenientes del Diagnóstico, el Municipio cuenta con 12 Cantones representando a 92 comunidades de los cuales 43 comunidades

cuenta con personería jurídica registrados según el diagnóstico realizado y 3 comunidades (Villa Ancopata, Villa Jancapota y Calacalani) que se desconoce, sin embargo, cuentan con personería jurídica; ocho cantones tienen base legal y cuatro están en proceso de legalización.

Según el INE - Censo Nacional de Población y vivienda, 2012 la población del departamento de La Paz es de 2.706.359.00 Hbts. La provincia Inquisivi tiene 66,346.00 Hbts. En este sentido, la población de Colquiri asciende a 19,748.00 habitantes teniendo en cuenta que el municipio es uno de los más habitados con respecto a otras secciones de la provincia. La mayor parte de la población del municipio de Inquisivi se auto identifica con la cultura aimara (86%), tiene como idioma materno al aimara, mantienen costumbres y características como la música y la forma de vestir, esto principalmente en el caso de las mujeres.

Otra parte menor se auto identifica con la cultura quechua (10.2%) principalmente En aquellas comunidades que están asentadas en zonas colindantes con el departamento de Cochabamba, quienes tienen como idioma principal al quechua. El mayor porcentaje de la población es bilingüe, la que hablan castellano - aimara constituyen el 60% y castellano - quechua el 15% haciendo una población Bilingüe total del 75%.

### **2.3. SUS DIFERENCIAS CON RELACIÓN A OTRAS SIMILARES**

La aplicación de los principios psicoacústicos en la evaluación de la calidad del sonido y en la ingeniería del sonido ha sido cada vez más aceptada en la última década. Hace veinte años, las aplicaciones de la psicoacústica en la evaluación del ruido eran bastante excepcionales. Sin embargo, mientras tanto, la aplicación del conocimiento de la psicoacústica o incluso de la acústica musical en el diseño de calidad de sonido está aumentando. La relevancia de los efectos cognitivos

se evalúa no sólo en función de los aspectos psicológicos y sociológicos, sino también desde el punto de vista de la ingeniería.

En el presente trabajo definiremos a las características sonoras que se pueden generar con la tropa de Mohoseños como Paisaje sonoro.

En este sentido el paisaje sonoro viene siendo estudiado por muchos años con fundamento en la Psicoacústica, la diferencia que propone este documento de investigación con relación a otras similares, es la aplicación de algoritmos según Swicker y Fastl, a través del Software dBFA32, que analiza la calidad sonora del paisaje sonoro propuesto.

## **2.4. SUS PROYECCIONES**

### **2.4.1. Cultural y social**

La diversidad cultural heredada de los ancestros es la mayor fortaleza y riqueza de nuestros pueblos, la Mohoseñada es una manifestación cultural, su música y danza originaria de la localidad de Mohoza del municipio de Colquiri de la provincia Inquisivi fue declarada patrimonio, cultural e intangible del departamento de La Paz por resolución legislativa departamental No. 002/2011. También fue reconocida como patrimonio cultural inmaterial del departamento de La Paz por ley departamental No. 014/2012.

La proyección del proyecto de investigación es fundamentalmente de resguardo del patrimonio cultural intangible, ya que nuestra cultura es un legado de nuestros antepasados.

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO TEORICO-CONCEPTUAL**

#### **3.1. DEFINICIONES GENERALES**

##### **3.1.1. Caracterizar**

Determinar a alguien o algo por sus cualidades peculiares. (LAROUSSE 2013)

##### **3.1.2. Psicoacústica**

La Psicoacústica es una rama de la psicofísica (área de la ciencia que estudia la interconexión entre las propiedades físicas del sonido y la interpretación que el ser humano hace de estas) que estudia la percepción auditiva en base a estímulos acústicos (HOWARD & ANGUS, 2009).

##### **3.1.3. Paisaje sonoro**

El criterio de paisaje sonoro (del inglés soundscape) traslada la problemática del estudio del ambiente acústico desde los espacios o áreas habitacionales, enfocado desde la molestia que produce el ruido, a los espacios urbanos abiertos de uso colectivo, estudiado a partir de la capacidad de los sonidos dar identidad y calidad a un espacio. El concepto de paisaje sonoro o soundscape, bajo el principio de que el sonido debería ser considerado como un medio de comunicación entre el hombre y el ambiente urbano (SCHAFER, 1977).

El concepto acuñado por Schafer es expresado como el “entorno sonoro concreto de un lugar real determinado, y que es intrínsecamente local y específico a cada lugar”.

La terminología de Schafer ayuda a expresar la idea de que el sonido de una localidad particular puede manifestar la identidad de una comunidad de tal manera que los asentamientos pueden ser diferenciados por su paisaje sonoro.

#### **3.1.4. Patrimonio cultural inmaterial**

Los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas —junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes— que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana (UNESCO, 2003).

#### **3.1.5. Tropa de Mohoseños**

Una tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza está compuesto por tres instrumentos musicales aerófonos de medidas básicas nombradas de mayor a menor tamaño: Jach'a-ira, Eraso y Chil'i, que se acompaña con wancaras que son instrumentos membranofonos, las melodías del Mohoseño expresan mucha alegría reflejando, de alguna manera, el carácter festivo que acompaña al hombre de los valles, como se observa en la figura 2.

**Figura 2.**  
**Tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

Existen varios tipos de tropas diferentes (diferentes afinaciones). Cada región o comunidad tiene sus preferencias, usar tal o cual tipo de tropa es una manera de distinguirse étnicamente de las demás regiones o comunidades, en la figura 3 observamos los Mohoseños: *Jach'a-Ira*, *Eraso* y *Chil'i* que son originarios del cantón Mohoza-Lanza.

**Figura 3.**  
**Instrumentos aerófonos: Chil'i, Eraso y Jach'a-ira de la tropa de Mohoseños**  
**Originarios de Mohoza-Lanza**

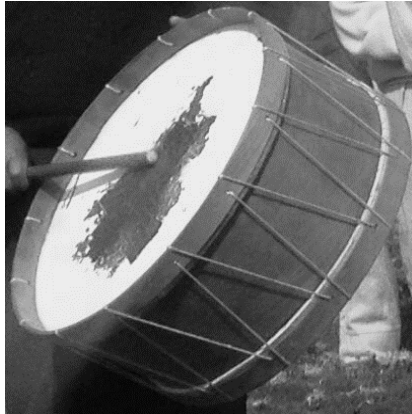


**Fuente: Elaboración propia**

En la Figura 4 observamos la *Wancara* que es el instrumento de percusión que acompaña a la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza.

**Figura 4.**

***Wancara de la tropa de Mohoseños***



***Fuente: Elaboración Propia***

### **3.2. FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA**

La acústica es la ciencia que estudia la producción, transmisión y percepción del sonido tanto en el intervalo de la audición humana como en las frecuencias ultrasónicas e infra sónicas. Para que exista un sonido en un determinado punto es necesario que exista una variación de la presión en ese punto. Pero, las variaciones de presión en un punto de un medio hacen que se produzcan también variaciones de presión en sus proximidades dando lugar a lo que se conoce como ondas de presión.

#### **3.2.1. Sonido**

El sonido se puede definir como la vibración mecánica que se propaga a través de un medio material elástico y denso capaz de producir una sensación auditiva, esta sensación auditiva producida por una vibración mecánica que se propaga a través de un medio elástico y denso (EVEREST, 2001).

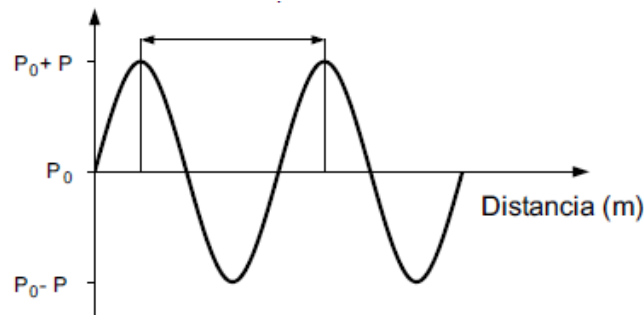
### 3.2.2. Velocidad del sonido

La velocidad de propagación del sonido está en función de la elasticidad y densidad del medio de propagación, debido a que, en el aire, ambas magnitudes dependen de la presión atmosférica estática y de la temperatura, resulta que, considerando las condiciones normales de 1 atmósfera de presión y 22 °C de temperatura, la velocidad de propagación del sonido es de aproximadamente, 345 m/s. Si bien el aire constituye el medio habitual de propagación de las ondas sonoras, conviene tener presente que el sonido puede propagarse a través de cualquier otro medio elástico y denso. Cuanto más denso y menos elástico sea el medio, mayor será la velocidad del sonido (CARRIÓN, 1998).

### 3.2.3. Longitud de onda

Se define como la distancia entre dos puntos consecutivos del campo sonoro que se hallan en el mismo estado de vibración en cualquier instante de tiempo. Por ejemplo, si en un instante dado se seleccionan dos puntos consecutivos del espacio donde los valores de presión son máximos, la longitud de onda es precisamente la distancia entre ambos puntos, como se puede observar en la figura 5 (ARAU, 1999).

**Figura 5.**  
**Longitud de onda**



**Fuente:** (ARAU, 1999)



La relación entre las tres magnitudes: frecuencia (f), velocidad de propagación (c) y longitud de onda ( $\lambda$ ), viene dada por la siguiente expresión:

$$\lambda = c/f$$

Según se observa, para cada frecuencia, la longitud de onda depende del medio de propagación, ya que es proporcional a la velocidad, y ésta varía para cada medio.

### **3.2.4. Intensidad sonora**

La intensidad sonora se define como la potencia que atraviesa la unidad de área normal a la dirección de propagación de la onda plana, esto se expresa en términos de presión sonora eficaz, como sigue en la ecuación 1.

*Ecuación 1.*

*Intensidad Sonora*

$$i = \frac{P_{ef}^2}{P_0 c}$$

*Fuente: (EVEREST, 2001)*

Donde “ $\rho_0$ ” es la densidad del aire y “c” es la velocidad de propagación del sonido. El rango de presiones que es capaz de manejar el oído es enorme, variando entre 20  $\mu$  Pa para el umbral de audición y 20 Pa para el umbral del dolor.

### 3.2.5. Presión sonora

Debido al rango extraordinariamente amplio de la presión sonora, resulta conveniente utilizar una escala logarítmica para expresar sus valores. Así, se define el nivel de presión sonora,  $L_p$ , como se expresa en la ecuación 2.

*Ecuación 2.*

*Presión Sonora*

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

*Fuente: (EVEREST, 2001)*

Donde  $P_{ef}$  es el valor eficaz de la presión sonora y  $P_{ref}$  es la presión de referencia.

*Ecuación 3.*

*Presión de referencia*

$$P_{ref} = 20 \cdot 10^{-6} Pa$$

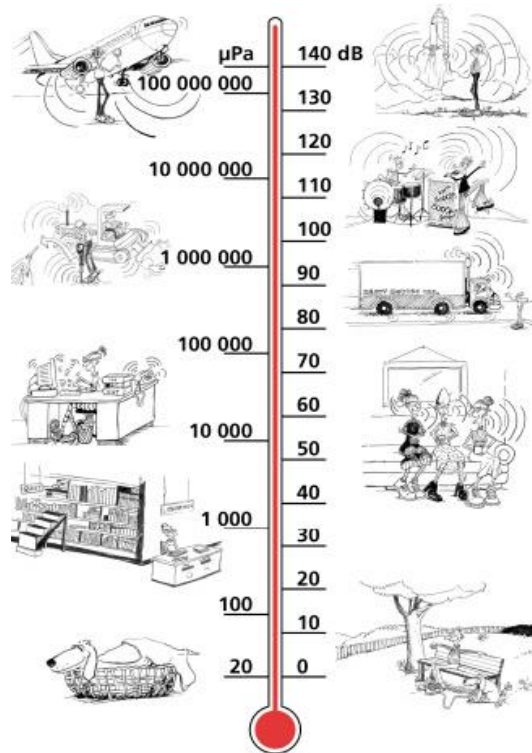
*Fuente: (EVEREST, 2001)*

El nivel de presión sonora se expresa en decibeles, unidad abreviada dB. Un incremento de 1 dB no representa un incremento fijo de la presión sino un aumento relativo de aproximadamente 12,2%.

El valor de  $P_{ref}$  se ha elegido porque coincide con el umbral de audición normal para 1 kHz, lo cual implica que un sonido de 1 kHz se puede percibir cuando  $L_p > 0$  dB.

En la figura 6 se muestran los valores típicos de potencia sonora emitidos por distintas fuentes sonoras.

**Figura 6.**  
**Nivel de potencia sonora medida para varias**  
**fuentes acústicas**



**Fuente: (BRÜEL & kJAER, 2000)**

Para muchos de estas fuentes de sonido, las potencias máximas son más elevadas que los valores mostrados. Por ejemplo de 100 a 1000 veces superiores a sus valores medios. Estos máximos suelen permanecer intervalos de tiempo cortos, a veces solo unos cuantos milisegundos.

### 3.2.6. Potencia sonora

La Fuerza o capacidad de hacer ruido de una maquina se evalúa con su potencia sonora. Esta magnitud permite calcular el nivel de presión acústica en cualquier punto situado ya sea en el espacio cerrado o abierto. La potencia sonora es una propiedad de cada fuente sonora y se mide en watts acústicos, que no deben confundirse con los watts eléctricos (BARTI, 2010).

Normalmente la potencia acústica de una fuente sonora se indica en decibelios. Para convertir de watts acústicos a decibelios se utiliza la expresión que se observa en la ecuación 4.

*Ecuación 4.*

*Potencia Sonora*

$$Lw = 10. \log\left(\frac{W}{W_0}\right)$$

*Fuente: (BARTI, 2010)*

Donde:

W es la potencia acústica de la fuente en Watts.

$W_0$  es la potencia de referencia.

### 3.2.7. Medición del sonido

En la práctica existe un amplio intervalo de potencias, intensidades y presiones sonoras, se acostumbra utilizar la escala logarítmica (escala decibel), ya que, el trabajo dentro de un rango de presiones de tan enorme magnitud sería muy incómodo en las operaciones de números con varios decimales, es por eso que la escala logarítmica permite comprimir este gran rango de presiones sonoras audibles a una escala más pequeña y fácil de manejar. El decibelio dB es una cantidad dimensional que sirve para expresar la proporción entre dos

magnitudes, que pueden ser acústicas, mecánicas o eléctricas, el número de decibelios es 10 veces el logaritmo de la base 10 de la magnitud, un bel es igual a 10 decibelios (BIES & HANSEN, 2009).

### **3.2.8. Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)**

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación de frecuencia para un intervalo de tiempo especificado es el nivel de un ruido estable que corresponde al promedio (integral) en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonido estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo (CYRIL M, 1995).

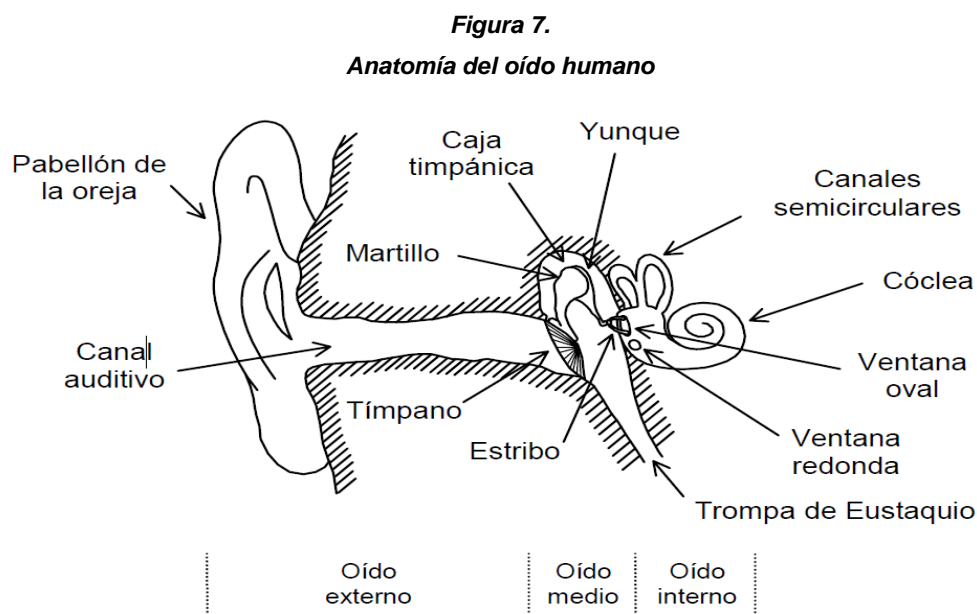
Habitualmente se utilizan las ponderaciones de frecuencia A para la medición de los niveles de presión sonora continuos equivalentes. Salvo que se especifique lo contrario, se sobreentiende la ponderación A.

A menudo, el término “Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A” se abrevia como nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A, nivel sonoro continuo equivalente o nivel sonoro promediado en el tiempo, quedando indicado el intervalo de tiempo por el contexto.

El nivel sonoro continuo equivalente en un determinado punto de medición de un sonido que cambia con el tiempo es igual al nivel de un sonido estable equivalente para la misma duración de la medida: es decir, un sonido que tiene la misma energía sonora equivalente en una onda sonora libre progresiva que el sonido variable realmente medido. El nivel sonoro continuo equivalente es una cantidad que se mide directamente con un sonómetro integrador (CYRIL M, 1995).

### 3.3. ANATOMÍA DEL OÍDO HUMANO

Para poder escuchar e interpretar un sonido, las variaciones de presión existentes en el aire deben ser transformadas en impulsos nerviosos, que las neuronas se encargaran de transportar hasta el cerebro. En este proceso de transducción de energía interviene el oído, que está formado por tres secciones: el oído externo, el oído medio y el oído interno, como se muestra en la figura 7.



**Fuente: (BIES & HANSEN, 2009)**

#### 3.3.1. El oído externo

La parte visible del oído se denomina pabellón auditivo o pabellón “auricular”. Es una estructura cartilaginosa situada a ambos lados de la cabeza cuya forma ayuda a la recepción del sonido y aporta cierta discriminación direccional. El pabellón auricular forma la entrada al canal auditivo. Que conduce las ondas sonoras hacia el tímpano (también conocido como “membrana timpánica”). El canal auditivo, que tiene de 5 a 7 mm de diámetro y unos 27 mm de longitud,

actúa como un tubo, cerrado en un extremo, con una frecuencia de resonancia natural de aproximadamente 3000 Hz. Esta resonancia aumenta la sensibilidad de la audición en las frecuencias de esta región. El tímpano es el final del canal auditivo y separa el oído externo del oído interno. Es un cono bajo de unos 7 mm de diámetro, con el vértice dirigido hacia dentro (CYRIL M, 1995).

### **3.3.2. El oído medio**

El oído medio es una cavidad llena de aire de unos 2  $\text{cm}^3$  y contiene el mecanismo que transmite el movimiento vibratorio desde el tímpano hacia el oído interno. Este mecanismo (denominado cadena de huesecillos) está formado por tres pequeños huesos: el martillo, que está conectado con el tímpano; el yunque, que forma un nivel de interconexión, y el estribo, conectado con la ventana oval que sirve de entrada a la cóclea del oído interno.

La cadena de huesecillos está suspendida por ligamentos y tensada por dos pequeños músculos, el tímpano tensor (conectado con el martillo) y el musculo del estribo (conectado con el estribo). Este sistema tiene dos propósitos: el primero, como nivelador para permitir un eficaz acoplamiento del tímpano o la ventana oval y el segundo, como mecanismo protector que limita el movimiento transmitido a la ventana oval. Este mecanismo protector es activado por cualquier sonido alto, que produce un reflejo de contracción de los dos pequeños músculos, el tímpano tensor y el musculo del estribo (CYRIL M, 1995).

### 3.3.3. El oído interno

El oído interno es un sistema complejo de canales llenos de fluidos inmerso en el hueso temporal. En su interior se localizan las terminaciones nerviosas que aportan los sentidos del equilibrio y la audición. Las fibras nerviosas auditivas terminan en la cóclea. Esta es una configuración con forma de caracol de 2 ½ vueltas, que si se extendiera mediría 35 mm.

La membrana basilar es una membrana fibrosa flexible que corre paralela a la cóclea, a lo largo de la cual distribuye el mecanismo de excitación nerviosa. La membrana basilar se pone en movimiento hidráulicamente mediante la energía acústica acoplada a la cóclea en la ventana oval. La porción de la membrana basilar que es máximamente excitada depende de la frecuencia de la onda sonora estimuladora. Las frecuencias altas producen mayor excitación cerca de la ventana oval, y las frecuencias bajas, próximas al otro extremo (ápico) de la espiral.

En la estimulación de las terminaciones nerviosas actúa una estructura compleja de la membrana basilar, conocida como órgano de Corti. Las células pilosas internas y externas son componentes del órgano de Corti, y están implicadas de forma crítica en el proceso de estimulación nerviosa. La lesión de estas células pilosas parece estar relacionada con la pérdida auditiva inducida por el ruido. De hecho, la localización de la lesión sobre la membrana basilar se relaciona estrechamente con la frecuencia en que se observa la máxima pérdida auditiva (CYRIL M, 1995).



### **3.4. FUNDAMENTOS DE PSICOACÚSTICA**

La estructura del sistema auditivo humano permite explicar gran parte de los efectos auditivos producidos por los sonidos. A continuación se resumen los efectos y sensaciones auditivas más relevantes en cuanto a la percepción humana del sonido, que han permitido el desarrollo de modelos y medidas psicoacústicas.

Aunque parte del sistema auditivo se ha modelado como un sistema lineal, el conjunto completo se comporta de forma no lineal debido, por un lado, a la conversión de señal acústica a impulsos nerviosos y, por otro lado, el procesado que hace el cerebro de los sonidos (ROEDERER, 1997).

Este funcionamiento no lineal supone, por ejemplo, cuando se oye un sonido de amplitud doble a la de otro, la sensación que se percibe no es la de un sonido doble de intenso sino que simplemente se aprecia una sensación de nivel sonoro un poco más alto. Por otra parte, dos sonidos con la misma potencia, pero de diferente frecuencia, no se perciben igualmente intensos sino que la sensación que produce depende de la frecuencia que tienen.

#### **3.4.1. Enmascaramiento**

El enmascaramiento está dentro de los estudios psicoacústicos que buscan determinar de qué manera la presencia de un sonido afecta la percepción de otro sonido.

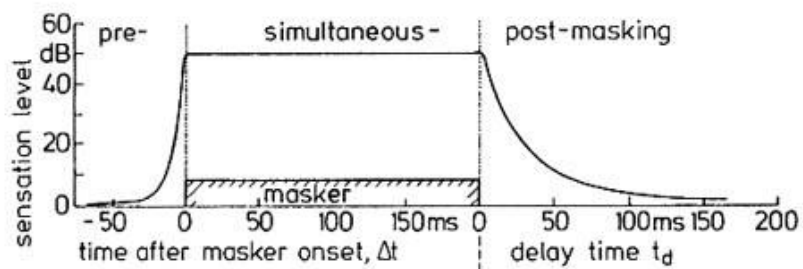
Se habla de enmascaramiento cuando un sonido impide la percepción de otro sonido, es decir, lo enmascara, produciendo una modificación (desplazamiento) del umbral de audibilidad en el sujeto (ZWICKER & FASTL, 2007).

Enmascaramiento se produce, por ejemplo, cuando dos personas están conversando y el sonido del tráfico impide que una escuche total o parcialmente lo que está diciendo la otra. También puede darse en un conjunto musical, cuando la dinámica de un instrumento (o la suma de varios) impide percibir los sonidos que está produciendo otro instrumento musical.

Si se aumenta de manera constante el nivel de un ruido (enmascarante) se podrá percibir también una transición continua entre un sonido de prueba audible y uno enmascarado. Esto quiere decir, que existe también un enmascaramiento parcial donde el nivel de percepción del sonido de prueba disminuye, pero no desaparece.

Existen dos tipos básicos de enmascaramiento: el enmascaramiento simultáneo y el no simultáneo que se puede observar en el grafico 1 en el simultáneo el sonido de prueba y el enmascarante coinciden temporalmente. En el caso del enmascaramiento no simultáneo, el sonido de prueba puede ser anterior (pre-enmascaramiento) o posterior (post-enmascaramiento) al enmascarante. También puede suceder que el sonido de prueba continúe después de haberse apagado el enmascarante. También en ese caso recibe el nombre de post-enmascaramiento (BASSO G. , 2006).

**Grafico 1.**  
**Enmascaramiento**



**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

#### **3.4.1.1. Ruido usado para mediciones Psicoacústicas**

El ruido blanco tiene una densidad espectral independiente de la frecuencia. Su rango (a los efectos de mediciones en psicoacústica) va de los 20 Hz a los 20 kHz. Se usa también el ruido rosado, el cual tiene una distribución pareja de la energía en cada una de las octavas (ZWICKER & FASTL, 2007).

El ruido de enmascaramiento uniforme se obtiene modificando el ruido blanco en función de la curva de enmascaramiento.

#### **3.4.2. Enmascaramiento simultáneo**

Este tipo de enmascaramiento se presenta cuando el sonido de prueba y el sonido enmascarante coinciden temporalmente. Se muestra la dependencia que existe en el enmascaramiento simultáneo con el contenido espectral de la señal enmascarante y con su nivel de presión sonora. (ZWICKER & FASTL, 2007).

Se comienza estudiando el caso del emascaramiento de tonos puros por ruido de banda ancha. De las experiencias realizadas por (Zwicker & Fastl, 1999) que se obtienen en el grafico 1, donde se puede apreciar el patrón del enmascaramiento de un tono puro enmascarado por ruido de banda ancha.

#### **3.4.3. Enmascaramiento no simultáneo**

Se distingue dos tipos de enmascaramiento no simultaneo: el pre-enmascaramiento y post enmascaramiento, en el pre-enmascaramiento, el sonido de referencia precede al enmascarante, en el post-enmascaramiento, el sonido de referencia sucede al enmascarante o el sonido de referencia subsiste después de haberse apagado el sonido enmascarante. (ZWICKER & FASTL, 2007).

En ambos casos de enmascaramiento no simultáneo el sonido de prueba (es decir, el sonido enmascarado) debe ser un sonido de tipo impulso.

#### **3.4.3.1. Pre-Enmascaramiento**

Aun cuando no sea fácilmente imaginable, sonidos que aún no existen pueden enmascarar sonidos ya existentes. No obstante, el fenómeno del pre-enmascaramiento se reduce a lapsos reducidos, aproximadamente en el orden de los 20 ms posteriores al sonido de prueba.

El fenómeno del pre-enmascaramiento dependería de la relación de tiempo entre el sonido de prueba y sonido enmascarado (los 20 ms mencionados) y no parecería haber influencia del nivel del sonido enmascarante sobre el desplazamiento del umbral.

La explicación se debe a los sistemas físicos que no realizan saltos de tipo abrupto sino que realizan más bien transiciones continuas. De esa manera es posible pensar que el tiempo de ataque de un hecho sonoro puede ser del orden de los 20 ms. A causa del fenómeno del pre-enmascaramiento.

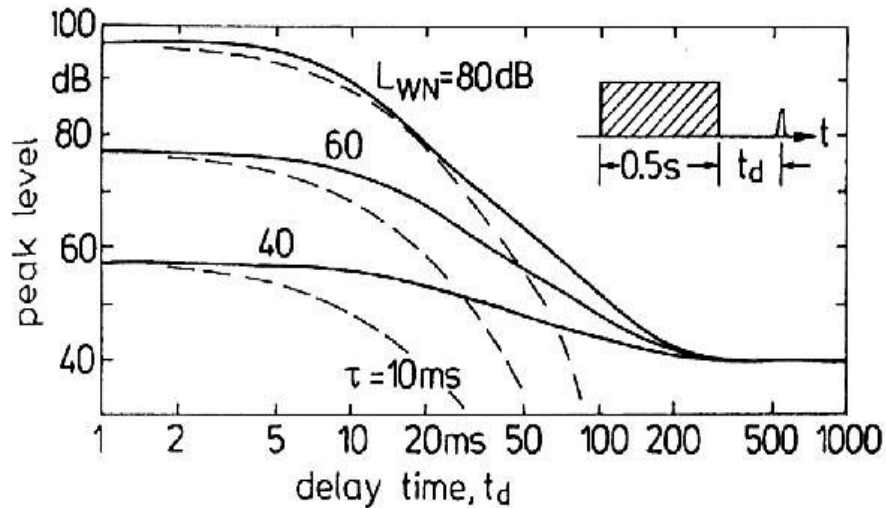
De cualquier manera no se tiene una comprensión cabal del fenómeno del pre-enmascaramiento. Incluso con sujetos entrenados ha sido difícil obtener resultados reproducibles.

#### **3.4.3.2. Post-Enmascaramiento**

Post-enmascaramiento ocurre también para sonidos de prueba de relativamente corta duración (pocas centenas de ms) y está limitado a sonidos que ocurren inmediatamente después del enmascarante (< 200 ms) (ZWICKER & FASTL, 2007).

En el grafico 2 se observa como durante los primeros 5 ms después de que se apaga el sonido enmascarante prácticamente no se produce ninguna diferencia con respecto al enmascaramiento simultáneo.

**Grafico 2.**  
**Post-Enmascaramiento**



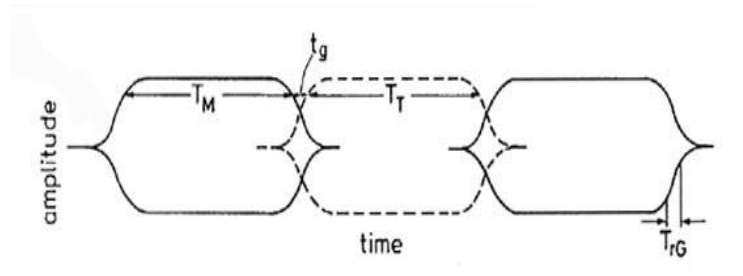
*Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)*

Luego de esos 5 ms el umbral de enmascaramiento decrece hasta igualarse con el umbral de audibilidad (en silencio) aproximadamente a los 200 ms.

#### 3.4.4. Umbral de pulsación

Si se disminuye el nivel de presión sonora de prueba (manteniendo constante el del "enmascarante"), en determinado momento el sonido de prueba pasa a oírse como continuo. Si se continúa bajando el SPL, la sensación se mantiene hasta que desaparece porque alcanza el umbral de audibilidad, tal como se observa en el grafico 3.

**Grafico 3.**  
**Umbral de pulsación**



**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

En determinadas circunstancias, si dos impulsos sonoros son presentados alternadamente, uno de ellos puede percibirse como continuo.

### **3.4.5. No linealidad en la percepción de la frecuencia**

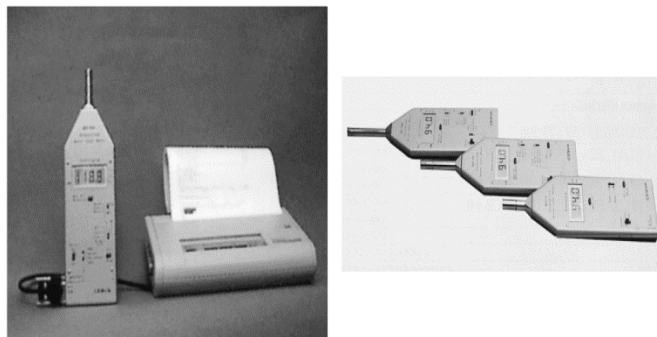
Puesto que las células ciliares existentes en el oído interno son las encargadas de transformar las vibraciones de la membrana basilar en impulsos nerviosos, y cada una de ellas responde a un rango de frecuencias dependiendo de su posición en la cóclea comportándose como un filtro paso banda, al aplicar al oído sonidos de banda estrecha con diferente ancho de banda, serán percibidos de forma distinta según exciten a una o varias de estas células.

Partiendo de este modelo de banco de filtros y con el fin de determinar la anchura espectral de cada uno de estos filtros, se han realizado experimentos Psicoacústicos basados en el hecho de que los sonidos del mismo nivel cuya anchura espectral es superior a la anchura del filtro se perciben de forma distinta, que si la anchura es inferior, puesto que cuando el sonido tiene mayor ancho de banda que el filtro, una parte de su potencia pasará a través del filtro adyacente. Estos experimentos han permitido obtener unos anchos espectrales dependientes de la frecuencia que se han denominado bandas críticas (ya que al sobrepasar este ancho de banda el sonido se percibe diferente).

### 3.4.6. Sonómetro

Debido a la complejidad del funcionamiento del oído humano, hasta el momento actual no ha sido posible diseñar un aparato de medida objetiva del sonido que sea capaz de dar unos resultados del todo equivalentes, para cualquier tipo de sonido, a las valoraciones subjetivas asociadas al mismo. Sin embargo, resulta evidente la necesidad de disponer de un instrumento electrónico que permita medir sonidos bajo unas condiciones rigurosamente prefijadas, de manera que los resultados obtenidos sean siempre objetivos y repetitivos, dentro de unos márgenes de tolerancia conocidos. Dicho aparato recibe el nombre de sonómetro que se puede apreciar en la figura 8.

*Figura 8.*  
**Sonómetro**



*Fuente: (ARAU, 1999)*

El sonómetro mide exclusivamente niveles de presión sonora. Su unidad de procesado permite realizar medidas globales, o bien por bandas de frecuencias, con diferentes respuestas temporales (respuestas “Fast”, “Slow”, “Impulse” o “Peak”).

Por otro lado, con el fin de reducir al máximo las posibles diferencias entre las mediciones efectuadas con sonómetros de distintas marcas y modelos, existen unas normas internacionales a las que deben ceñirse los fabricantes de tales instrumentos (ARAU, 1999).

En Europa, las más representativas son las normas CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) y, en concreto, las CEI 60651 y CEI 60804. Las normas equivalentes en España son, respectivamente, la UNE-EN 60651 y la UNE-EN 60804 (ARAU, 1999).

En el presente proyecto de investigación la unidad de trabajo en el sonómetro será decibeles A (dBA,) haciendo énfasis en la medición de parámetros acústicos.

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como: usos de laboratorio, precisión del sonido, usos generales para medir ruidos, se debe tener en cuenta el tipo de instrumento a usar, considerando los niveles de presión sonora de función y calibración como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
**Niveles de presión sonora de función y calibración**

Clase	Nivel del Medidor	Función	Calibración
0	+/- 0.4dBA	Para usos de laboratorio.	+/- 0.15dBA
1	+/- 0.7dBA	Para medir precisión del sonido.	SLM +/- 0.3dBA
2	+/- 1.0dBA	Usos Generales.	SLM +/- 0.5dBA
3	+/-1.5dBA	Para medir ruidos.	—

*Fuente: Garabito, Julio. (2015)*

### 3.4.7. Ponderación Frecuencial

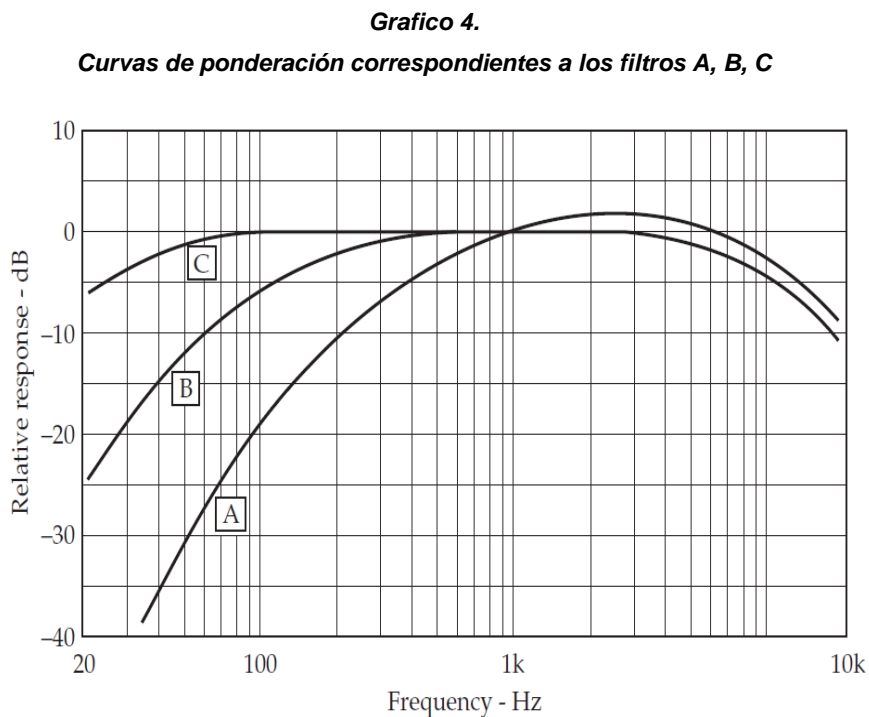
Como se observa en las curvas isofónicas, la relación entre la sensación subjetiva de volumen o intensidad y el valor objetivo del nivel de presión sonora es compleja. La respuesta de frecuencia del oído depende del nivel, las curvas con nivel elevado son claramente más planas que aquellas con niveles más bajos. También la percepción subjetiva del volumen o intensidad depende del ancho de



banda del evento sonoro. Si se intentara desarrollar una técnica de medida que considere todas las características del oído sería necesario utilizar sistemas de medición complejos (MÖSER & BARROS, 2009).

Esta establecido y aceptado internacionalmente utilizar el nivel de presión sonora ponderado “A”, el cual toma en cuenta, al menos en cierta medida, la sensibilidad del oído humano. El valor dBA se mide utilizando un filtro que corresponde aproximadamente a la inversión de la curva isofónica de ponderación, con un nivel de 30 dB en 1 KHz.

Como se observa en el grafico 4 las frecuencias bajas y altas tienen mucho menos peso sobre el valor dBA que las frecuencias medias.



**Fuente: (GELFAND, 2010)**

### **3.4.8. Ponderación Temporal**

Al realizar medidas sobre un sonido, este puede variar muy rápidamente por lo que a veces, las medidas instantáneas no son demasiado útiles y se procede a ponderarlas temporalmente. De esta forma el esquema habitual de la medida nivel de presión acústica realizada por un sonómetro consiste en: primero aplicar una ponderación frecuencial al sonido captado si se estima oportuno, segundo medir su potencia y tercero ponderar temporalmente la medida obtenida.

Habitualmente se emplean dos tipos distintos de ponderaciones temporales en función de la velocidad a la que varía el parámetro que se está midiendo: la ponderación rápida (Fast), que está indicada para aquellos sonidos que presentan pocas fluctuaciones; y la ponderación lenta (Slow) que está indicada para la medida de aquellos sonidos que presentan mayor variabilidad.

### **3.4.9. Bandas Críticas**

El concepto de bandas críticas define el funcionamiento del sistema auditivo humano como un conjunto de filtros pasa-banda, de manera tal que 2 bandas críticas con igual intensidad sonora presentarán la misma sonoridad.

El concepto de banda crítica está asociado al fenómeno psicoacústico de enmascaramiento. Una banda crítica se define como un filtro pasabanda que contiene todas aquellas componentes útiles de un ruido de banda ancha que contribuyen en el enmascaramiento de un tono de prueba centrado en una frecuencia determinada (HOWARD & ANGUS, 2009).

El sistema auditivo humano es modelado usualmente como un banco de 24 bandas críticas, cada una de las cuales estimula una igual cantidad de células ciliadas de la membrana basilar.

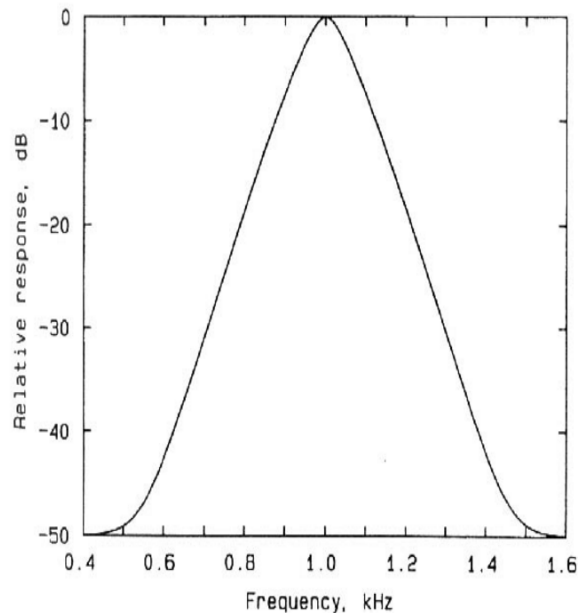
La transducción de ondas mecánicas a impulsos eléctricos es realizada en la membrana basilar donde a lo largo de sus 32 mm se distribuyen las mencionadas células ciliadas.

#### **3.4.9.1. Banda crítica y membrana basilar**

Se puede considerar entonces al sistema auditivo periférico como un conjunto de filtros pasa banda, con bandas superpuestas. El funcionamiento mismo de la membrana basilar sería el responsable de ello. Las propiedades generales del proceso de análisis de frecuencia realizado por el sistema auditivo tienen su base en el concepto de banda crítica.

Si bien muchos experimentos se realizan considerando que los filtros auditivos tienen una forma rectangular, éstos tienen en realidad una forma gausseana como se muestra en el grafico 5 para niveles sonoros moderados el filtro auditivo es prácticamente simétrico (en una escala lineal de frecuencias). Para niveles sonoros altos, el lado de las frecuencias bajas del filtro se hace menos empinado que el de las frecuencias altas.

**Grafico 5.**  
**Banda crítica y membrana basilar**



**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

La explicación fisiológica del mecanismo de las bandas críticas, si bien todavía incierto, tiene su fundamento seguramente en la capacidad de resolución de la membrana basilar. Existen muchas similitudes entre la selectividad de frecuencia medida en la membrana basilar y la medida psicoacústica (ZWICKER & FASTL, 2007).

Dependiendo el punto de estímulo en la membrana basilar, es la altura o frecuencia del impulso que se percibirá. Por este motivo, es posible relacionar la frecuencia en Hz con el punto de estímulo  $x$  en mm en la membrana basilar, sin embargo esta relación es no lineal. Se introdujo analíticamente la escala Bark de frecuencias, que presenta una relación aproximadamente lineal respecto al punto de estímulo en la membrana basilar y está definida por la denominada razón de banda crítica  $z$ , de acuerdo a la ecuación 5.

**Ecuación 5.**  
**Banda Crítica**

$$z/\text{Bark} = 13 \arctan(0.76f/\text{kHz}) + 3.5 \arctan(f/7.5\text{kHz})^2$$

**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

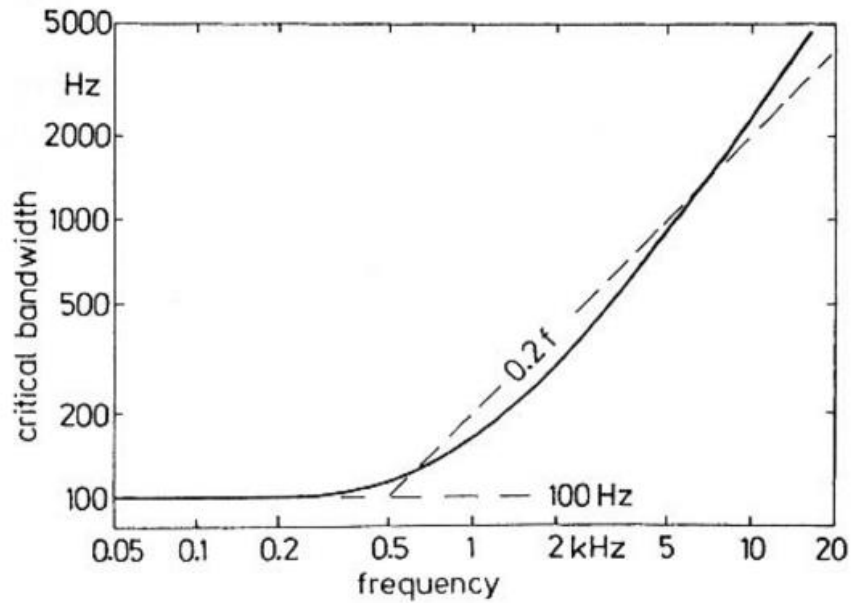
Donde  $f$  es la frecuencia en kHz y la razón de banda crítica  $z$  es medida en Barks. Los valores enteros adquiridos por la razón de banda crítica  $z$  corresponden a las frecuencias de corte –propuestas en (Zwicker, 1961) – de cada una de las bandas críticas que modelan el oído humano, por lo que el ancho de banda crítico en Barks es constante, de 1 Bark. El ancho de banda crítico expresado en Hz se puede determinar cómo función de la frecuencia central de cada banda crítica  $f_c$ .

#### **3.4.9.2. Escala de banda crítica**

En el gráfico 6 se observa el ancho de banda crítico en función de la frecuencia. La banda crítica es más o menos constante de unos 100 Hz hasta frecuencias de 500 Hz. (el enmascaramiento de un sonido senoidal por ruido blanco muestra que el mismo era independiente de la frecuencia hasta los 500 Hz.)

Por encima de los 500 Hz se asume una aproximación del 20% de la frecuencia central para las bandas críticas.

**Grafico 6.**  
**Escala de banda crítica**



*Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)*

### 3.4.9.3. Escala Bark

Esta escala se muestra en la tabla 2 es muy utilizada en psicoacústica, se ha obtenido mediante experimentos subjetivos, donde los sujetos han respondido de forma distinta a los estímulos en función de su ancho de banda. De esta forma se ha modelado parte del oído como un banco de filtros rectangulares de ancho dependiente de la frecuencia central del filtro.

**Tabla 2.**  
**Escala Barks**

$z$	$f_l, f_u$	$f_c$	$z$	$\Delta f_G$	$z$	$f_l, f_u$	$f_c$	$z$	$\Delta f_G$
Bark	Hz	Hz	Bark	Hz	Bark	Hz	Hz	Bark	Hz
0	0				12	1720			
		50	0.5	100			1850	12.5	280
1	100	150	1.5	100	13	2000	2150	13.5	320
2	200	250	2.5	100	14	2320	2500	14.5	380
3	300	350	3.5	100	15	2700	2900	15.5	450
4	400	450	4.5	110	16	3150	3400	16.5	550
5	510	570	5.5	120	17	3700	4000	17.5	700
6	630	700	6.5	140	18	4400	4800	18.5	900
7	770	840	7.5	150	19	5300	5800	19.5	1100
8	920	1000	8.5	160	20	6400	7000	20.5	1300
9	1080	1170	9.5	190	21	7700	8500	21.5	1800
10	1270	1370	10.5	210	22	9500	10500	22.5	2500
11	1480	1600	11.5	240	23	12000	13500	23.5	3500
12	1720	1850	12.5	280	24	15500			

**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

Dónde: Banda Crítica ( $z$ ), Frecuencia de corte interior ( $f_l$ ), frecuencia de corte alto ( $f_u$ ), límite de frecuencia de la banda crítica ( $\Delta f_G$ ), frecuencia central  $f_c$

### **3.5. PARÁMETROS PSICOACÚSTICOS**

Los parámetros psicoacústicos son magnitudes sensoriales que se toman como características del sonido de la audición humana. Constituyen un suplemento útil a la medida física objetiva y a la evaluación subjetiva del sonido. Los descriptores considerados en este proyecto de investigación de la caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza son: Sonoridad, Nitides (Agudeza), Rugosidad y Fuerza de Fluctuación.

#### **3.5.1. Sonoridad**

La sonoridad (en inglés Loudness) es el atributo de los sonidos, percibido subjetivamente, que permite al oyente ordenar su magnitud sobre una escala, de bajo a alto. Dado que es una sensación en el interior del oyente, no es susceptible a una medida física directa. En lugar de ello, el procedimiento básico de medida es subjetivo; en él, los oyentes tienen que realizar enjuiciamientos sistemáticos con respecto a sonidos de referencia con niveles de presión sonora conocidos, por ejemplo, puede pedirse a los oyentes que evalúen si los sonidos son igualmente fuertes, o el doble o la mitad, etc. O puede pedírseles que asignen números que sean proporcionales a la sonoridad de los mismos. Las pruebas de laboratorio que han empleado procedimientos como estos muestran que las personas hacen enjuiciamientos acerca de la sonoridad razonablemente consistentes. La sonoridad depende fundamentalmente del nivel de presión sonora del estímulo sonoro y, en menor medida, de su frecuencia, duración y complejidad espectral (HOWARD & ANGUS, 2009).

La sonoridad o Loudness ha sido normalizado para señales estacionarias mediante normas internacionales (DIN 45631/A1, ISO 532/UNE 74014:1978, ANSI S3.4), por lo que existe una forma estándar de calcularlo.



En Psicoacústica éste parámetro denominado Sonoridad o Loudness, tiene el símbolo “N” y se mide en sonos o “Sonios” y se evalúa por la expresión siguiente Ecuación 6.

**Ecuación 6.**  
**Unidad de sonoridad "Sonio"**

$$N = \int_0^{24 \text{ Bark}} N' dz$$

**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

Donde N' es el loudness específico en sone/Bark y z es la banda crítica.

Los sonómetros que se encuentran en el mercado no miden loudness sino NPS (Nivel de Presión Sonoro) con distintas ponderaciones. Pero la sonoridad o loudness se ha introducido como un parámetro superior al nivel de presión sonora con ponderación A porque muestra mayor correspondencia con la sensación subjetiva de volumen (FASTL, 2007).

### **3.5.1.1. Sonio**

La unidad de sonoridad es el sonio: un sonio se define como la sonoridad de un tono de 1000 Hz, con un nivel de presión sonora de 40 dB. La escala de sonoridad es una escala subjetiva y ha sido establecida de tal manera que un sonido con una sonoridad de 2 sonios es doblemente sonoro que el sonido de referencia de 40 dB de 1 sonio; 4 sonios son 4 veces más sonoros que 1 sonio, etc. Para un oyente medio, un cambio de 10 dB en el nivel de presión sonora es aproximadamente equivalente a doblar la sonoridad. El cambio de sonoridad con el nivel de presión sonora es ligeramente superior para sonidos de baja frecuencia (por debajo de unos 300 Hz) (CYRIL M, 1995).

### **3.5.1.2. Sonoridad específica**

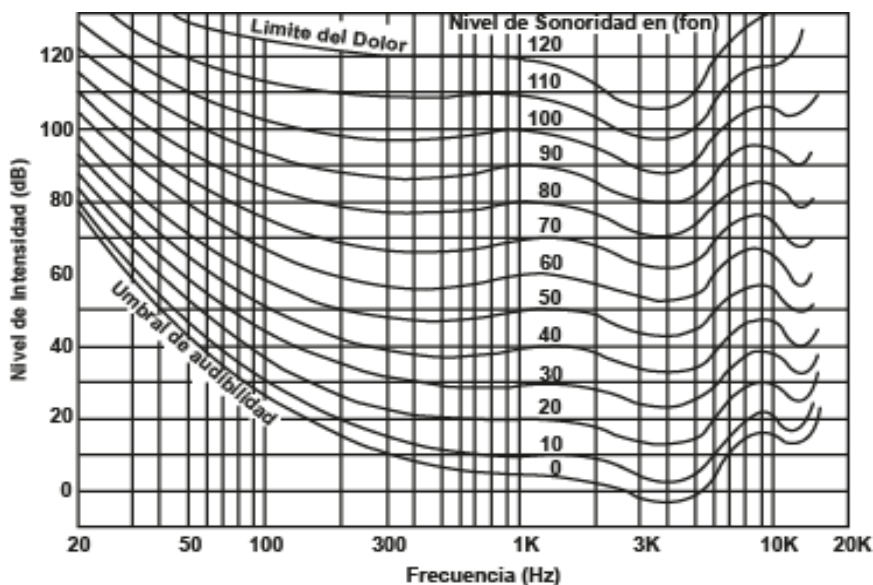
El modelo de cálculo de sonoridad o Loudness propuesto por Zwicker y fastl calcula la sonoridad de una señal como la suma de la sonoridad asociado a cada una de las bandas de frecuencia en que se descompone la señal. La sonoridad asociado a cada banda recibe el nombre de Loudness Especifico, se mide en sones/bark y se representa por el símbolo  $N'$  donde el apóstrofe significa específico (es decir particularizado en una banda). El adjetivo Específico se utiliza también para otros parámetros Psicoacústicos cuando se hace referencia a la distribución del parámetro entre las bandas críticas y se representa añadiendo un apóstrofe al símbolo del parámetro respectivo (ZWICKER & FASTL, 2007).

### **3.5.1.3. Curvas de igual sonoridad**

Los enjuiciamientos de igual sonoridad para tonos puros de varias frecuencias y niveles han dado lugar a curvas de igual sonoridad, como muestra el grafico 7. Todos los puntos de una curva determinada representan los niveles de presión sonora que ha sido juzgado Como igualmente sonoros en el campo libre. Estos datos corresponden a jóvenes adultos, con audición normal, de cara a la fuente. Por ejemplo la curva que pasa por los 1000 Hz a un nivel de presión sonora de 40 dB es isósona a un tono con el nivel de presión sonora de 35 dB a 3000 Hz, o a un tono de 100 Hz con un nivel de presión sonora de 50 dB. Se denomina cada curva por su nivel a 1000 Hz que es la frecuencia de referencia (CYRIL M, 1995).

**Grafico 7.**

**Curvas de igual sonoridad de Robinson y Dadson**



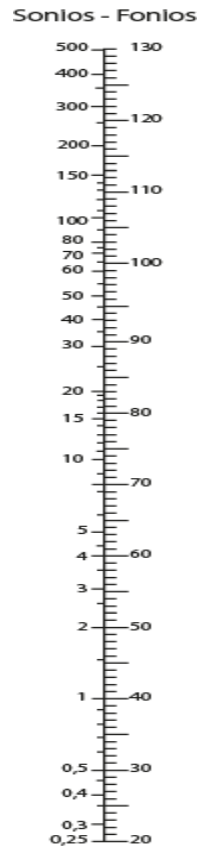
*Fuente: (EVEREST, 2001)*

#### **3.5.1.4. Nivel de sonoridad en fonios**

El nivel de sonoridad en fonios de cualquier sonido es el nivel de presión sonora del tono de 1000 Hz de referencia que es tan sonoro como el sonido que está siendo evaluado. Así, las distintas curvas que muestra en el grafico 7 representan curvas de igual sonoridad expresada en fonios.

En el grafico 8 se presenta un monograma que muestra la relación entre sonios y fonios. Nótese que, de acuerdo con la definición de sonio, una sonoridad de 1 sonio corresponde a un nivel de sonoridad de 40 fonios: un cambio doble de la sonoridad en sonios está asociado con un cambio de 10 fonios en el nivel de sonoridad.

**Grafico 8.**  
**Monograma que muestra la relación entre nivel**  
**de sonoridad en fonios y en sonios.**



**Fuente: (CYRIL M, 1995)**

El Monograma que muestra la relación entre nivel de sonoridad en fonios y en sonios. ANSI standard S3.4-1980 (R1986) El monograma representa relación entre el nivel de sonoridad en fonios y en sonios. [ANSI standard S3.4-1980(R1986)] (CYRIL M, 1995).

### 3.5.2. Nitidez o agudeza

Nitidez o Agudeza en inglés “Sharpness”, este parámetro se corresponde con la sensación subjetiva de Frecuencia media del sonido. Un sonido agudo en el que predominen las frecuencias altas tendrá un Sharpness elevado mientras que un sonido grave en el que predominan las frecuencias bajas tendrá un Sharpness reducido (ZWICKER & FASTL, 2007).

El símbolo utilizado para el Sharpness es S y las unidades en que se mide es el Acum.

Referencia: El valor de 1 Acum se atribuye a un ruido de banda estrecha centrada a 1 kHz y un nivel de 60dB.

El método propuesto por Zwicker para el cálculo del Sharpness se corresponde con el cálculo del momento (centro de gravedad) del Loudness específico (en escala Bark). En los experimentos realizados por Zwicker observó que las bandas críticas altas producen un mayor Sharpness que las que les corresponde en el cálculo del momento, por lo que introdujo un factor de ponderación  $g(z)$  para valores altos de la escala, expresados en la ecuación 7.

**Ecuación 7.**

**Nitidez**

$$S = 0.11 \frac{\int_0^{24 \text{ Bark}} N' g(z) z dz}{\int_0^{24 \text{ Bark}} N' dz} \text{ acum}$$

**Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)**

Donde:

$z$  es la frecuencia medida en escala Bark,

$N'(z)$  es el loudness específico y

$g(z)$  es una función ponderadora en función de la frecuencia que vale:

$$g(z) = 1, \text{ si } z \leq 16'$$

$$g(z) = 0'066 \cdot e^{0'171 \cdot z}, \text{ si } z > 16$$

### 3.5.3. Fuerza fluctuante

La fuerza fluctuante o en inglés “Fluctuation Strength” indica que distintos tipos de sonidos tienen asociado distintos procedimientos para calcular la molestia que producen. Por ejemplo, en el caso de golpes contra el suelo de objetos pesados la molestia va asociada a fluctuación.

La sensación de la Fuerza de fluctuación es la de un sonido cuya amplitud varía de forma perceptible en el tiempo. El oído percibe esta sensación cuando las frecuencias moduladoras toman valores desde 0 hasta 20 Hz, siendo los valores en torno a 4 Hz los que mayor sensación de fluctuación producen (ZWICKER & FASTL, 2007).

El símbolo utilizado para la fuerza fluctuante o Fluctuation Strength es  $F$  y su unidad de medida el Vacil.

Referencia: Un tono de 60 dB SPL y frecuencia de 1kHz modulado con profundidad 100% y 4 Hz de frecuencia de modulación tiene por definición una Fuerza fluctuante de 1 Vacil.

#### 3.5.4. Rugosidad

La Rugosidad (Roughness en inglés) es un parámetro similar al de Fuerza de fluctuación, ya que mide variaciones de frecuencia o amplitud que se produce en una señal. Sin embargo, la sensación de Rugosidad es muy diferente a la de Fuerza de fluctuación, puesto que en el parámetro anterior se consideraban las variaciones lentas de las señales y en éste se consideran las variaciones rápidas. El parámetro Rugosidad toma un valor máximo cuando las oscilaciones que se producen en la amplitud o la frecuencia de una señal está en torno a los 70Hz. El Roughness de los sonidos está relacionado con la capacidad del oído para separar sonidos que proceden de distintas fuentes (ZWICKER & FASTL, 2007).

Una versión fisiológica de la rugosidad corresponde con el índice de sincronización y está relacionado con la sincronización de los disparos de las neuronas del oído. Para calcular el índice de sincronización que produce un sonido se analizan las señales eléctricas generadas por las neuronas asociadas a distintas bandas críticas del oído y el grado de correlación entre ellas.

El símbolo utilizado para la Rugosidad es R y la unidad en que se mide es el Asper.

Referencia: Un tono de 60 dB SPL y frecuencia de 1kHz modulado con profundidad 100% y 70 Hz de frecuencia de modulación tiene por definición un Rugosidad de 1 Asper.

En la ecuación 8 se observa la fórmula de la Rugosidad, Donde  $f_{mod}$  es la frecuencia de modulación y  $\Delta L$  es el índice de modulación percibido por el oyente, es decir, debido a la modulación existe una variación de nivel en el sonido, pero la variación de nivel percibida por el oído es menor que la variación real.

*Ecuación 8.  
Rugosidad*

$$R \propto f_{mod} \Delta L$$

*Fuente: (ZWICKER & FASTL, 2007)*

### **3.6. EQUIPO DE MEDICION, REGISTRO SONORO Y SOFTWARE UTILIZADOS**

#### **3.6.1. Sonómetro PCE-353LEQ**

El Sonómetro PCE-353LEQ, fue proporcionado por la Empresa Acústica Ingeniería del Silencio S.R.L., que ha sido calibrado en laboratorio de metrología y calibración, como se puede observar con la certificación de calibración en anexo D.

Con este instrumento de medición se mide de forma sencilla el volumen de ruido del entorno, en decibelios. Se puede indicar la diferencia entre ruidos normales y contaminaciones acústicas elevadas en el medio ambiente, la mecánica y la industria. El sonómetro dispone de interfaz RS-232, El PCE-353 tiene diferentes funciones. Se puede seleccionar entre las funciones de medición Lp, Leq y Ln. Además existe la posibilidad de ajustar diferentes modos de medición, el sonómetro permite, por ejemplo, medir tal y como el oído humano percibe el sonido. Con un rango de medición de 30 hasta 130 decibelios, cubriendo un rango amplio e importante del sonido, es un aparato alimentado por batería, fácil de llevar a cualquier lugar, estas características reunidas en un solo instrumento.



### 3.6.2. Descripción del sonómetro PCE-353LEQ

Para las mediciones realizadas fue necesario encontrar el instrumento adecuado debido a que los sistemas de captación sonora (micrófonos convencionales) conocidos hasta el momento resultaban inconvenientes para la obtención de resultados más exactos, por ello se empleó el sonómetro PCE-353LEQ que cumple con la norma IEC 651, IEC 804, ANSI S1.4.

Para iniciar el análisis primero se tiene que obtener el nivel continuo equivalente que es calculado por el sonómetro PCE-353LEQ, porque es un sonómetro integrador y tiene la capacidad de realizar el cálculo internamente, como se observa en la figura 9.

**Figura 9.**  
**Sonómetro PCE-353LEQ**



**Fuente: (PCE, 2015)**

En el procedimiento de estas mediciones, la elección del sonómetro es fundamental debido a que es importante poner atención en el tipo de transductor, pues el micrófono cuenta con prestaciones técnicas permitiendo obtener

resultados confiables del proyecto de investigación acorde a la programación estimada (PCE, 2015).

Una vez obtenido el instrumento de medición (Sonómetro) con las características idóneas se procedió a la calibración del mismo debido a que esto garantizaría mediciones con mayor exactitud.

### **3.6.3. Calibrador PCE-SC41**

El calibrador PCE-SC41 fue proporcionado por la Empresa Acústica Ingeniería del Silencio S.R.L. para el desarrollo de la investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, este instrumento de medición, ha sido diseñado para comprobar la precisión de varios tipos de instrumentos de sonido.

### **3.6.4. Descripción del calibrador PCE-SC41**

En la figura 10 se observa el calibrador PCE-SC41 que está regulado para producir 94 dB, este calibrador de sonido tiene un tamaño pequeño, es ligero y fácil de transportar. Aunque es complejo y avanzado, es fácil de utilizar. (PCE, 2015), una vez calibrado se procede a la medición y registro sonoro de muestras.

**Figura 10.**  
**Calibrador PCE-SC41**



**Fuente: (PCE, 2015)**

### **3.6.5. Grabador TASCAM DR-40**

Tascam DR-40 es un grabador digital portátil de 4 canales de resolución de grabación hasta 96kHz/24-bit, con entradas XLR y micrófonos ajustables. Este grabador compacto puede grabar hasta 4 pistas por medio de sus micrófonos de condensador incorporados, o utilizando sus entradas XLR y Line. Se puede ajustar grabaciones acorde al sonido del lugar donde se esté grabando gracias a que sus micrófonos son de posición ajustable XY o AB. Utilizando tarjetas SD o SDHC de hasta 32 GB.

### **3.6.6. Descripción de la grabadora TASCAM DR-40**

La grabadora TASCAM DR-40 es una grabadora de audio compacta que usa tarjetas SD/SDHC como soporte de grabación, tiene micrófonos direccionales que le ofrecen una grabación en estéreo de alta calidad, permitiéndole tanto la grabación A-B como la X-Y, puede grabar en distintos tipos de sonido estéreo dependiendo del Angulo de los micrófonos, puede grabar hasta 4 canales simultáneamente con posibilidades de grabación de PCM LINEAL (formato WAV) a 44.1/48/96 Khz, 16/24 bits, compatible con ficheros en formato BWF, posibilidad

de grabación en formato MP3 a 32-320 Kbps, etc. estas características se las puede observar en la figura 11 (PCE, 2015).

**Figura 11.**  
**Grabadora TASCAM DR-40**



**Fuente: (TASCAM, 1990)**

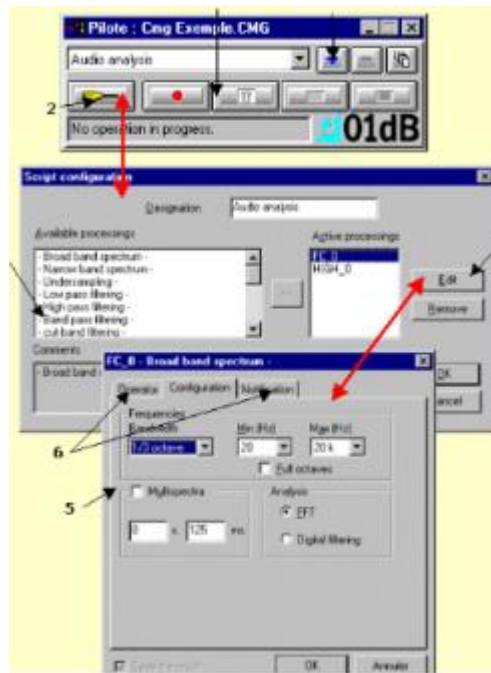
### **3.6.7. Software dBFA32**

El software dBFA32 fue proporcionado por la Empresa Acústica Ingeniería del Silencio S.R.L. para el desarrollo de la investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, este software desarrollado por 01dB-Metravib.

### **3.6.8. Descripción del software dBFA32**

Es un software específico, para realizar medición de ruido, vibración industrial y para la evaluación de la calidad sonora, todo resumido en este potente software dBFA32 01dB-Metravib como se observa en la figura 12.

**Figura 12.**  
**Software dBFA32dB-Metravib**



**Fuente: (TECNOLOGIES G, 2008)**

## **CAPÍTULO 4**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Los enfoques que se utilizaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes: Enfoque cuantitativo y cualitativo.

Se recurre al enfoque cuantitativo porque en el análisis se trabaja con diferentes valores que determinan ciertas características de la percepción sonora que se definen a través de los indicadores psicoacústicos aplicados al proyecto de investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza del departamento de La Paz.

También se utilizó el enfoque cualitativo para poder entender las cualidades sonoras desde un punto de vista de la cultura aimara.

#### **4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo es un documento de investigación de tipo exploratorio, nos sirve para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre el contexto particular de la vida real investigar problemas del comportamiento humano que consideren.

El estudio descriptivo trata de obtener información acerca de un fenómeno o proceso, para describir sus implicaciones, fundamentalmente está dirigida a dar una visión de cómo opera y cuáles son sus características, es aquella que está dirigida a tener un conocimiento general o aproximativo de la realidad.

Comúnmente, se emplea este tipo de investigación en el inicio de cualquier proceso científico, cuando se quiere explorar algún tópico que ha sido tratado escasamente, por no tener mucha información sobre el o porque no se dispone de medios para llegar a mayor profundidad.

#### **4.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN A UTILIZARSE.**

El presente trabajo de investigación, utilizó los métodos de análisis, síntesis, deducción.

Para revisar las fuentes documentales respecto a la Psicoacústica, haremos uso del método analítico y del sintético. "el análisis es la separación material o mental del objeto de investigación en sus partes integrantes con el propósito de descubrir los elementos esenciales que lo conforman mientras que la síntesis consiste en la integración material o mental de los elementos o nexos esenciales de los objetos, con el objetivo de fijar las cualidades y rasgos principales inherentes al objeto. El análisis y la síntesis aunque son diferentes, no actúan separadamente. Ellos constituyen una unidad concebida como método analítico-sintético del conocimiento científico."

El método deductivo se utilizó con el fin de sistematizar un marco de referencia de carácter general en el marco teórico, con el fin de comprender y orientar la investigación al caso particular.

## **4.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **4.4.1. La observación**

Es una técnica que radica en la expectación detallada, que consiste en poner en juego las percepciones: Visual, Auditiva, es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en la realidad. La observación implica entender, fijarse, entrar datos que previamente se ha determinado (SANCHEZ, 208:106).

### **4.4.2. La Encuesta**

Es una técnica estructurada de investigación para recopilar datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan en la investigación. El cual se realizara mediante los instrumentos de medición “cuestionarios de encuestas”.

### **4.2.3. La Entrevista**

Esta técnica permite obtener una información directa, pues la entrevista se realiza cara a cara. Es una técnica para obtener datos que consiste en un dialogo entre dos personas el entrevistador y el entrevistado, se realiza con el fin de obtener información de parte de este último. Se aplicara la entrevista a las personas más entendidas sobre el tema de investigación de la comunidad de Mohosa (Lanza) de la provincia Inquisivi de la ciudad de La Paz.



## **4.5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN APLICADOS**

### **4.5.1. Cuestionario**

El instrumento básico utilizado en la investigación por encuesta es el cuestionario, que es un documento que recoge en forma organizada los indicadores de las variables implicadas en el objetivo de la encuesta.

### **4.5.2. Guía de entrevista**

El instrumento de la entrevista utilizado en la investigación, caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños será la guía de entrevista.

## **4.6. FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **4.6.1. Fuente Primaria**

Libros relacionados con la Psicoacústica como: “Psycho Acoustics Fast and Models” de Hugo Fastl y Eberhard Zwicker, libros relacionados con la Acústica, Master Handbook of Acoustics de F. Alton Everest, etc.

### **4.6.2. Fuente Secundaria**

La bibliografía Secundaria tiene una base en libros de Etnomusicología y Cosmovisión Andina, libros como: “La tierra no da así no más” de Hans Van den Berg, “Cosmología y Música en los Andes” Editado por Max Peter Baumann, El libro Diablos tentadores y pinkillos embriagadores Editado y compilado por Gerard Arnaud.

#### **4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL UTILIZADO**

El presente documento de investigación se basa en un diseño no experimental por que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, es una investigación donde no se cambian las variables intencionalmente, la investigación se limita a observar tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

#### **4.8. UNIVERSO Y MUESTRA**

El universo de la presente investigación comprende profesionales con conocimiento del tema de investigación.

Como muestra de todo el universo se tomó en cuenta a 5 profesionales.

#### **4.9. PROCEDIMIENTO DESCRIPCIÓN DE CADA PASO EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

- Para la recolección de datos, se siguió secuencialmente las etapas del plan de recojo de información previamente realizado para este efecto.
- Se recolectó información básicamente sobre, Psicoacústica, acústica, acústica-musical, etnomusicología.
- Posteriormente se analizó la información recogida.
- Se realizó un viaje de Cochabamba al Cantón Mohosa (Lanza) del Municipio de Colquiri de la Provincia Inquisivi de la Ciudad de La Paz.
- Se realizó observaciones del trabajo realizado por los constructores especialistas en la construcción de la tropa de Mohoseños.
- Se entrevistó a personas representativas del cantón Mohoza-Lanza que tengan conocimiento sobre la historia y evolución de la tropa de Mohoseños buscando características específicas de esta tropa.

- Se realizó mediciones con el sonómetro para obtener el nivel sonoro continuo equivalente (Leq<sub>dBA</sub>).
- Se registró las muestras de la tropa de Mohoseños y las variables agradable y desagradable.
- Se analizó los datos mediante el software especializado en parámetros Psicoacústicos.
- Se comparó los resultados a través de los valores obtenidos por los descriptores psicoacústicos en consideración.
- Los resultados se interpretaron.

## **CAPITULO 5**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El trabajo de investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza como archivo para el resguardo del patrimonio cultural inmaterial, está basada en la norma ISO 532B, la investigación planteada ayuda en el campo del patrimonio cultural inmaterial presentando una herramienta tecnológica capaz de cuantificar la calidad sonora, para este fin se tuvieron en consideración las normas ISO 1996-2 y la norma 12913-1-2014.

En este capítulo se presentan el procedimiento de medición y registro sonoro aplicados para las variables agradable, desagradable y muestra tropa de Mohoseños, así mismo se muestran los resultados de los parámetros acústicos y psicoacústicos de la muestra tropa de Mohoseños que son comparados y evaluados con los resultados de la variable agradable y la variable desagradable.

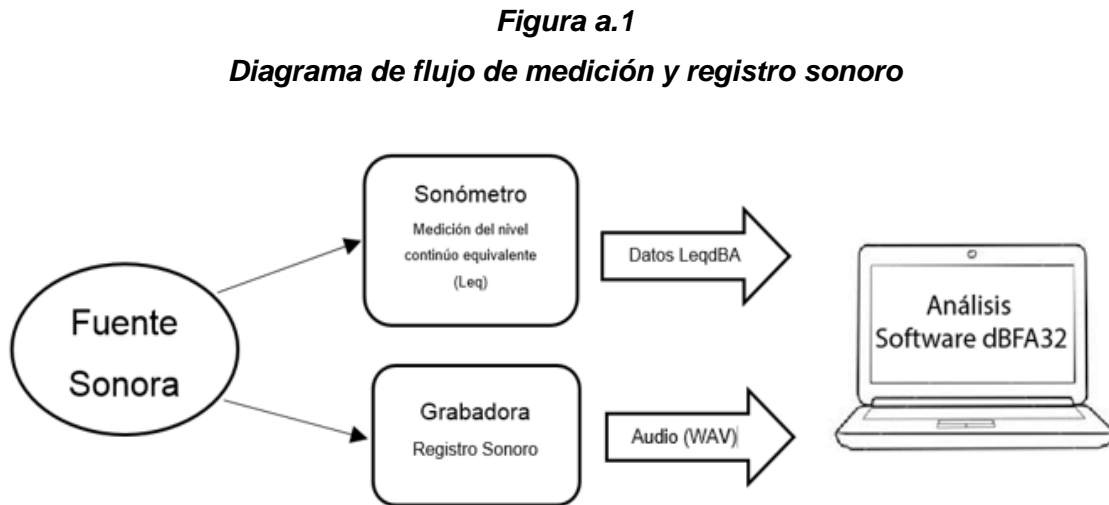
El diagrama de flujo presenta el equipo tecnológico que se empleó para realizar las mediciones y registro sonoro, como también el software que se utilizó para el análisis de la variable agradable, variable desagradable o molesto y muestra tropa de Mohoseños.

Las características Técnicas del equipo de medición y registro sonoro son presentadas en Anexos A, B y C.

## 5.1. DIAGRAMA DE FLUJO

Para las mediciones del nivel continuo equivalente (Leq) y registro sonoro de las muestras a analizar, se tuvieron consideraciones importantes debido a que este proceso determina el desarrollo del proyecto.

En la Figura 5.1 se observa el diagrama del sistema que se implementó para las mediciones y registro sonoro de las muestras a analizar.



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.1.1. Equipo e instrumentación

Los instrumentos y equipo de medición son:

- ✓ Sonómetro integrador tipo 2 (PCE-353LEQ)
- ✓ Calibrador PCE - 41
- ✓ Grabadora TASCAM DR40
- ✓ Laptop Toshiba Satellite P75-A7200
- ✓ Software dBFA 32

## **5.2. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y REGISTRO SONORO**

El procedimiento de medición y registro sonoro de la variable agradable, variable desagradable y muestra tropa de mohoseños se realizaron en condiciones de campo abierto con un nivel sonoro continuo equivalente (Leq) considerado por la característica de percepción de tropa de Mohoseños.

### **5.3. Procedimiento de medición y registro sonoro de la muestra tropa de Mohoseños**

En la figura 5.3.1 se observa el procedimiento de medición y registro sonoro en campo abierto en el que intervienen el Sonómetro integrador tipo 2 (PCE-353LEQ) y la grabadora TASCAM DR-40, el sonómetro fue previamente calibrado a 94 dB con el calibrador PCE – 41.

#### **5.3.1. Posición de medición y registro sonoro de la muestra tropa de Mohoseños**

De acuerdo a la cobertura de la fuente sonora y la posición de escucha se eligió en el caso de la muestra tropa de Mohoseños una posición central de 3 metros de la fuente sonora, el micrófono y el sonómetro a una altura del suelo de 1.50 metros.

Los puntos de medición en exteriores fueron ubicados de manera de minimizar la influencia de las reflexiones: a más de 4 metros de estructuras reflectoras.

**Figura 5.3.1.**

**Posición de medición y registro sonoro de la muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

### **5.3.2. Procedimiento de medición**

Es necesario revisar el ruido de fondo, midiendo los niveles para asegurar que las observaciones de la posición del receptor no estén afectadas por sonidos ajenos, como sonidos externos, ruido eléctrico en el sistema de captación o diafonías eléctricas entre el sistema de recepción.

### **5.3.3. Temperatura y humedad Relativa**

17 grados centígrados

13% de humedad

#### **5.3.4. Naturaleza/estado del terreno**

La medición y registro sonoro de la tropa de Mohoseños se realizó en el cantón Mohoza-Lanza del Municipio de Colquiri de la Provincia Inquisivi del Departamento de La Paz.

Las características del registro sonoro muestran un ambiente externo, ubicado en la plaza principal del Cantón Mohoza-Lanza, que se encuentra en el centro de dicho cantón, lejos de cualquier edificación que podría causar reflexiones, con unas dimensiones de 90 X 110 Metros con un piso de césped natural.

#### **5.3.5. Fecha y hora de inicio**

El registro sonoro se realizó el 10 de abril del 2017 a horas 16:00

#### **5.3.6. Número de mediciones**

Se realizó un punto de medición.

#### **5.3.7. Descripción de la fuente sonora**

La fuente sonora Tropa de Mohoseños está formado por instrumentos aerófonos: ch'ili, Eraso y Jach'a-lra y membranofonos (Instrumentos de percusión): Wancara y Bombo, originarios del Cantón Mohoza-Lanza.



## **5.4. Procedimiento de medición y registro sonoro de la variable agradable**

En la figura 5.4.1 se observa el procedimiento de medición y registro sonoro en campo abierto en el que intervienen el Sonómetro integrador tipo 2 (PCE-353LEQ) y la grabadora TASCAM DR-40, el sonómetro fue previamente calibrado a 94 dB con el calibrador PCE – 41.

### **5.4.1. Posición de medición y registro sonoro de la variable agradable**

De acuerdo a la cobertura de la fuente sonora y la posición de escucha se eligió en el caso de la variable agradable, una posición central de 3 metros de la fuente sonora, el micrófono y el sonómetro a una altura de 1.50 metros.

Los puntos de medición en exteriores fueron ubicados de manera de minimizar la influencia de las reflexiones: a más de 4 metros de estructuras reflectoras.

*Figura 5.4.1.*

*Disposición del paisaje sonoro de la variable agradable*



*Fuente: Elaboración propia*

#### **5.4.2. Procedimiento de medición**

Es necesario revisar el ruido de fondo, midiendo los niveles para asegurar que las observaciones de la posición del receptor no estén afectadas por sonidos ajenos, como sonidos externos, ruido eléctrico en el sistema de captación o diafonías eléctricas entre el sistema de recepción.

#### **5.4.3. Temperatura y humedad Relativa**

22 grados centígrados

17 % de humedad

#### **5.4.4. Naturaleza y estado del terreno**

La medición y registro sonoro de la variable agradable se realizó en el centro del municipio de Cercado del departamento de Cochabamba.

Las características del registro sonoro muestran un ambiente externo, ubicado en la plaza del granado en el centro del departamento de Cochabamba, con unas dimensiones de 50 x 60 Metros.

#### **5.4.5. Fecha y hora de inicio**

El registro sonoro se realizó el día viernes 28 de abril del 2017 a horas 17:00

#### **5.4.6. Número de mediciones**

Se realizó un punto de medición

#### **5.4.7. Descripción de la fuente sonora**

La fuente sonora de la variable agradable está compuesta por instrumentos musicales que se interpretan por la Orquesta Sinfónica Experimental, que se divide en tres Secciones importantes, la primera Instrumentos de cuerda: Violines, Violas, Cellos y Contrabajo. La segunda sección son los instrumentos de Viento que a su vez se Subdividen en dos grupos; el primer grupo compuesto por los instrumentos de viento madera: Flauta traversa, oboe, clarinete y fagot, en este grupo también se incluye el saxofón; el segundo grupo, está compuesto por instrumentos de viento metal o bronces: Trompeta, Corno Francés, Trombones y Tuba. Y la sección de Percusión que está compuesta básicamente por Timpani, Tambor, etc.

#### **5.5. Procedimiento de medición y registro sonoro de la variable desagradable**

En la figura 5.5.1 se observa el procedimiento de medición y registro sonoro en campo abierto en el que intervienen el Sonómetro integrador tipo 2 (PCE-353LEQ) y la grabadora TASCAM DR-40, el sonómetro fue previamente calibrado a 94 dB con el calibrador PCE – 41.

##### **5.5.1. Posición de medición y registro sonoro de la variable desagradable**

De acuerdo a la cobertura de la fuente sonora y la posición de escucha se eligió en el caso de la variable desagradable, una posición central de 3 metros de la fuente sonora, el micrófono y el sonómetro a una altura de 1.50 metros.

Los puntos de medición en exteriores fueron ubicados de manera de minimizar la influencia de las reflexiones: a más de 4 metros de estructuras reflectoras.

**Figura 5.5.1.**

**Posición de medición y registro sonoro de la variable desagradable**



**Fuente: Elaboración propia**

### **5.5.2. Procedimiento de medición**

Es necesario revisar el ruido de fondo, midiendo los niveles para asegurar que las observaciones de la posición del receptor no estén afectadas por sonidos ajenos, como sonidos externos, ruido eléctrico en el sistema de captación o diafonías eléctricas entre el sistema de recepción.

### **5.5.3. Temperatura y humedad Relativa**

22 grados centígrados

17 % de humedad

#### **5.5.4. Naturaleza/estado del terreno**

La medición y registro sonoro de la variable desagradable se realizó en el centro del municipio de Cercado del departamento de Cochabamba.

Las características del registro sonoro muestran un ambiente externo, ubicado en la avenida Oquendo y Heroínas, que se encuentra en el centro de Cochabamba.

#### **5.5.5. Fecha y hora de inicio**

El registro sonoro se realizó el día sábado 29 de abril del 2017 a horas 14:00

#### **5.5.6. Número de mediciones**

Se realizó un punto de medición

#### **5.5.7. Descripción de la fuente sonora**

La fuente sonora Variable desagradable básicamente muestra un ruido producido por la tecnología, es decir ruido de motores y mecanismos de automóviles, como taxis, micros y motocicletas, etc.

## **5.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Haciendo una analogía dentro el marco acústico, se tienen los datos del nivel sonoro continuo equivalente con ponderación frecuencial “A” (Leq) o (LAeq), obtenidos mediante el sonómetro PCE-353LEQ, llegando a la relación lógica de igualdad por el software dBFA32, El experimento consiste en lograr la equivalencia de los componentes energéticos espectrales sonoros, partiendo del nivel sonoro continuo equivalente Leq.

### **5.6.1. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la variable agradable**

Los valores obtenidos por el sonómetro PCE-353LEQ de la variable agradable muestran el nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” (Leq), que es un parámetro muy importante en mediciones de banda ancha, es decir, las mediciones que cubren la totalidad del margen de frecuencias audibles, se realizan usando la ponderación frecuencial “A”.

El nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” (Leq) puede medirse mediante el sonómetro integrador o mediante un analizador de espectro con dispositivos para indicar el nivel promediado en el tiempo del cuadrado de las señales de presión sonora filtradas.

El valor obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ del parámetro de nivel sonoro continuo equivalente con ponderación frecuencial “A” en la variable agradable presenta el valor de (Leq)= 73,6 dBA

Los parámetros acústicos fueron calculados basándose en la ecuación del nivel de presión sonora, de la siguiente manera:

$$dBA = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

Donde:

$$\begin{aligned} 73,6 \text{ dBA} &= 20 \log p / (20 \times 10^{-4}) \\ \log p / (20 \times 10^{-4}) &= 73,6 / 20 \\ p / (20 \times 10^{-4}) &= 10^{3,68} \\ p &= (20 \times 10^{-4}) (4786,30) \\ p &= 9,57 \text{ pascales} \end{aligned}$$

Remplazando el valor del nivel sonoro continuo equivalente obtenido por el sonómetro (Leq)= 73,6 dBA utilizando como presión de referencia Pref.= 0,0020 (Pa) que equivale al ruido de fondo de 40 dBA, se calcula el valor  $p = 9,57$  pascales.

Seguidamente se introduce el valor obtenido  $p = 9,57$  pascales en el software dBFA32, llegando a la igualdad en el nivel sonoro continuo equivalente (Leq)= 73,6 dBA obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ para tener lógica en los resultados de los parámetros psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y Rugosidad.

### **5.6.2. Resultados del análisis psicoacústico de la variable agradable**

En la Tabla 3 se observan los resultados de los parámetros Psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de Fluctuación y Rugosidad de la variable Agradable, que fueron analizados durante 15 segundos a través del Software dBFA32, que permiten la evaluación de estos descriptores.

**Tabla 3.**  
**Resultados del análisis psicoacústico de la variable agradable**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<i>Sonoridad (Loudness)</i>	30,47	Sones
<i>Nitidez (Sharpness)</i>	0,98	Acum
<i>Fuerza de Fluctuación (Fluctuation Strength)</i>	1,94	Vacil
<i>Rugosidad (Roughness)</i>	2,34	Asper

**Fuente: Elaboración propia**

La sonoridad es un parámetro perceptivo fundamental del sonido, en la variable agradable se observa un valor de 30,47 Sones, que permite ordenar sonidos en una escala del más fuerte al más débil, La sonoridad o loudness es un atributo vinculado a la intensidad del sonido, parámetro físico que describe la energía transmitida por la onda sonora.

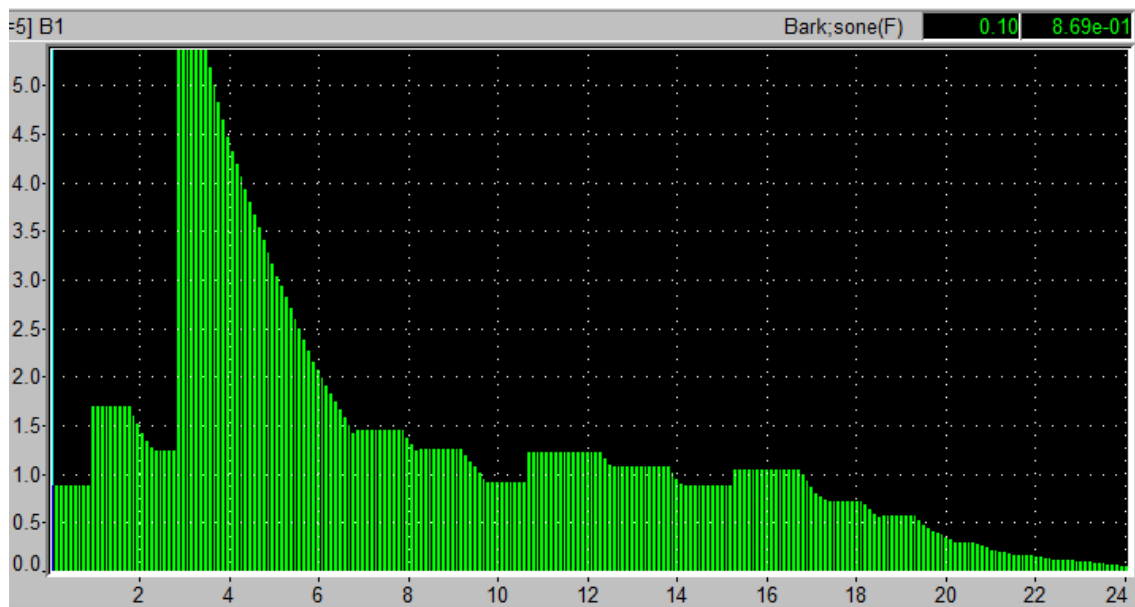
La nitidez o agudeza (Sharpness) es una medida del contenido de altas frecuencias que hay en el espectro de frecuencias de la variable agradable que muestra un valor de 0,98 Acum, analizado por el Software dBFA32.

La tasa de fluctuación (Fluctuation strength) 1,94 Vacil, es una medida de la modulación de amplitud y frecuencia de la muestra temporal a baja frecuencia de la variable agradable, analizada por el software dBFA32, que se basa en un cálculo de la sonoridad no estacionaria.



La rugosidad o (roughness) es un parámetro que cuantifica el grado de molestia o agrado provocado a causa de modulaciones rápidas, el valor 2,34 Asper, es el valor máximo alcanzado por la variable agradable, analizada a través del software dBFA 32.

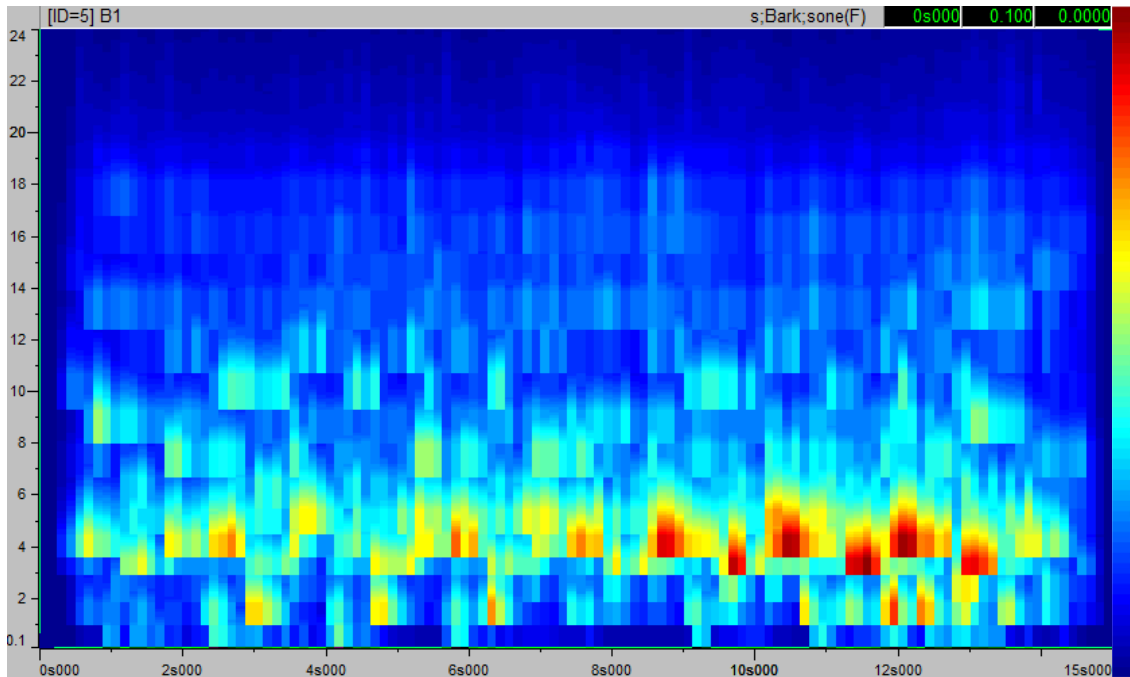
**Grafico 9.**  
**Espectro de banda en Barks de la variable agradable**



**Fuente: Elaboración propia**

En el grafico 9 se observa el contenido energético espectral de la sonoridad específica ubicado en el Bark 3 donde la muestra alcanza la máxima expresión en el segundo 11, con un descenso progresivo del global armónico hasta 8 Barks, manteniendo un nivel reducido del Bark 9 hasta el inicio del Bark 15 para luego decrecer considerablemente hasta el Bark 24.

**Grafico 10.**  
**Sonograma de la variable agradable**



**Fuente: Elaboración propia**

Se observa en el grafico 10 como los niveles sonoros más altos son registrados en frecuencias bajas, que va en aumento progresivo del primer segundo a los 15 segundos de la variable Agradable. Esto significa que hay un sonido particularmente constante que emite un nivel, alrededor de 1 a 6 barks a bajas frecuencias (50 a 800 Hz) que se muestra en color rojo, los colores naranja y amarillo alrededor de las frecuencias representan los armónicos en menor nivel.

En color azul turquesa se observa un nivel moderado de 7 a 18 barks (770 a 5300 Hz), y en color azul se observa los niveles sonoros más bajos.

### 5.6.3. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la variable desagradable

Los valores obtenidos por el sonómetro PCE-353LEQ de la variable desagradable muestran el nivel sonoro continuo equivalente ponderado "A" (Leq), que es un parámetro muy importante en mediciones de banda ancha, es decir, las mediciones que cubren la totalidad del margen de frecuencias audibles, se realizan usando la ponderación frecuencial "A".

El nivel sonoro continuo equivalente ponderado "A" (Leq) puede medirse mediante un sonómetro integrador o mediante un analizador de espectro con dispositivos para indicar el nivel promediado en el tiempo del cuadrado de las señales de presión sonora filtradas.

El valor obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ del parámetro de nivel sonoro continuo equivalente con ponderación frecuencial "A" en la variable agradable presenta el valor de (Leq)= 74,9 dBA.

Los parámetros acústicos fueron calculados basándose en la ecuación del nivel de presión sonora, de la siguiente manera:

$$\text{dBA} = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

Donde:

$$74,9 \text{ dBA} = 20 \log p / (20 \times 10^{-4})$$

$$\log p / (20 \times 10^{-4}) = 74,9 / 20$$

$$p / (20 \times 10^{-4}) = 10^{3,745}$$

$$p = (20 \times 10^{-4}) (5559,042)$$

$$p = 11,11 \text{ pascales}$$

Remplazando el valor del nivel sonoro continuo equivalente obtenido por el sonómetro ( $L_{eq}$ )= 74,9 dBA utilizando como presión de referencia  $P_{ref}$ = 0,0020 (Pa) que equivale al ruido de fondo a 40 dBA, se calcula el valor  $p = 11,11$  pascales.

Seguidamente Introduciendo el valor obtenido  $p = 11,11$  pascales en el software dBFA32, se llega a la igualdad en el nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{eq}$ )= 74,9 dBA obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ para tener lógica en los resultados de los parámetros psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y Rugosidad.

#### 5.6.4. Resultados del análisis psicoacústico de la variable desagradable

En la Tabla 4 se observan los resultados obtenidos de los parámetros Psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de Fluctuación y Rugosidad, de la variable desagradable que permiten describir el análisis durante 15 segundos a través del Software dBFA32.

**Tabla 4.**  
*Resultados del análisis psicoacústico de la variable desagradable*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<i>Sonoridad (Loudness)</i>	45,48	Sones
<i>Nitidez (Sharpness)</i>	1,52	Acum
<i>Fuerza de Fluctuación (Fluctuation Strength)</i>	1,04	Vacil
<i>Rugosidad (Roughness)</i>	7,01	Asper

*Fuente: Elaboración propia*

Sonoridad (Loudness) 45,48 Sones, muestra el nivel promedio de la sonoridad alcanzado en análisis del Software dBFA32 de la variable desagradable, El procedimiento de medida de la sonoridad (loudness) tiene en cuenta la distribución de bandas críticas en la audición humana, La sonoridad no depende solo de la intensidad de un sonido, sino también de su frecuencia, del ancho de banda, del contenido espectral y la duración del sonido.

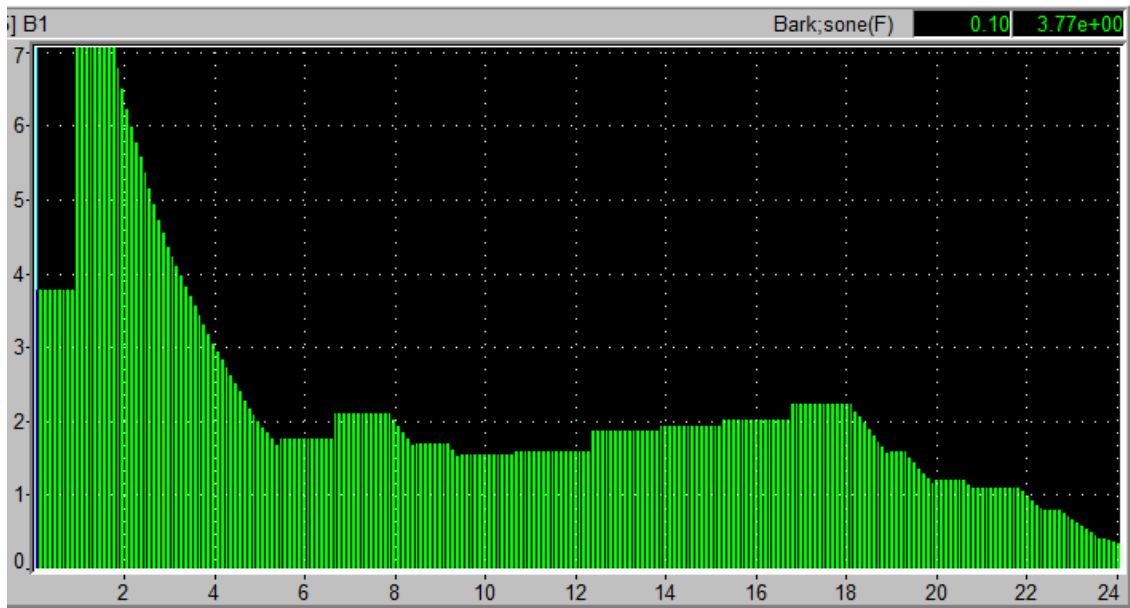
Nitidez, agudeza (Sharpness) 1,52 Acum, Se define en función de la sensación de placer o de desagrado de un sonido referido a toda la envolvente del espectro. Cuanto mayor es la parte de alta frecuencia dentro de una fuente sonora mayor es la impresión de la agudeza del sonido. La agudeza es uno de los parámetros psicoacústicos más importante debido a su influencia considerable en el agrado y desagrado de sonidos.

La fuerza de fluctuación (fluctuation strength) 1,04 Vacil este valor analizado por el software dBFA 32 cuantifica la molestia producida por un sonido de frecuencia baja que fluctúa a causa de una modulación en la muestra variable desagradable.

La aspereza (roughness) depende de los efectos de modulación localizados en el rango de bajas frecuencias. El valor de fluctuación 7,01 Asper, es el valor máximo de la variable desagradable que fue analizado por el software dBFA 32.

**Grafico 11.**

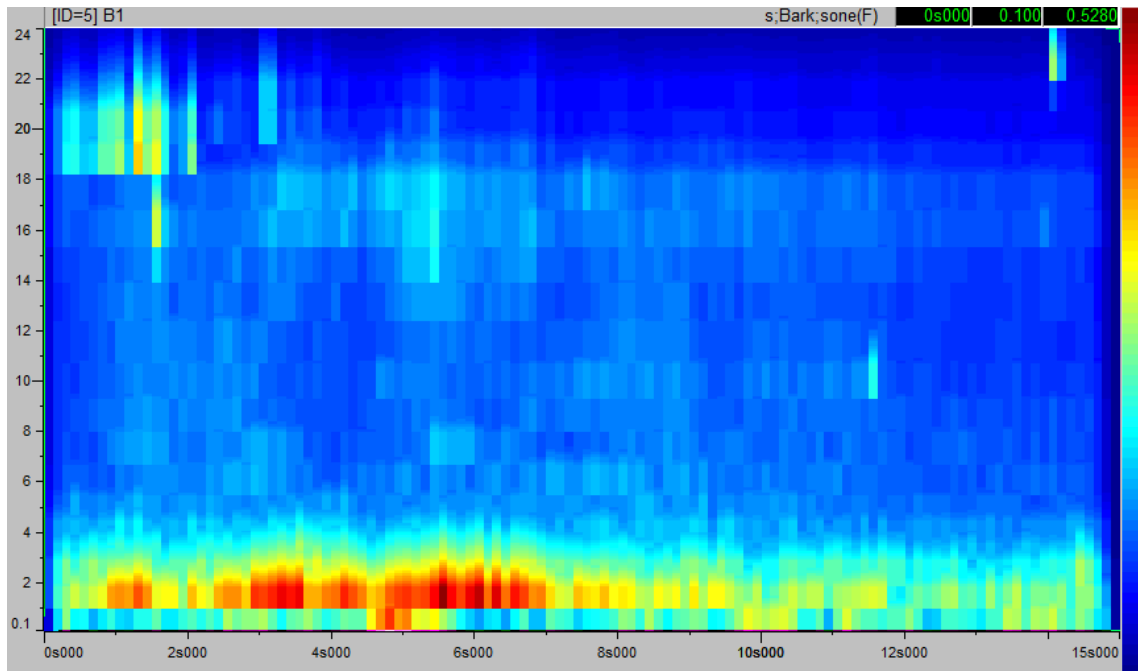
**Espectro de banda en Barks de la variable desagradable**



**Fuente: Elaboración propia**

En el grafico 11 se observa el contenido energético espectral del lowdnness específico ubicado en el Bark 1 donde la variable alcanza la máxima expresión en el segundo 5 con un descenso progresivo del global armónico hasta 6 Barks, manteniendo un nivel reducido en el Bark 6 hasta el inicio del Bark 19, para luego decrecer considerablemente hasta el Bark 24.

**Grafico 12.**  
**Sonograma de la variable desagradable**



**Fuente: Elaboración propia**

En el grafico 12 se observa como los niveles sonoros más altos (color rojo) son registrados en frecuencias bajas, que va en aumento progresivamente del primer segundo a los 7 segundos para luego decrecer en intensidad hasta el segundo 15 de la muestra desagradable, Esto significa que hay un sonido más o menos constante que emite un nivel, alrededor de 1 a 3 barks a bajas frecuencias (50 a 400 Hz) que se muestra en color rojo, los colores marrón, naranja y amarillo alrededor de las frecuencias representan los armónicos en menor nivel. En frecuencias altas se observa en el primer segundo niveles del bark 14 al 24 (2320 a 15500 Hz.)

### 5.6.5. Resultados acústicos obtenidos por el sonómetro de la muestra tropa de Mohoseños

Los valores obtenidos por el sonómetro PCE-353LEQ de la muestra tropa de Mohoseños presentan el nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” (Leq), que es un parámetro muy importante en mediciones de banda ancha, es decir, las mediciones que cubren la totalidad del margen de frecuencias audibles, se realizan usando la ponderación frecuencial “A”.

El nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” (Leq) puede medirse mediante un sonómetro integrador o mediante un analizador de espectro con dispositivos para indicar el nivel promediado en el tiempo del cuadrado de las señales de presión sonora filtradas.

El valor obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ del parámetro de nivel sonoro continuo equivalente con ponderación frecuencial “A” en la variable agradable presenta el valor de (Leq)= 73 dBA

Los parámetros acústicos fueron calculados basándose en la ecuación del nivel de presión sonora, de la siguiente manera:

$$dBA = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

Donde:

$$73 \text{ dBA} = 20 \log p / (20 \times 10^{-4})$$

$$\log p / (20 \times 10^{-4}) = 73 / 20$$

$$p / (20 \times 10^{-4}) = 10^{3,65}$$

$$p = (20 \times 10^{-4}) (4466,83)$$

$$p = 8,93 \text{ pascales}$$



Remplazando el valor del nivel sonoro continuo equivalente obtenido por el sonómetro ( $L_{eq}$ )= 73 dBA utilizando como presión de referencia  $P_{ref}$ = 0,0020 (Pa) que equivale al ruido de fondo a 40 dBA, se calcula el valor  $p = 8,93$  pascales.

Seguidamente introduciendo el valor  $p = 8,93$  pascales en el software dBFA32, se llega a la igualdad en el nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{eq}$ )= 73 dBA obtenido por el sonómetro PCE-353LEQ, para tener lógica en los resultados de los parámetros psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y Rugosidad.

#### 5.6.6. Resultados del análisis psicoacústico de la muestra tropa de Mohoseños

En la Tabla 5 se observan los resultados obtenidos de los parámetros Psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de Fluctuación y Rugosidad de la muestra tropa de Mohoseños que fueron analizados durante 15 segundos a través del Software dBFA32.

*Tabla 5.*  
*Resultados del análisis psicoacústico de la muestra tropa de Mohoseños*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<i>Sonoridad (Loudness)</i>	28,33	Sones
<i>Nitidez (Sharpness)</i>	1,20	Acum
<i>Fuerza de Fluctuación (Fluctuation Strength)</i>	2,61	Vacil
<i>Rugosidad (Roughness)</i>	5,11	Asper

*Fuente: Elaboración propia*

La sonoridad 28,33 Sones presenta el nivel promedio de la sonoridad alcanzado en análisis del software dBFA32, que describe el nivel de sonido percibido de la muestra tropa de Mohoseños. Es una medida conveniente para evaluar la opinión real de la intensidad, se adapta mejor a la audición humana, el procedimiento de medida de la sonoridad tiene en cuenta la distribución de bandas críticas en la audición humana

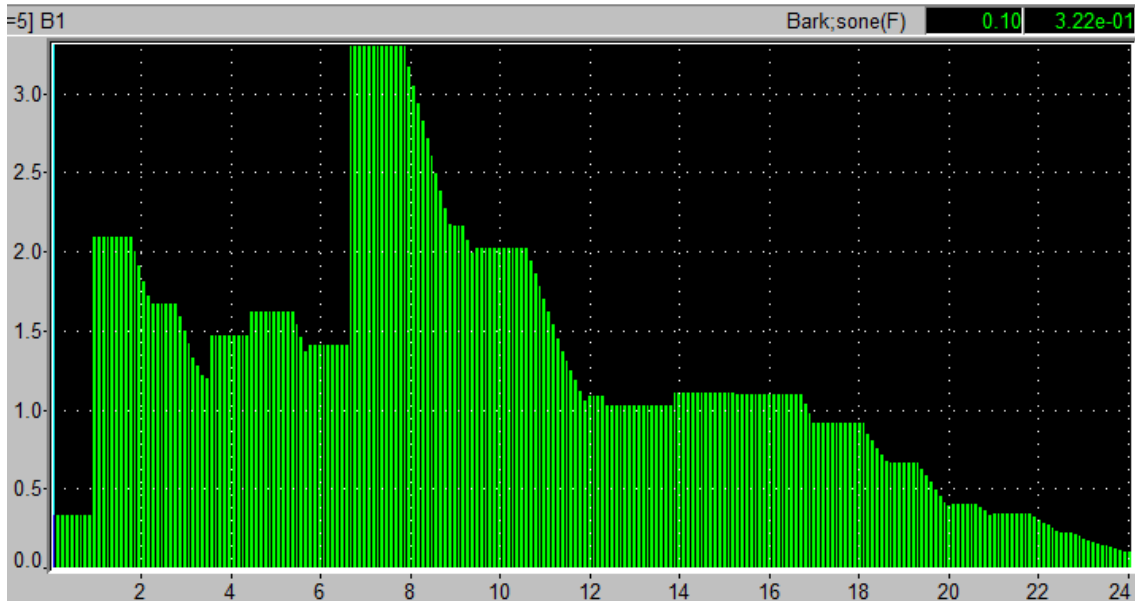
El parámetro nitidez o agudeza de 1,20 Acum es una medida del valor de la sensación causada por el contenido sonoro de alta frecuencia de la muestra tropa de Mohoseños, que fue analizada por el software dBFA32, cuanto mayor proporción de altas frecuencias hay, más agudo o molesto es el sonido.

La fuerza de fluctuación (Fluctuation strength) describe las variaciones temporales de los sonidos, el descriptor fuerza de fluctuación es provocada por variaciones de sonido lentas alcanzando un valor de 2,61 Vacil en la muestra tropa de Mohoseños, que fue analizada por el software dBFA32.

El parámetro de rugosidad o aspereza se utiliza en evaluación subjetiva de impresiones sonoras y para diseño de sonidos, se presenta por modulación, localizados en el rango de bajas frecuencias, la muestra tropa de Mohoseños presenta un valor de 5,11 Asper.

**Grafico 13.**

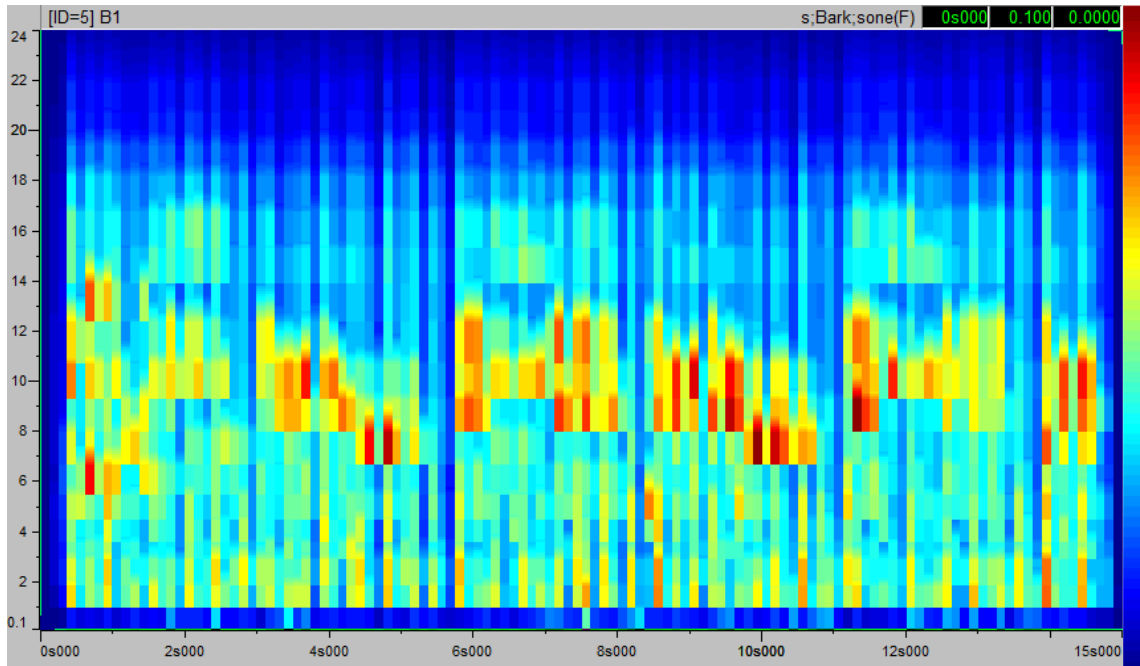
**Espectro de banda en Barks de la tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

En el grafico 13 se observa el contenido energético espectral de la sonoridad especifica ubicado en el Bark 7 donde la muestra alcanza la máxima expresión en el segundo 9, con un descenso progresivo del global armónico hasta 12 Barks, manteniendo un nivel reducido en Bark 15 hasta el inicio del Bark 16 para luego decrecer considerablemente hasta el Bark 24.

**Grafico 14.**  
**Sonograma de la muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

Se observa en el grafico 14, como los niveles sonoros más altos son registrados en frecuencias medio bajas, determinando la cualidad que va en aumento progresivamente del primer segundo a los 15 segundos de la muestra tropa de Mohoseños. Esto significa que el sonido es progresivo y constante alrededor de 1 a 6 barks a bajas frecuencias (50 a 800 Hz) que se muestra en color rojo, los colores marrón, naranja y amarillo alrededor de las frecuencias representan los armónicos en menor nivel.

## **5.7. EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

La evaluación de resultados para poder caracterizar con parámetros de psicoacústica la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza se realiza a través de tablas que son comparadas y evaluadas de forma cuantitativa de la variable agradable, variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños, mostrando tanto el parámetro acústico del nivel sonoro continuo equivalente con ponderación frecuencial “A” y los resultados obtenidos por los parámetros psicoacústicos: Sonoridad, Nitidez, Fuerza de fluctuación y Rugosidad, que fueron analizados por el software dBFA32.

### **5.7.1. Evaluación de resultados de la variable Agradable y tropa de Mohoseños**

El paisaje sonoro de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños, fueron registradas a través de la grabadora Tascam DR-40 y paralelamente se realizaron mediciones del nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” con el sonómetro PCE-353LEQ en situaciones reales, estos registros sonoros tienen una duración de 15 segundos y fueron analizados por el Software dBFA32.

Para lograr coherencia en los resultados, se parte de la igualdad en el parámetro acústico del nivel sonoro continuo equivalente (Leq) obtenido por el sonómetro y el software dBFA32 que contiene los niveles sonoros energéticos de la medición realizada, alcanzando los resultados de los indicadores psicoacústicos: Sonoridad (Lowdness), Nitidez o agudeza (Sharpness), Fuerza de fluctuación (Fluctuation strength) y Aspereza o rugosidad (Roughness).

### **5.7.2. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños.**

Partiendo de la igualdad del parámetro acústico del nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{eq}$ ), en la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños, se obtiene una relación lógica en los resultados psicoacústicos que serán comparados y evaluados de forma cuantitativa.

El análisis cuantitativo y comparativo de resultados de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños, fueron evaluados a partir de la siguiente ecuación:

$$dBA = 20 \log_{10} \frac{P_a}{P_{ref}}$$

Donde se muestran los valores en la tabla 6:

**Tabla 6.**

**Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños**

<b>Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños</b>				$dBA = 20 \log_{10} \frac{P_a}{P_{ref}}$		
Variable Agradable	Valores	Unidad	Muestra tropa de Mohoseños	Valores	Unidad	Diferencia
Sonómetro Leq- dBA =	<b>73,60</b>	<b>dBA</b>	Sonómetro Leq- dBA =	<b>73,00</b>	<b>dBA</b>	<b>0,60</b>
Ecuación Pa =	<b>9.57</b>	<b>Pa</b>	Ecuación Pa =	<b>8.93</b>	<b>Pa</b>	<b>0.64</b>
Software Pa(dBAFA32)=	<b>9.57</b>	<b>Pa</b>	Software Pa(dBAFA32)=	<b>8.93</b>	<b>Pa</b>	<b>0.64</b>
Software dB(dBFA32)=	<b>73,60</b>	<b>dBA</b>	Software dB(dBFA32)=	<b>73,00</b>	<b>dBA</b>	<b>0,60</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación de frecuencia, para un intervalo de tiempo considerado a 15 segundos de los paisajes sonoros de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños fueron analizados por el software dBFA32, estos presentan una diferencia de 0,6 dBA respectivamente, que se atribuye principalmente al nivel sonoro específico del fragmento de la muestra analizada y al error de desviación por el sonómetro (incertidumbre experimental).

Los resultados obtenidos en pascales 0,64 Pa, muestran una diferencia entre los niveles, debido a las características atmosféricas donde se realizaron los registros sonoros de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños.

### 5.7.3. Análisis Comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la Variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños.

Los parámetros psicoacústicos analizados por el software dBFA32, de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños son comparados de forma cuantitativa mediante el análisis y evaluación de resultados, que se observan en la tabla 7. El análisis psicoacústico cuantitativo de los resultados que caracteriza estas variables se desarrollan de la siguiente manera:

*Tabla 7.*

*Análisis comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños*

<i>Variable Agradable</i>	<i>Diferencia Porcentual</i>	<i>Muestra Tropa de Mohoseños</i>
Sonoridad 30,47 Sones	2,14 -7,02 %	Sones 28,33 Sonoridad
Nitidez 0,98 Acum	-0,22 22,45 %	Acum 1,20 Nitidez
Fuerza de fluctuación 1,94 Vacil	-0,67 34,54 %	Vacil 2,61 Fuerza de fluctuación
Rugosidad 2,34 Asper	-2,77 118,38 %	Asper 5,11 Rugosidad

*Fuente: Elaboración propia*



Los resultados psicoacústicos en análisis cuantitativo comparativo para poder caracterizar la tropa de mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, muestra los resultados de la sonoridad (Loudness) que describe la diferencia del nivel de sonido percibido de la variable agradable 30,47 sones y la muestra tropa Mohoseños 28,33 sones, obteniendo una diferencia porcentual de -7,02 %

Para poder caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, la variable agradable alcanza una magnitud de nitidez o agudeza de 0,98 Acum que es la medida del valor de la sensación causada por el contenido sonoro de alta frecuencia, este valor ha sido comparado con el resultado del parámetro nitidez o agudeza de 1,20 Acum de la muestra tropa de Mohoseños, presentando una diferencia porcentual de 22,45 % expuesta en tabla de análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos.

La tasa de fluctuación ("Fluctuation strength") es una medida de la modulación de amplitud y frecuencia de la muestra temporal a baja frecuencia, los resultados obtenidos en análisis cuantitativo comparativo de resultados psicoacústicos exponen una diferencia porcentual de 34,54 % , que se observa en la tabla 5.5, este resultado fue obtenido atreves de los valores de la variable agradable 1,98 Vacil y la muestra tropa de Mohoseños 2,61 Vacil, Para poder caracterizar con parámetros de psicoacústica a la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza.

Asimismo el análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos para caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, expone los valores alcanzados por el indicador psicoacústico de rugosidad, que está relacionada con las modulaciones de amplitud a frecuencia media, los valores máximos alcanzados por la variable agradable 2,34 Asper y la Muestra tropa de Mohoseños 5,11 Asper, presentan un diferencia porcentual de 118,38 %

#### **5.7.4. Discusión de resultados de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños**

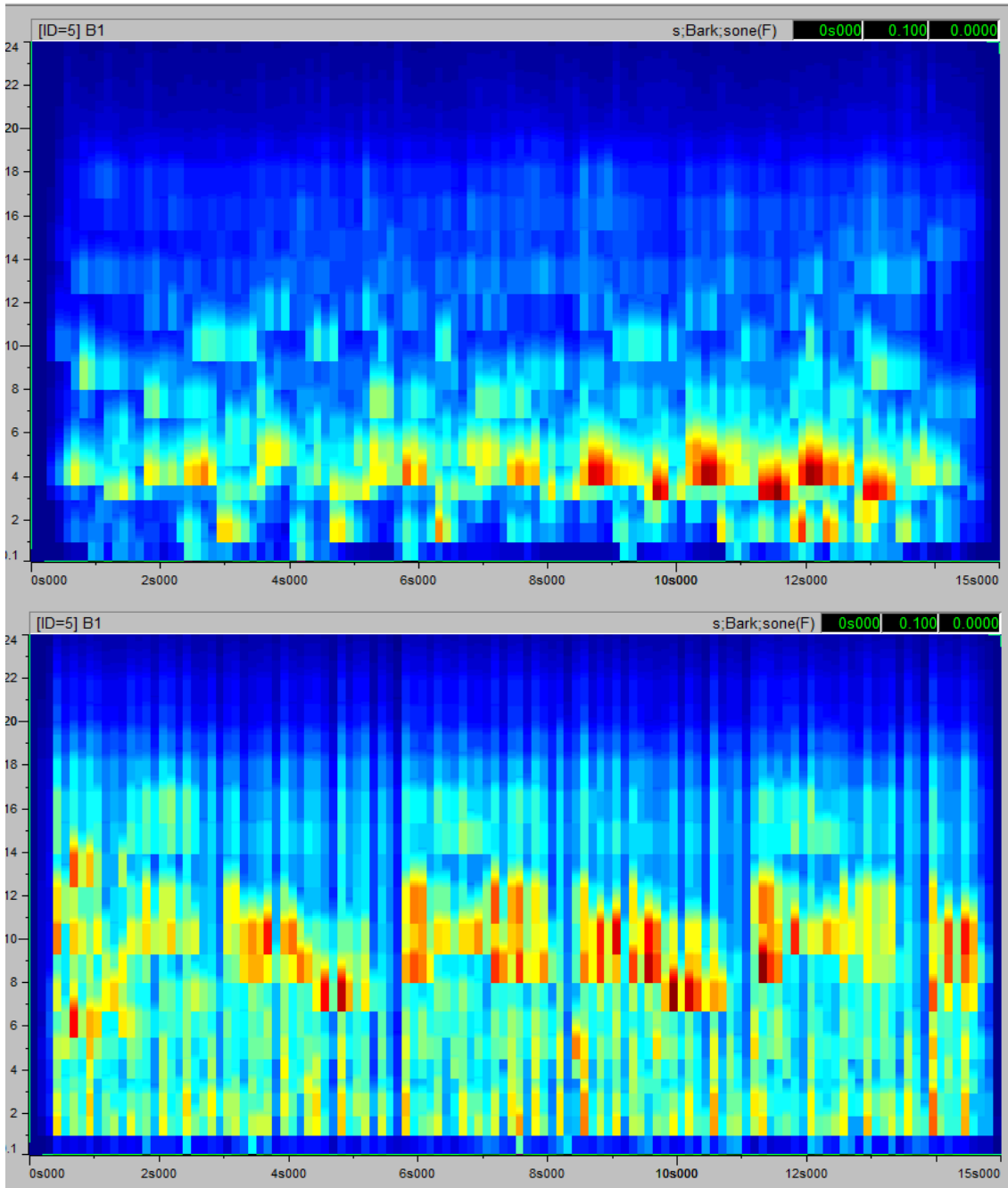
En el gráfico 15 se puede apreciar de manera comparativa los resultados de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños, donde se presenta ilustrativamente las representaciones del comportamiento de estos sonogramas donde el eje de abscisas representa (la banda crítica en Barks), el eje de las ordenadas representa el tiempo en segundos, el nivel es representado en colores, siendo rojo el máximo nivel y azul el nivel mínimo.

La diferencia porcentual de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños en el parámetro psicoacústico de la sonoridad es de -7,2 % debido al promedio alcanzado de la sonoridad en la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños donde se puede observar que la mayor sonoridad está presente en la variable agradable.

En el caso de la diferencia porcentual de 22,45 % del parámetro de Nitidez en la comparación de los resultados de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños, se observa que la variable agradable presenta menor nitidez que la muestra tropa de Mohoseños esto a través del promedio de altas frecuencias existentes en las 24 bandas críticas.

**Grafico 15.**

**Comparación grafica de sonogramas de los resultados de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

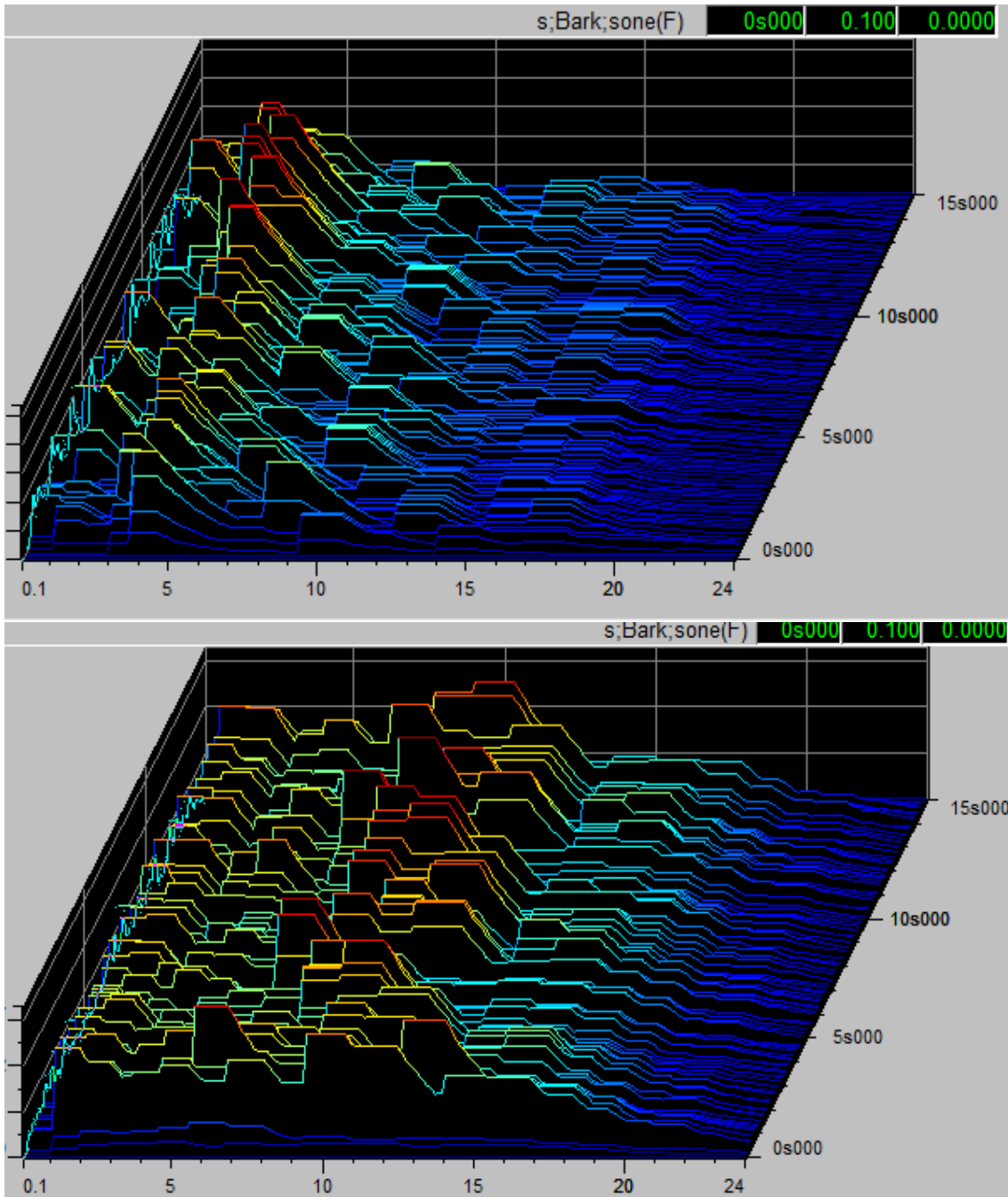
En el grafico 16 se observa de manera comparativa los resultados de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños, donde se muestra ilustrativamente las representaciones del comportamiento de estos sonogramas tridimensionales donde el eje de abscisas representa (la banda crítica en Barks), el eje de las ordenadas representa (el nivel en sones) y en el eje tangencial representa (la relación del tiempo en segundos).

El parámetro psicoacústico Fuerza de fluctuación que se pueden observar en la comparación de sonogramas tridimensionales de la variable agradable y la muestra tropa de Mohoseños presentan movimientos medianos que se observan en el tiempo donde las frecuencias son más representativas de color rojo no dejando de estar presentes en los armónicos correspondientes a dichas frecuencias fundamentales mostrando una diferencia porcentual de 34,54 % donde se observa que el mayor porcentaje está en la variable tropa de Mohoseños

Se observa el parámetro de rugosidad en movimientos pequeños u oscilaciones en el tiempo, que están centrados principalmente en la zona del bark 1 al Bark 18 la rugosidad está presente en toda esta zona exponiendo su mayor intensidad en el bark 1 y el bark 6 mostrando una característica sonora de la variable agradable en dicha zona donde la diferencia porcentual de 118,38 % de la muestra tropa de Mohoseños superando a la rugosidad de la variable agradable, la muestra tropa de Mohoseños presenta un ancho de banda comprendida por el bark 1 hasta el bark 20 mostrando su mayor característica rugosa en el bark 1 a 15.

**Grafico 16.**

**Comparación grafica de los resultados psicoacústicos de la variable agradable y muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

### **5.7.5. Evaluación de resultados de la variable desagradable y tropa de Mohoseños.**

El paisaje sonoro de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños, fueron registradas a través de la grabadora Tascam DR-40 y paralelamente se realizaron mediciones del nivel sonoro continuo equivalente ponderado “A” con el sonómetro PCE-353LEQ en situaciones reales, estos registros sonoros tienen una duración de 15 segundos y fueron analizados por el Software dBFA32.

En el análisis realizado, se obtienen los resultados de los indicadores psicoacústicos: Sonoridad (Lowdness), Nitidez o agudeza (Sharpness), Fuerza de fluctuación (Fluctuation strength) y Aspereza o rugosidad (Roughness).

Para lograr coherencia en los resultados, se logra una igualdad en el parámetro acústico del nivel sonoro continuo equivalente (Leq) obtenido por el sonómetro y el software dBFA32 que contiene los niveles sonoros energéticos de la medición realizada.

### **5.7.6. Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños**

A partir de la igualdad del parámetro acústico del nivel sonoro continuo equivalente (Leq), en la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños, se obtiene una coherencia en los resultados psicoacústicos que serán comparados y evaluados de forma cuantitativa.

El análisis cuantitativo y comparativo de resultados de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños, fueron evaluados a partir de la siguiente ecuación:

$$dBA = 20\log_{10} \frac{P_a}{P_{ref}}$$

Donde se muestran los valores en la tabla 8:

**Tabla 8.**

**Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños**

<b>Análisis cuantitativo comparativo de resultados acústicos de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños</b>				$dBA = 20\log_{10} \frac{P_a}{P_{ref}}$		
Variable Desgradable	Valores	Unidad	Muestra tropa de Mohoseños	Valores	Unidad	Diferencia
Sonómetro Leq- dBA =	<b>74,9</b>	<b>dBA</b>	Sonómetro Leq- dBA =	<b>73,00</b>	<b>dBA</b>	<b>1,9</b>
Ecuación Pa =	<b>11,11</b>	<b>Pa</b>	Ecuación Pa =	<b>8.93</b>	<b>Pa</b>	<b>2,18</b>
Software Pa(dBAFA32)=	<b>11,11</b>	<b>Pa</b>	Software Pa(dBAFA32)=	<b>8.93</b>	<b>Pa</b>	<b>2,18</b>
Software dB(dBFA32)=	<b>74,9</b>	<b>dBA</b>	Software dB(dBFA32)=	<b>73,00</b>	<b>dBA</b>	<b>1,9</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación de frecuencia, para un intervalo de tiempo considerado a 15 segundos de los paisajes sonoros de la variable desagradable y tropa de Mohoseños fueron analizados por el software dBFA32, estos presentan una diferencia de 1,9 dBA respectivamente, que se atribuye principalmente al nivel sonoro específico del fragmento de la muestra analizada y al error de desviación por el sonómetro (incertidumbre experimental).

Los resultados obtenidos en pascales 1,18 Pa, muestran una diferencia entre los niveles, debido a las características atmosféricas donde se realizaron los registros sonoros de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños.

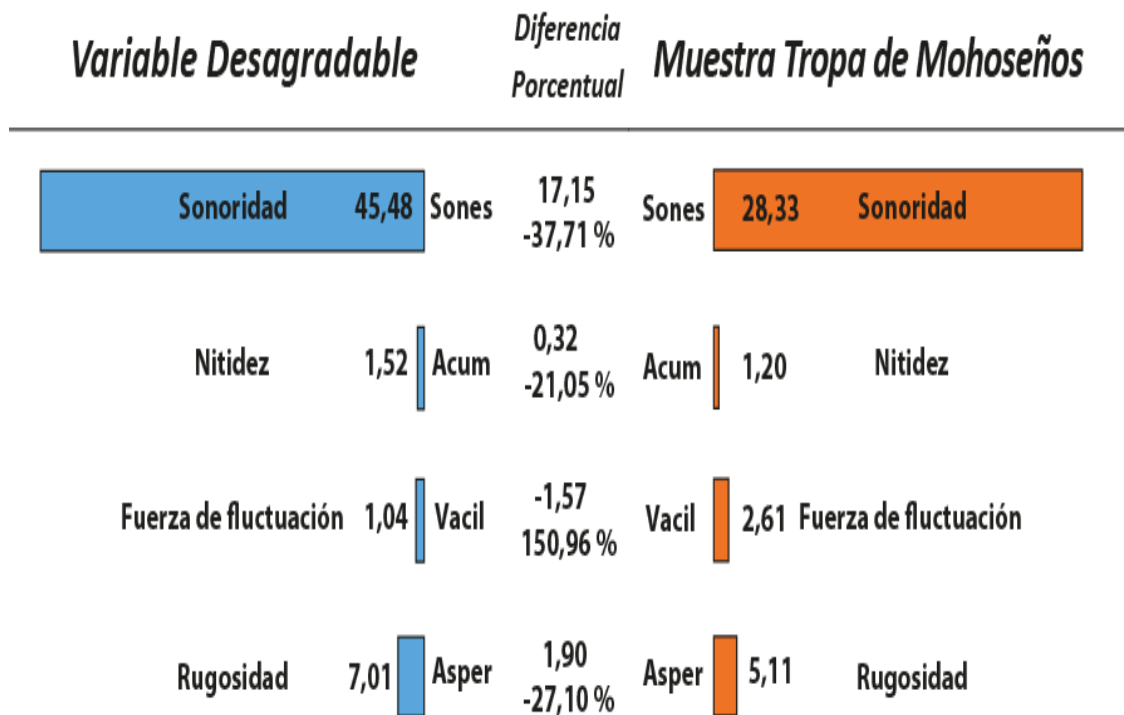
#### **5.7.7. Análisis Comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños**

Los parámetros psicoacústicos analizados por el software dBFA32, de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños son comparados de forma cuantitativa mediante el análisis y evaluación de resultados, que se observan en la tabla 9. El análisis psicoacústico cuantitativo de los resultados que caracteriza estas variables se desarrollan de la siguiente manera:



Tabla 9.

Análisis comparativo y evaluación de resultados psicoacústicos de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños



Fuente: Elaboración propia

El nivel promedio de la sonoridad alcanzado en análisis realizado por el software dBFA32 de la variable desagradable 45,48 sones y la muestra tropa de Mohoseños 28,33 sones, exponen una diferencia porcentual de -37,71% alcanzados en la tabla 5.x del análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos para poder caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza.

El análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos para caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, presenta la diferencia porcentual de -21,05 % del indicador psicoacústico nitidez (Sharpness) que es una medida del contenido de altas frecuencias existente en el espectro

sonoro, esta diferencia se obtiene comparando el valor obtenido del parámetro nitidez de la variable desagradable de 1,52 Acum contra el valor de nitidez de 1,20 Acum de la muestra tropa de Mohoseños.

El análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos para caracterizar la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, expone los valores alcanzados por el indicador psicoacústico Fuerza de fluctuación, que está relacionada con las modulaciones de amplitud a muy baja frecuencia, los valores máximos alcanzados por la variable desagradable 1,04 Vacil y la muestra tropa de Mohoseños 2,61 Vacil, presentan un diferencia porcentual de 150,96 %

El análisis cuantitativo comparativo de los resultados psicoacústicos, expone la diferencia del parámetro aspereza o rugosidad que está relacionada con las modulaciones de media frecuencia, la impresión de máxima aspereza de la variable desagradable es de 7,01 Asper y las modulaciones de frecuencia media en la muestra tropa de Mohoseños presentan el valor de 5,11 Asper, la diferencia porcentual de estos valores es de -27,10 % que se observa en la tabla de 5.7.

#### **5.7.8. Discusión de resultados de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños**

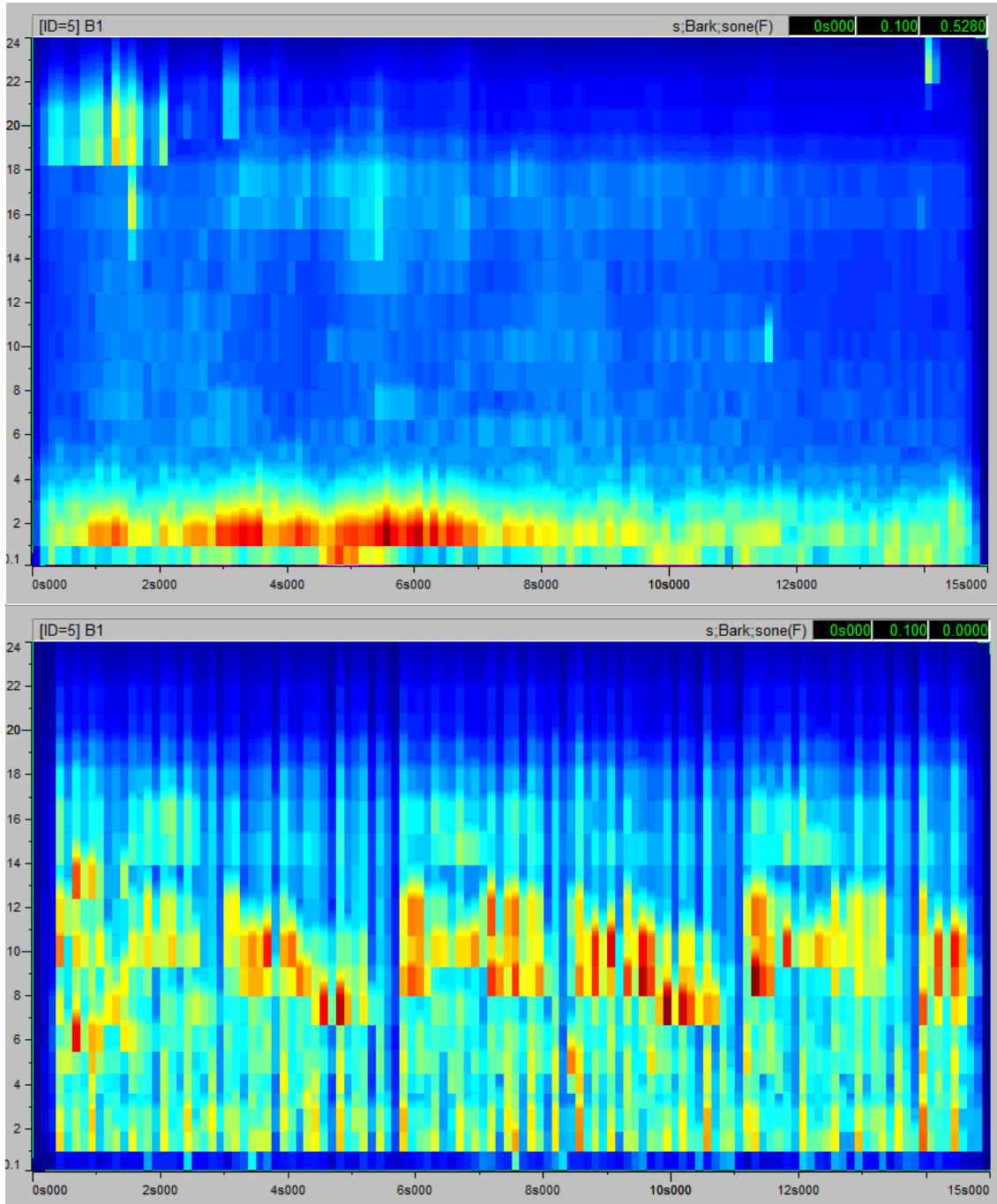
En el grafico 17 se presenta de manera comparativa los resultados de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños, donde se observa ilustrativamente las representaciones del comportamiento de estos sonogramas tridimensionales donde el eje de abscisas representa (la banda crítica en Barks), el eje de las ordenadas representa (el nivel en sones) y en el eje tangencial representa (la relación del tiempo en segundos).

La diferencia porcentual de la muestra desagradable y la tropa de mohoseños en el parámetro de la sonoridad de -37,71 % se debe a la diferencia del promedio alcanzado de la sonoridad en variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños donde se puede observar que la mayor sonoridad alcanzada está presente en la variable desagradable este comportamiento de la sonoridad se puede observar donde la sonoridad muestra sus mayores representaciones de color rojo.

En el caso de la diferencia porcentual de -21,05 % del parámetro de Nitidez en la comparación de los resultados de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños se observa que la variable desagradable presenta mayor nitidez que la muestra tropa de Mohoseños esto a través del promedio de frecuencias existentes en las 24 bandas críticas.

**Grafico 17.**

**Comparación grafica de sonogramas de los resultados de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

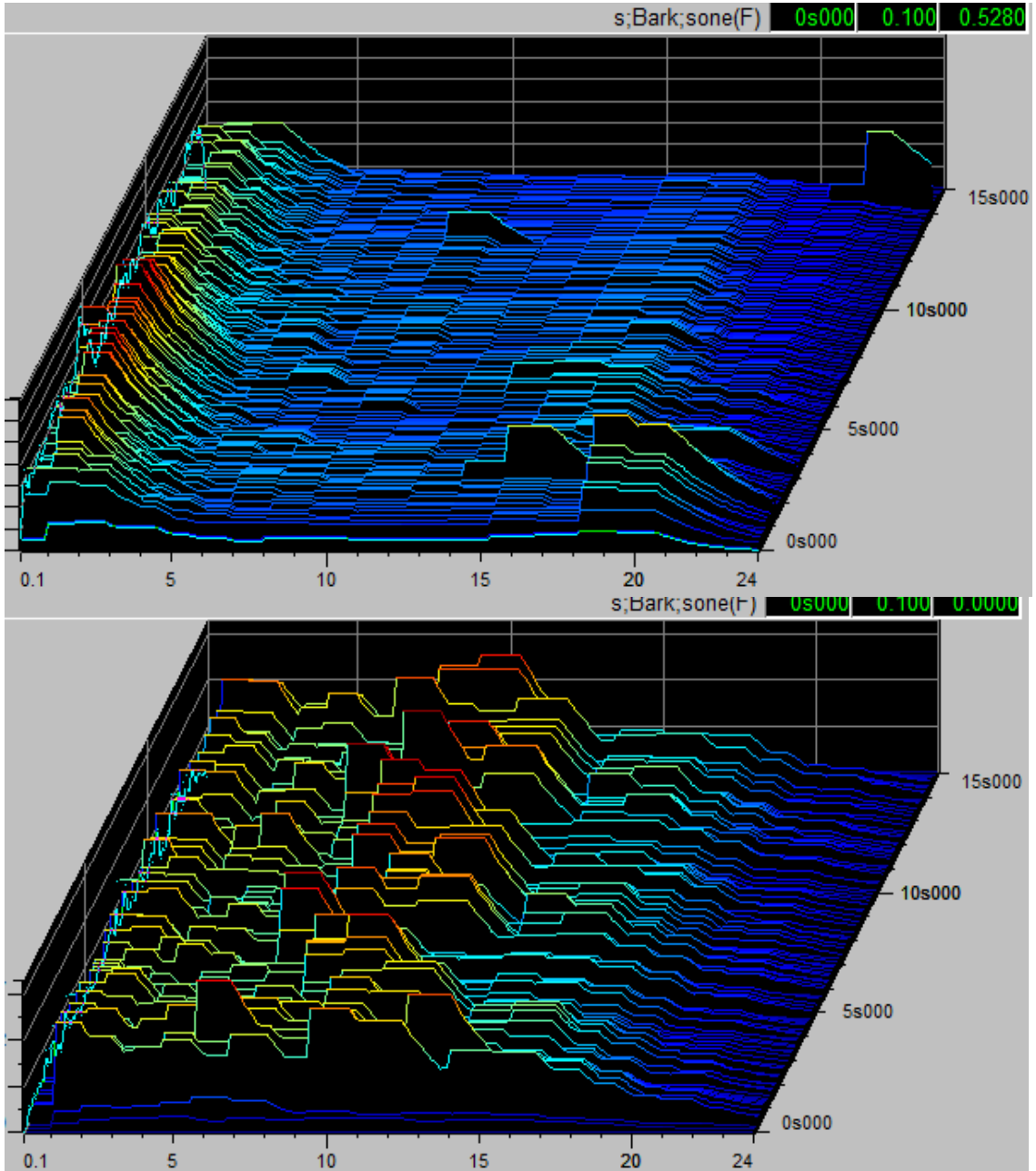
En el gráfico 18 se puede apreciar de manera comparativa los resultados de la variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños, donde se presenta ilustrativamente las representaciones del comportamiento de estos sonogramas donde el eje de abscisas representa (la banda crítica en Barks), el eje de las ordenadas representa el tiempo en segundos, el nivel es representado en colores, siendo rojo el máximo nivel y azul el nivel mínimo.

El parámetro psicoacústico Fuerza de fluctuación que se pueden observar en la comparación de sonogramas de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños presentan movimientos u oscilaciones medianas donde las frecuencias son más representativas de color rojo no dejando de estar presentes en los armónicos correspondientes a dichas frecuencias fundamentales mostrando una diferencia porcentual de 150,96 % donde se observa que el mayor porcentaje está en la muestra tropa de Mohoseños.

Se observa el parámetro de rugosidad en movimientos pequeños u oscilaciones en el tiempo, que están centrados principalmente en la zona del bark 1 al Bark 20, la rugosidad está presente en toda esta zona exponiendo su mayor intensidad en el bark 5 y el bark 15 mostrando una característica sonora de la muestra tropa de Mohoseños en dicha zona donde la diferencia porcentual de -27,10 % de la muestra tropa de Mohoseños es menor a la rugosidad de la variable desagradable.

**Grafico 18.**

**Comparación grafica de los resultados psicoacústicos de la variable desagradable y muestra tropa de Mohoseños**



**Fuente: Elaboración propia**

## 5.8. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO METODOLÓGICO APLICADO AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El diseño experimental propuesto para la investigación caracterización psicoacústica de la tropa de mohoseños originarios de Mohoza-Lanza como archivo para resguardo del patrimonio cultural inmaterial se observa en la tabla 10.

*Tabla 10.*

*Presentación del desarrollo metodológico aplicado al trabajo de investigación*

<b>Enfoque de la investigación</b> Cuali-cuantitativo
<b>Tipo de investigación</b> Exploratorio y Descriptivo
<b>Método de investigación</b> Analítico, Sintético y Deductivo
<b>Técnicas de medición</b> La Observación
<b>Instrumentos de medición</b> Entrevista y Encuesta

<p style="text-align: center;"><b>Fuentes de información</b></p> <p style="text-align: center;">Primaria: la entrevista, libros de psicoacústica</p> <p style="text-align: center;">Fuente secundaria: Libros relacionados con la acústica, acústica-musical, acústica de los instrumentos musicales, etnomusicología.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Diseño experimental</b></p> <p style="text-align: center;">No experimental</p>
<p style="text-align: center;"><b>Universo y Muestra</b></p> <p style="text-align: center;">Investigadores e ingenieros de sonido</p>
<p style="text-align: center;"><b>Instrumentos de medición aplicados</b></p> <p style="text-align: center;">Cuestionarios de encuestas, entrevistas</p>

*Fuente: Elaboración propia*



## 5.9. PRESENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En la tabla 11 se observa el procedimiento y descripción del desarrollo de la investigación caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza como archivo para el resguardo del patrimonio cultural inmaterial.

*Tabla 11.*

*Procedimiento y descripción del desarrollo de la investigación*

a) Para la recolección de datos, se siguió secuencialmente las etapas del plan de recojo de información previamente realizado para este efecto.
b) Se recolectó información básicamente sobre, Psicoacústica, acústica, acústica-musical, etnomusicología.
c) Posteriormente se analizó la información recogida.
d) Se realizó un viaje de Cochabamba al Cantón Mohosa (Lanza) del Municipio de Colquiri de la Provincia Inquisivi de la Ciudad de La Paz.

e) Se realizó observaciones del trabajo realizado por los constructores especialistas en la construcción de la tropa de Mohoseños.

f) Se entrevistó a personas representativas del cantón Mohoza-Lanza que tengan conocimiento sobre la historia y evolución de la tropa de Mohoseños buscando características específicas de esta tropa.

g) Se realizó mediciones con el sonómetro para obtener el nivel sonoro continuo equivalente (LeqdB).

h) Se registró las muestras de la tropa de Mohoseños y las variables agradable y desagradable.

i) Se analizó los datos mediante el software especializado en parámetros Psicoacústicos.

j) Se comparó los resultados a través de los valores obtenidos por los descriptores psicoacústicos en consideración.

k) Los resultados se interpretaron.

*Fuente: Elaboración propia*

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

El objetivo de este trabajo de investigación realizar una primera aproximación para caracterizar con parámetros de psicoacústica a la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza, con el fin de cuantificar la calidad sonora permitiendo tener un archivo como resguardo del patrimonio cultural inmaterial, la caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños ha sido alcanzada a través de interactuar con parámetros acústicos y psicoacústicos logrando tener un visión más amplia por lo tanto más completa del paisaje sonoro tropa de Mohoseños.

La tropa de Mohoseños para los aimaras del cantón Mohoza-Lanza, es inseparable del instrumento que representa, y el instrumento es inseparable de su emisión sonora, de su afinación, de su comportamiento, de su diseño de alturas, de su timbre, de su música, de su relación con la naturaleza, de su uso cultural en relación al calendario agrícola, etc. que tienen un fundamento en su cosmovisión.

Las características sonoras de la tropa de Mohoseños originarios del cantón Mohoza-Lanza en este proyecto de investigación, por sus particularidades son relacionadas con el paisaje sonoro y comparadas con paisajes sonoros de molestia y agrado.

Una vez analizados y evaluados los resultados de la variable agradable, variable desagradable y la muestra tropa de Mohoseños, podemos decir que, la caracterización psicoacústica de la tropa de Mohoseños originarios de Mohoza-Lanza en su primera aproximación, desde el objetivo principal con el que fue diseñado se ha cumplido.

Se llegó a la conclusión de que la tropa de Mohoseños Originarios de Mohoza-Lanza, en su análisis y evaluación cuantitativa muestra características más cercanas a las variables agradables que incluye componentes molestos o desagradables que están asociados a su origen y cosmovisión de la cultura aimara del cantón Mohoza-Lanza.

La evaluación de parámetros acústicos y psicoacústicos obtenidos en esta investigación permite evaluar el grado de impacto de la contaminación acústica sobre el hombre aimara y su naturaleza, mostrando características agradables incluyendo componentes de rugosidad y fuerza de fluctuación que muestran valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, que pueden ser causados por el viento sobre la paja, la lluvia, el agua, etc, que son esencia de estos paisajes sonoros según entrevistas.

Se ha observado que los parámetros acústicos físicos no pueden por si solos definir el carácter del paisaje sonoro. Dentro del rango de niveles sonoros aceptables, donde no se produce molestia, el agrado o desagrado de un determinado escenario acústico depende de otros factores relacionados principalmente con la respuesta subjetiva de los usuarios condicionados por patrones culturales o sociales.

Evidentemente los sonidos y su capacidad evocativa y caracterizadora del ambiente no pueden ser dejados de lado en la construcción y recuperación de del patrimonio cultural inmaterial permite que esta cultura es particular y propia de cada sociedad. Los espacios, con su paisaje sonoro, forman parte de la construcción de la identidad.

## Recomendaciones

Se destaca la escasez de bibliografía existente sobre la calidad sonora que constata que este ámbito de la acústica aun no es muy demandado, por esa misma razón, el número de softwares de evaluación de la calidad sonora es también reducido, no obstante, se ha utilizado el software dBFA32, un programa potente capaz de realizar cálculos relacionados con múltiples ámbitos de la acústica, y una plataforma especializada en la calidad sonora.

Con el software dBFA32 se han analizado paisajes sonoros y se han calculado parámetros como sonoridad “loudness”, nitidez “sharpness”, fuerza de fluctuación “fluctuation strength” y rugosidad “roughness”.

Los resultados de este trabajo de investigación amplía la visión de la ingeniería de sonido en Bolivia usando herramientas tecnológicas propias aplicadas en un contexto local

Por último, caben ciertas recomendaciones en lo referente a aspectos logísticos. Es conveniente llevar planillas diseñadas especialmente para la medición específica a realizar, en donde haya espacio para la ubicación de la fuente y el medidor, orientación del micrófono, fecha, horario, operador(es) a cargo de la medición, escalas de medición y demás configuraciones del instrumento (ponderación, velocidad de respuesta, rango, modo de medición, etc.), descripción y croquis del lugar, observaciones, incidentes, etc.

Asimismo, no deberían descuidarse aspectos de índole práctica como llevar baterías o pilas en cantidad suficiente para cubrir con creces el tiempo total previsto para todos los instrumentos y verificar el funcionamiento e integridad de instrumentos, cables y accesorios.

Para poder realizar las investigaciones futuras es muy importante considerar la construcción de un laboratorio que cuente con instrumental calibrado para la realización de mediciones acústicas, cámaras acústicas, equipamiento informático y biblioteca especializada.

Es importante reivindicar la escucha activa de las manifestaciones culturales como vía para alcanzar elementos de análisis más complejos. La escucha es una experiencia.

Es el reconocimiento de que el silencio absoluto no existe; y de que, más allá de las capacidades físicas para aprehender hechos acústicos, el paisaje sonoro, como cualquier otro paisaje, es una construcción que depende de la actitud y postura del observador-escuchante.

Por la bondades que brinda esta caracterización como fragmento sonoro, tiene una amplia relación con la terapia musical, por lo que se hace necesario ahondar la investigación en esta dirección denominándolas centros de dosificación psicoacústica, en áreas de alto grado de impacto del ruido como puede ser el centro de la ciudad de Cochabamba.

La acústica antropológica es un área en desarrollo donde se puede aplicar la metodología de esta investigación realizando comparaciones de estos paisajes sonoros o resultados sobre análisis de instrumentos musicales buscando obtener resultados que puedan coadyuvar en el origen de estos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, R. S. (2000). Carnavales Peruanos. *Ñawinpukio*.
- ARAU, H. (1999). *Abc de la Acustica Arquitectonica*. España: CEAC.
- BALLOU, G. (1987). *Handbook for Sound Engineers: The New Audio Cyclopedia*. Indiana: Howard W. Sams and Company.
- BARTI, R. (2010). *Acustica Medioambiental*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- BASSO, G. (2001). *Análisis Espectral "La Transformada de Fourier en la Música"*. La Plata: Ediciones Al Margen.
- BASSO, G. (2006). *Percepción Auditiva*. Buena Aires: UNR Editora.
- BAUMANN, M. P. (1980). *Música Andina de Bolivia*. Cochabamba: Centro Portales/Lauro y Cia.
- BERANEK, L. L. (1969). *Acustica*. Buenos Aires: Hispano.
- BIES, D. A., & HANSEN, C. H. (2009). *Engineering Noise Control*. Londres: Spon Press.
- BOUYASSE CASSAGNE, H. (1987). *Pacha: en torno al pensamiento aymara*. La Paz: Hisbol.
- BRABEC DE MORI, B., LEWY, M., & GARCIA, M. (2015). *Sudamérica y sus mundos audibles "Cosmología y practicas sonoras de los pueblos indígenas"*. Berlin: Gebr.Mann Verlag.
- BRÜEL & KJAER. (2000). *Ruido Ambiental*. Madrid: Brüel & Kjaer & Vibration Measurement A/S.
- CARRIÓN, I. A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: UPC.
- CAYOJA, V. (2013). No es Morenada, es Música OEIN. En F. STIFTUNG, *!Pido la Palabra! Un periodismo cultural para una práctica intercultural* (págs. 39 - 46). La Paz: Vilma Tapia Anaya.
- CIVALLERO, E. (2014). *Una aproximacion a las bandas de sikuris*. Córdoba: SafeCreative.

- CONACULTA Fonoteca Nacional. (2011). *La salvaguarda del patrimonio sonoro y audiovisual: un reto mundial. Memorias del Cuarto Seminario Internacional de Archivos Sonoros y Audiovisuales*. México D.F.: Corunda, S.A. de C.V.
- CRESPIAL. (2012). *Música aymara: Bolivia, Chile y Perú*. Lima: LucentPerú S.A.C.
- CYRIL M, H. (1995). *Manual de Medidas Acusticas y Control del Ruido*. Madrid: McGRAW-HILL.
- DIGIDESIGN. (2004). *Pro Tools, Guia de Referencia*. Los Angeles: Digidesign.
- EVEREST, F. A. (2001). *The master handbook of acoustic*. New York: McGraw-Hill.
- FASTL, H. (Junio de 2007). *Psychoacoustic basis of sound quality evaluation*. Berlin: Springer. Obtenido de Springer Series in Information Sciences.
- FLANAGAN, J. (1972). *Speech Analysis, Synthesis and Perception*. New York: Springer-verlag.
- GELFAND, S. A. (2010). *Hearing an Introduction to Psychological and Physiological Acoustics*. New York: Informa healthcare.
- GERARD, A. (1997). "Multifonías en Aerófonos Andinos de Bolivia". *Revista Boliviana de Física, UMSA, No. 3, año 3, Julio*, 40-59.
- GERARD, A. (1997). *La Acústica del Sonido tara*. Potosi: UATF/Inédito.
- GERARD, A. (2000). "Acústica del suri-sikuri. Una genial acomodación de alturas de sonido que permite una multi-pentafonía". *Revista Boliviana de física No. 6, La Paz: Instituto de investigaciones físicas, UMSA y Sociedad Boliviana de Física*, 68-78.
- GERARD, A. (2002). "Primera aproximación a la acústica de la tarka". *Revista Boliviana de Física. La Paz: Instituto de investigaciones Físicas UMSA y Sociedad Boliviana de Física*, 42-45.
- GERARD, A. (2004). "Interpretacion Acustica del Ayarachi"Yura" de los Museos Charcas". *Jornadas Arqueológicas - Primera versión* (págs. 79-112). Sucre: Universidad San Francisco Xavier: CIAR.



- GERARD, A. (2007). "Sonidos Pulsantes: silbatos dobles prehispánicos. ¿Una estética reiterativa?". *Revista Boliviana de Física, No. 13. La Paz: Instituto de investigaciones Físicas UMSA y Sociedad Boliviana de Física*, 18-28.
- GERARD, A. (2009). "Sonidos Ondulantes en silbatos dobles arqueológicos: ¿una estética ancestral reiterativa?". *Revista Española de Antropología Americana*, vol. 39 125-144.
- GUTIERREZ, R., & Ivan, G. (2013). *Principios Basicos de organología y antropología de la Música: instrumentos musicales de los andes, chaco y Amazonia de Bolivia*. Oruro: La prensa.
- HELMHOLTZ, H. (1954 [1885]). *On the sensation of Tone*. Nueva York: Dover.
- HOWARD, D. M., & ANGUS, J. A. (2009). *Acoustics and Psychoacoustics*. Gran Bretaña: Elsevier Ltd.
- HOWARD, S. W., & COMPANY. (1987). *HANDBOOK FOR SOUND ENGINEERS The new audio cyclopedia*. Indiana: Glen Ballou.
- IBNORCA. (2013). *CATALOGO DE NORMAS BOLIVIANAS*. Obtenido de Direccion Nacional de Normalizacion: <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- KANG, J., & ZHANG, M. (2010). Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public scapes. . *Building and Environment, vol.45.*, 150-157.
- KUTTRUFF, H. (2009). *Room Acoustic*. Londres: Spon Press.
- LOZADA, B. (2006). *Cosmovision, historia y política en los andes*. La Paz: Carmelo corzon.
- MARTÍNES, R. (1996). "El Sajjra en la música de los Jalq'as". En M. P. BAUMANN, *Cosmología y Música en los Andes* (págs. 311-322). Berlin: International Institute for Traditional Music: Vervuert Iberoamericana.
- MEJÍA HUAMÁN, M. (2005). *Hacia una Filosofía Andina*. Lima: Scorza.
- MENDOZA, J. (2015). *El Espejo Aymara-Ilusiones Ideologías en Bolivia*. La Paz: Plural.

- MERINO, E. P. (2012). *Metodología de la Investigación "Bases para el trabajo en aulas universitarias"*. Cochabamba: UNITEPC.
- MIYARA, F. (1999). *CONTROL DE RUIDO*. Rosario.
- MIYARA, F. (2001). *El sonido, la música y el ruido. Tecnopolitan*.
- MÖSER, M., & BARROS, J. L. (2009). *Ingeniería Acústica: Teoría y Aplicaciones*. Berlin: Springer.
- MUJICA A., R. (2016). *Patrimonialización propiedad y desigualdad en localidades del Altiplano Boliviano*. Buenos Aires: CLACSO.
- NÄF CORTÉS, R. (2015). *Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial*. Madrid: FREMAP.
- OLSON, H. F. (1960). *Elements of Acoustical Engineering*. New York: D. Van Nostrand Compay, inc.
- PCE, I. (04 de Mayo de 2015). *www.pce-iberica.es*. Obtenido de *www.pce-instruments.com/español*: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/instrumentos-medida.htm>
- PEREITA FLORES, P. (1990). *Manual de Acustica, Ruidos y Vibraciones*. Barcelona: Creado en Traspaso del hp.
- QUISPE, F. (2008). *La Quena Mollo, Supervivencia y persistencia de música y danza tradicional andina*. La Paz: Plural.
- RECUERO LOPEZ, M. (1990). *Acustica de Estudios para Grabacion Sonora*. Madrid: IORTV.
- ROEDERER, J. G. (1997). *Acústica y Psicoacústica de la música*. Alaska: Fairkanks.
- RUMSEY, F., & Mc CORMICK, T. (1994). *Introduccion al Sonido y la Grabacion*. Aragon: Ediciones del instituto oficial de radio y television.
- SACHS, C. (1947). *Historia universal de los instrumentos musicales*. Buenos Aires: Centurion.
- SCHAFER, R. M. (1977). *The tuning of the world*. Los Angeles: Random House.
- SELF, D., & BRICE, R. (2009). *Audio Engineering Know it all*. United States of America: Elsevier.

- STOBART, H. (1996). "Tara and Q'íwa- Worlds of Sounds and Meaning". En M. P. BAUMANN, *Cosmología y Música en los Andes* (págs. 67-81). Berlin: International Institute for Traditional Music: Vervuert Iberoamericana.
- TASCAM. (1990). *MANUAL TASCAM DR-40*. MEXICO: TASCAM.
- TECNOLOGIES G. (10 de 10 de 2008). *Areva 01. dB Metravib*. Obtenido de Frequency analysis software suite and much more: [www.01db-metravib.com](http://www.01db-metravib.com)
- UNESCO. (2003). *Convención para la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial*. Paris: UNESCO.
- VALENCIA, N. (1999). *La Pachamama: Revelacion del Dios creador*. Puno: Ediciones ABYA-YALA.
- VALENZUELA, J. (1996). *Audio Digital: Conceptos Basicos y Aplicaciones*. San Francisco: Miller Freeman Books.
- VAN DEN BERG, H. (2005). "*La tierra no da así no más*" *Los ritos agrícolas de la región de los aymaras-cristianos en los Andes*. La Paz: Revista Yachay.
- ZULETA, S. (2007). Acercamiento al trabajo compositivo de Cergio Prudencio para la OIEM a partir del análisis de La ciudad. *Revista Nuestra América* No.3, 175 - 192.
- ZWICKER, E., & FASTL, H. (2007). *Psychoacoustics: Facts and models*. Berlin; New York: Springer.

## SITIOS WEB

Bolaños E. (2012). *Estadística para el desarrollo tecnológico - Muestra y Muestreo*. Retrieved from Universidad del Estado de Hidalgo: <http://www.uaeh.edu.mx>

Echarte A. (2014). *Evaluación de la calidad sonora mediante parámetros psicoacústicos*. Retrieved from Universidad Pública de Navarra: [upv.es](http://upv.es)

Fernández M. (2012). *Técnicas de filtrado bayesiano aplicadas al modelo ambiental cuantitativo en acústica y ecología*. Granada: Universidad de Granada.

Garavito, Julio. (2015). *Nivel de ruido protocolo*. Retrieved from Facultad de Ingeniería Industrial laboratorio de producción: <http://observatoriodelpaisajesonoro.yolasite.com/investigacion.php>

Rezza S. (2009, 10 10). *El mundo es un paisaje sonoro*. Retrieved from Sonograma revista de pensamiento musical: [www.sonograma.org/num\\_04/solRezza\\_PaisajeSonoro.html](http://www.sonograma.org/num_04/solRezza_PaisajeSonoro.html)

# ANEXOS

ANEXO A  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO  
PCE-353LEQ

## 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO PCE-353LEQ

Pantalla	LCD de 14mm con iluminación trasera	
Dimensiones	236 x 63 x 26 mm	
Peso	170 g (Con las pilas puestas)	
Parámetros de medición	Lp, Lmax, Leq, Ln	
Rango de medición	Lp	30 ≈ 130 dB (A) 35 ≈ 130 dB (C) 35 ≈ 130 dB (F)
	Leq	30 ≈ 130 dB (10s, 1min, 5min, 10min, 15min,30min, 1h, 8h, 24h)
	Ln	0-100%
Resolución	0.1 dB	
Precisión	± 1dB	
Modos de detección	A, C, F (Flat)	
Modos de tiempo	Fast	Rápido, 126ms
	Slow	Lento, 1segundo
	Micrófono de electret de ½ pulgada	
Memoria	Para 30 mediciones	
Señal de calibración integrada	94 dB en 1 Khz (Sinusoidal)	
Rango de frecuencia	20 ... 12.500 Hz	
Valor de ajuste de alarma	30 ... 130 dB	
Salida de alarma	LED y contacto de relé (NC)	
Conexión para PC	RS232C	
Indicador del estado de la batería		
Alimentación	4 x Pilas 1.5V AAA (Pilas UM-4)	
	Adaptador de red DC 6 V DC, 100 mA	

ANEXO B  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CALIBRADOR  
PCE-SC41



### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CALIBRADOR PCE-SC41

- Nivel de presión del sonido de 94 dB
- Precisión:  $\pm 0.4$  dB (20°C, 760 mm Hg)
- Frecuencia de  $1000 \pm 0.01\%$  Hz permite la calibración con A, B, C o D de redes de ponderación (Lineal).
- Extremadamente baja influencia de presión estática
- Conforme a IEC 942 clase 1
- Calibración de micrófonos de 1" y 1/2"
- Alimentado por baterías
- Rango de temperatura operacional: -10 a +50°C.
- Almacenamiento (sin baterías) -40 a +65°C
- Coeficiente de temperatura: 0 a 0.01 dB/°C
- Efectos de altitud: aproximadamente 0.1 dB disminución para cada 2000 pies de aumento de la altitud desde el nivel del mar hasta 12.000 pies de elevación o cambio comparable de presión atmosférica (aproximadamente cada disminución de 50 mm of Hg).
- Fuente de alimentación: dos baterías NEDA de 9V 1604, Burgess 2U6 o equivalente. Vida de la batería de aprox. 100 horas.
- Tamaño: 48x48x138 mm
- Peso: aprox. 250g

ANEXO C  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA GRABADORA  
TASCAM DR-40

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA GRABADORA TASCAM DR-40

### Formatos y soportes

#### Soporte de grabación

Tarjeta SD (64 MB – 2 GB)

Tarjeta SDHC (4 GB -32 GB)

#### Formato de grabación/reproducción

BWF: 44.1/48/96 Khz, 16/24 bits

WAV: 44.1/48/96 Khz, 16/24 bits

MP3: 44.1/48 Khz,

32/64/96/128/192/256/320 Kbps

#### Número de canales

4 canales (stereo x 2)

### Entrada/salida

#### Entrada/salida audio analógico

Tomas EXT MIC/LINE IN (admiten alimentación fantasma)

#### Conector:

XLR-3-31 (1: masa, 2: activo, 3: pasivo)

Clavija TRS standard de 6.3 mm (1/4")

(Punta: activo, anillo: pasivo, lateral: masa)

#### Entrada/salida de control

##### Toma USB

Conector: Tipo mini B

Formato USB 2.0 HIGH SPEED

##### Toma REMOTE

Conector: TRS de 2.5 mm

### Rendimiento de audio

#### Respuesta de frecuencia

20 -20 Khz +1/-3 dB

(EXT IN a LINE OUT, Fs 44.1 Khz, JEITA)

20 -22 khz +1/-3 dB

(EXT IN a LINE OUT, Fs 48 Khz, JEITA)

20 – 40 Khz +1/-3 dB

(EXT IN a LINE OUT, Fs 96 Khz, JEITA)

#### Distorsión armónica total

0.05% o inferior (EXT IN a LINE OUT, Fs 44.1/48/96 Khz, JEITA)

#### Relación señal-ruido

92 dB o superior (EXT IN a LINE OUT, Fs 44.1/48/96 Khz, JEITA)

Nota) JEITA: De acuerdo a JEIRA CP-2150

Con el interruptor EXT IN ajustado a MIC, MIC+ PHANTON

Impedancia de entrada: 2.2 K $\Omega$

Nivel de entrada nominal: -19 dBV

Nivel de entrada máximo: -3dBV

Con el interruptor EXT IN ajustado a LINE

Impedancia de entrada: 10 K $\Omega$  o superior

Nivel de entrada nominal: +4dBu

Nivel de entrada máximo: +20 dBu

#### Toma $\Omega$ /LINE OUT

Conector 3.5 mm (1/8") mini stereo

Impedancia de salida: 12  $\Omega$

Nivel de salida nominal: -14 dBV (10 K $\Omega$  carga)

Nivel de salida máximo: +2 dBV (10 K $\Omega$  carga)

Salida máxima: 20 mW + 20 mW (conexión a auriculares, 32  $\Omega$  de carga)

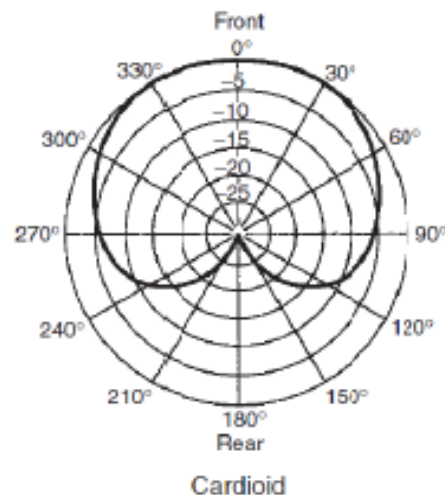
#### Altavoz interno

0.3 W (monoaural)

### Micrófono

Micrófono interno condensador electreto, puede ajustar el ángulo de los micrófonos a abierto (A-B) o cerrado (X-Y).

Patrón polar: Cardioide



ANEXO D  
CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONÓMETRO  
PCE-353LEQ

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Calibración N° TS09/5557

*Calibration N°*

Página 1 de 2 páginas

N° Anexos 2

*Page 1 of 2 pages*

## Tecnologías Servincal S.L.L.

### LABORATORIO DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN

#### Area Acústica

C/Krypton 19 A - 47012 Valladolid

Tfno: 983 218 214 Fax: 983 219 015

servincal@servincal.com www.servincal.com



**INSTRUMENTO:** SONÓMETRO

*Instrument*

**FABRICANTE:** PCE GROUP

*Manufacturer*

**MODELO:** PCE-353 LEQ

*Model*

**NÚMERO DE SERIE:** 080407602

*Serial number*

**PETICIONARIO:** ACÚSTICA INGENIERÍA DEL SILENCIO S.R.L.

*Customer*

Edif. Marvill - Piso 1 - Oficina 101

Av. Alemana 2250 entre 3er y 4to anillo

Santa Cruz de la Sierra, BOLIVIA

**FECHA CALIBRACIÓN:** 07/11/2016

*Calibration date*

**NUMERO DE EXPEDIENTE:** 9352

*Expedient number*

Signatario autorizado

*Authorized signatory*

Fecha de emisión

*Date of issue*

07 de noviembre de 2016

José A. Manuel Palazuelos

Director Técnico

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones recogidas en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

*This certificate is issued in accordance with the UNE-EN ISO/IEC 17025:2000 and has been assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national and international standards.*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

## DATOS EQUIPO A CALIBRAR

**INSTRUMENTO:** SONÓMETRO  
**FABRICANTE:** PCE GROUP  
**MODELO:** PCE-353 LEQ  
**ALCANCE:** 30...130 dB  
**RESOLUCIÓN:** 0,1 dB  
**NÚMERO DE SERIE:** 080407602  
**PETICIONARIO:**  
**FECHA RECEPCIÓN:** 06/11/2016  
**FECHA CALIBRACIÓN:** 07/11/2016

## EQUIPOS PATRÓN

INSTRUMENTOS PATRÓN :	CODIGO
CALIBRADOR ACUSTICO CERTIFICADO ENAC N° 08/34505664	TSSO92
TERMOMETRO CERT. CALIBRACIÓN ENAC N° 6621	TSTE159

**PROCEDIMIENTO:** TS-PC-07-28  
**PROCESO DE MEDIDA:**

Los valores medidos se han obtenido por comparación del sonómetro calibrado con un calibrador acústico de referencia. El procedimiento ha sido el de realizar cinco medidas situando el calibrador acústico a 94 dB. & En la tabla siguiente aparecen la media de las medidas tomadas, la corrección a efectuar en dB, y la incertidumbre asignada al equipo de medida ( U ) en dB.

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Frecuencia (Hz)	Nivel de referencia (dB)	Lectura media (dB)	Desviación (dB)
1000	94,00	94,0	0,0

**U= ± 0,15 dB (K=2)**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al Doc EA4/02.

La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente o intercomparados con los patrones de laboratorios nacionales o internacionales. La calibración se ha realizado en los laboratorios de Tecnologías Servinca.

## CONDICIONES AMBIENTALES:

**TEMPERATURA (°C):** 20 ± 1      **HUMEDAD RELATIVA (%):** < 60

Responsable de Area

Fecha de emisión

07/11/2016

José A. Manuel Palazuelos

Número de expediente: 9352

ANEXO E  
ENTREVISTAS

## Entrevistas

*Se realizaron consultas subjetivas hacia las personas más representativas que tengan conocimiento de la tropa de Mohoseños de la comunidad Mohoza-Lanza y estos fueron designadas por autoridades de dicha comunidad, para la entrevista se tomó en cuenta ciertas preguntas sobre el tiempo de residencia, recuerdos y experiencias sobre el paisaje sonoro y otras consultas relacionadas con la percepción sonora y el conocimiento de origen y construcción de la tropa de Mohoseños, a continuación se muestran las respuestas más representativas de las entrevistas.*

### **Como inicia la historia de la tropa de mohoseños en Mohoza-Lanza?**

*Visitante de la ciudad de Cochabamba, para todos los pueblos y naciones, nosotros queremos dar a conocer nuestras costumbres, mi nombre es Sergio Fernández Godoy, yo he nacido aquí, esta tierra tiene una gran historia, un pueblo antiguo de 1835 cantón de la cuarta sección de Colquiri, nace la celebración de la Mohoseñada, se traduce tropa de mohoseños, habían dulces mujeres en este lugar y así se forman con nuestros tatarabuelos, no hacen perder la cultura y seguimos manteniéndola hasta este momento, ahora esta cultura es muy buena, este instrumento de tokoro, iraso, lico, son instrumentos que se utilizan, en época de lluvia, llamamos a la lluvia, nuestra celebración empieza en todos santos hasta carnavales en tentación es para el inicio y final de la cosecha, vaya bien querido periodista.*

*Así es nuestro levantamiento en este pueblo de Mohoza, hasta este momento seguimos con esta celebración, por eso es decretado patrimonio cultural intangible de la Mohoseñada del pueblo de Mohoza, ahora esa gran Mohoseñada llego de este pequeño instrumento, entonces un gran trabajo este instrumento de tokoro es traído desde el pueblo de pukanchi, lo realizamos nosotros mismos,*



*también los tambores wankaras, con lo cual una zona sobresalió. Las mujeres jóvenes bailan con banderas blancas para que los sembradíos florezcan blancos de felicidad que es lo que representamos con la Mohoseñada querido hermano.*

### **Como inicia y como se construyó esta tropa de Mohoseños?**

*Hermano visitante de la ciudad de Cochabamba, mi nombre es Lorenzo Aguilar Choque y quiero dar a conocer que este instrumento de tokoro lo realizaron nuestros tatarabuelos, nosotros no lo creamos, son de aquellos tiempos y traídos de la localidad de pucanchi, ellos lo realizaron con sus propias manos los tatarabuelos. Luego los que lo siguieron que nosotros, los conocemos llamados Cecilio soto, Sebastián Mamani, Eulogio Arancibia, Eduardo Aguilar, que fabricaban y eran guías, entonces con los instrumentos de tokoro realizábamos las celebraciones, estas celebraciones llamaban a la lluvia y cuando llueve interpretamos este tokoro, abuelos y abuelas bailan y va a grande el sonido, entonces así nosotros nos manejamos hermano visitante de la ciudad de Cochabamba y así nos saludamos, eso es lo que les digo, pero siempre vamos a seguir continuando con las celebraciones en el tiempo de carnaval, bien nuestros tokoros, para hacer dar el fruto a los sembradíos, ellos tatarabuelos lo manejaban en cada uno de los sembradíos y es lo mismo que estamos realizando ahora, en tiempos de producción, inundaciones, ofrendas con eso lo realizaban, con eso seguimos continuando hermano. Antiguamente lo hacían eso pero nosotros seguimos haciendo y no olvidamos de interpretar y vamos a seguir continuando inculcando a los nietos, hijos y vamos a dejar la herencia de este pueblo de Mohoza, hermano periodista.*

**Que significado tienes estos sonidos de la Mohoseñada o tropa de Mohoseños para ustedes los que viven en Mohoza-Lanza?**

*Antiguamente este instrumento que se llama eraso, este eraso manejaba al lico-ira en aquellos tiempos entonces esto ellos lo agujeraban y hecho la celebración esto lico-ira había entrado, lico-ira llamado y también este tokoro también llamado jach'a ira, hombre y mujer juntos así lo denominaban ellos, y luego esto que se llama chil'i ese instrumento los seguían se interpretaban los que no sabían pero siempre los tres instrumentos llevan el huayño y también los tres instrumentos para cualquier celebración lo manejaban y así entre seguidores fue agujerado estos instrumentos querido hermano, así nosotros interpretamos, este uno solo no da el sonido perfecto, tampoco no suena bien para interpretar una sola persona, está bien pero, para tocar a una tropa y bailar no suena bien, siempre debe ser los tres instrumentos, interpretados entonces así caminamos hermano y vivimos bien tranquilos y nos sentimos felices al escuchar la Mohoseñada.*

**En la tarka investigaciones realizadas por Henry Stobart muestran 2 sonidos característicos "tara y k'ewa" que son básicamente un sonido doble y uno simple, en la tropa de Mohoseños existen estos mismos sonidos?**

*No hay hermanos no hay, de la tarka el orificio es distinto luego eso es de madera y tallado de madera y no es así de tokoro esta es otro es de palo y tiene 6 agujeros de eso suena tarra tarr y de eso es así, no iguala y es distinto hermano.*

### **Los sonidos de la tropa de Mohoseños de donde salen, que representan?**

*Antiguamente cuando había, los tatarabuelos ellos recuerdan que, de la lluvia que cae, el sonido del viento con las pajas y eso más, de cuando lo escogían el maíz con el viento, esta celebración sacaron la Mohoseñada, a eso un poco le dieron de la lluvia del viento de eso lo dieron el sonido los antiguos tatarabuelos de eso hasta hoy día resulta bien esta celebración con este tokoro, hermano.*

### **Los sonidos de la tropa de Mohoseños a quien están dirigidos?**

*Bueno señor periodista le agradecemos por venir de la ciudad de Cochabamba entonces mi nombre es Ivan Cruz yo de esa parte voy a decir, este instrumento en primer lugar digamos, es cuando es todos santos, entonces empezamos de todos santos, todos con una voluntad grande, los chicos también lo interpretan este instrumento sus padres estos erasos interpretan. Entonces inicia una adoración, y toca el instrumento es grande para nosotros aquí en el campo para vivir bien en el campo. Ay una fiesta llamada San Andrés en la cual lo pilluyaña el agua, no lo hacen con bandas ni charangos lo tradicional de pilluyaña, lo hacen con Mohoseñada el soplido de los aymaras se puede decir, con ese instrumento bailan a el agua lo pilluyaña , con estos por ejemplo, san Andrés se llama eso y a él lo hacen eso, bailan interpretando, de eso hay otros también, para que haya bien las cosechas dure hasta el carnaval, en esos tiempos van también a qhachawawi entre comunidades pilluyaña que se termine el carnaval , entonces cuando se termina el carnaval ellos dejan de tocar y se lo guardan sus instrumentos, hay otro también en agosto que se recuerda hacer ofrenda a los dioses antiguos, hay una pequeña montaña llamado samiri, entonces ellos salen de nuevo con fecha con la Mohoseñada, con eso hacen ofrenda al samiri, pachamama para que acepten de buena manera, desde ese tiempo ira bien la cosechas.*

**Que diferencias existen con la antigua tropa de Mohoseños y la Nueva Tropa de Mohoseños?**

*Antiguamente usaban ropas hechos con lanas de oveja, banderas, actualmente es diferente ahora ya tocan huayños peruanos, huayños charangueadas eso ya es en la actualidad, pero antiguamente no iba eso, desde hoy cambia, los jóvenes de este tiempo quieren temas nuevos llamados, así ya no manejan en la actualidad, ya no usan ropas hechos con lana de oveja, ellos ya manejan pura tela así ya caminan ellos, bueno querido hermano antiguamente estas celebraciones nacen el 25 de diciembre navidad y termina el 20 de enero lo que es san Sebastián, en esos tiempos habían 35 – 40 tropas había, así era su celebración de este pueblo de eso hoy con la iglesia que tenía sus santos y a ellos adoraban con sus celebraciones por la alegría y luego había mayordomos, el mayordomo manejaba más que todos estas celebraciones había 50 mayordomos y de cada comunidad un mayordomo con sus interpretadores estaban por tropas entonces era grande la fiesta querido hermano.*

ANEXO F  
ENCUESTA

## **La encuesta**

*Se presenta la encuesta que se realizó a profesionales con conocimiento en el área de investigación.*

*1. ¿ha tenido la oportunidad de aplicar los parámetros psicoacústicos en sus investigaciones?*

- a) Si*
- b) No*

*2. ¿Cómo calificaría a los parámetros psicoacústicos que utilizan algoritmos de Zwicker y Fastl?*

- a) Muy confiable*
- b) Poco confiable*
- c) No confiable*

*3. ¿Qué grado de confianza tiene hacia el software dBFA32 que aplica la Norma ISO 532B?*

- a) Muy Confiable*
- b) Poco confiable*
- c) No confiable*
- d) Otros*

4. *¿Cree que los parámetros psicoacústicos sean un complemento de los parámetros acústicos para tener una mayor información de los paisajes sonoros?*

a) *Si*

b) *No*

5. *¿cree que las investigaciones sobre los paisajes sonoros e instrumentos musicales de las culturas del estado plurinacional de Bolivia sean un área específica que se debe estudiar a través de la ingeniería de sonido?*

a) *Si*

b) *No*

6. *¿Qué beneficios tendría la cultura del estado plurinacional de Bolivia específicamente la cultura aimara con los estudios científicos de sus paisajes sonoros e instrumentos musicales?*

a) *lograría fortalecer su cultura*

b) *asentaría una soberanía en la creación de estos instrumentos y paisajes sonoros.*

c) *lograría mejoras en la construcción de sus instrumentos musicales.*