

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**TÍTULO:**

**DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR  
LAS EMISIONES DEL RUIDO EN FUENTES FIJAS Y MÓVILES  
EN LA CIUDAD DE ENTRE RÍOS – TARIJA**

**Por:**

**JUAN LUIS PEÑA JARAMILLO**

Modalidad de graduación Tesis, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

**Diciembre de 2018**

**ENTRE RÍOS - TARIJA – BOLIVIA**

**VB°**

.....  
**MSc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca**  
**DOCENTE GUIA**

.....  
**MSc. Ing. Freddy Castro Salinas**  
**DECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
**MSc. Ing. Luis Arandia M.**  
**VICEDECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
**MSc. Ing. Germán Hoyos Farfán**

.....  
**MSc. Ing. Juan J. Leño Sanabria**

.....  
**MSc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidad del (la) autor (a).

## **DEDICATORIA**

### **A mi Amada Esposa**

Lizett Loida Martínez, mi agradecimiento profundo, por haberme brindado todo su amor y apoyo incondicional en todo momento y poder lograr esta meta.

### **A mis Padres y Hermano**

Por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida, por los consejos, valores y principios que me inculcaron para llegar hacer la persona que soy ahora.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis agradecimientos profundos:

### **A Dios**

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar a Dios, por brindarme salud, fortaleza, sabiduría y por guiarme en el transcurso de mi vida, permitiéndome culminar con éxito una de mis metas propuestas.

### **A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho**

Por haberme aceptado a ser parte de ella y por brindarme tantas oportunidades en el transcurso de mis estudios, forjándome múltiples conocimientos para una excelente formación.

### **A los Docentes de la Carrera**

Un profundo agradecimiento a mis tribunales y docentes, quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día en las diferentes etapas de este proceso universitario, gracias a cada uno de ustedes por haber logrado en mí, culminar mis estudios con éxitos.

Finalmente quiero expresar un especial agradecimiento al Ing. Juan Jacobo Leño Sanabria, quien con su experiencia impartió sus sabios conocimientos, paciencia y dedicación durante todo este proceso de mi enseñanza, las cuales perdurarán por siempre.

## **PENSAMIENTO**

El profesional sin carácter puede tender a caer en la mediocridad.

El carácter no se forja solamente con un título, pues este es como el adorno de la profesión.

Todo profesional debe mantener a raya, sus pasiones y ser un ejemplo de buen comportamiento ético.

La ética es una exigencia de la persona, cualquiera que sea su trabajo, la conducta es la manera con que los hombres gobiernan su vida y rigen sus acciones.

En conclusión si queremos triunfar en la vida como personas y como profesionales y si queremos que no nos critiquen por nuestros actos, apliquemos “Ética” en todas partes, en el trabajo, en la sociedad y en la familia.

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
4.- JUSTIFICACIÓN.....	3
5.- HIPÓTESIS.....	4
6.- OBJETIVOS.....	4
6.1.- Objetivo General.....	4
6.2.- Objetivos Específicos.....	4

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- MARCO TEÓRICO.....	5
1.1.1.- Clasificación de las Fuentes Fijas y Móviles.....	5
1.1.1.1.- Clasificación de Fuentes Fijas .....	5
1.1.1.2.- Clasificación de Fuentes Móviles.....	5
1.1.2.- Niveles de Intensidad del Ruido.....	6
1.1.3.- Niveles de Ruido Recomendados para Ambientes Específicos.....	6
1.1.4.- Instrumentos de Medición de Ruido.....	8
1.1.5.- Unidades de Medición del Ruido.....	8
1.1.6.- Propiedades Físicas del Ruido.....	8
1.1.7.- Clasificación del Ruido.....	9
1.1.8.- Efectos del Ruido al Ser Humano.....	10
1.1.9.- Efectos del Ruido sobre la Audición Humana.....	12

1.1.10.- Factores que Determinan el Ruido del Tránsito Vehicular.....	12
1.1.11.- Factores que Contribuyen a los Impactos del Ruido.....	12
1.1.12.- Estrategias para Afrontar el Ruido en Ciudades en Vías de Desarrollo.....	13
1.1.13.- Técnicas de Control de Ruido.....	14
1.1.14.- Medidas de Mitigación para Controlar los Ruidos.....	15
1.1.15.- Definición del Sonómetro.....	16
1.1.16.- Componentes Básicos de un Sonómetro.....	16
1.1.17.- Clasificación de los Sonómetros Según el Tipo.....	16
1.2.- MARCO LEGAL.....	17
a) Constitución Política del Estado.....	17
b) Ley 1333 del Medio Ambiente.....	17
c) Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.....	18
d) Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar.....	18
1.3.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	24
2.1.1.- Aspectos Físico Naturales.....	26
a) Características Biofísicas del Área de Estudio.....	26
2.1.2.- Aspectos Demográficos.....	27
2.1.3.- Aspectos Socioeconómicos.....	28
2.2.- MATERIALES.....	28
2.3.- METODOLOGÍA.....	28
2.3.1.- Método.....	29
2.3.2.- Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	29
2.3.2.1.- Técnica de Observación.....	29
2.3.2.2.- Técnica de Registro.....	30
2.3.2.3.- Técnica de Comparación.....	30

2.3.3.- Estructura Metodológica.....	31
a) Fase de Gabinete.....	31
b) Fase de Campo.....	31
c) Fase de Post Campo.....	35

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1.- UBICACIÓN DE LAS DISTINTAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES...	36
3.2.- DETERMINACIÓN DE LOS DECIBELES QUE PROVOCA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, POR FUENTES FIJAS Y MÓVILES.....	37
3.2.1.- Decibeles de Fuentes Fijas.....	38
3.2.1.1.- Comparación de datos registrados de las diferentes fuentes fijas, con los límites permisibles estipulados en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (R.M.C.A.).....	63
3.2.2.- Decibeles de Fuentes Móviles.....	73
3.2.2.1.- Comparación de datos registrados de las diferentes fuentes móviles, con los límites permisibles estipulados en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (R.M.C.A.).....	117
3.3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DECIBELES REGISTRADOS POR EL MÉTODO ANOVA.....	130
3.3.1.-Análisis Estadístico de los Decibeles Registrados en las Fuentes Fijas..	132
3.3.2.-Análisis Estadístico de los Decibeles Registrados en las Fuentes Móviles.....	138

### CAPÍTULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- Conclusiones.....	154
4.2.- Recomendaciones.....	158
BIBLIOGRAFÍA.....	160

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

**Pág.**

<b>Gráfica N° 1:</b> Ubicación Geográfica de la Provincia O`Connor.....	25
<b>Gráfica N° 2:</b> Ubicación de los Puntos de Medición.....	32
<b>Gráfica N° 3:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Agosto de la Disquería Gabrielito.....	40
<b>Gráfica N° 4:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Septiembre de la Disquería Gabrielito.....	42
<b>Gráfica N° 5:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Octubre de la Disquería Gabrielito.....	44
<b>Gráfica N° 6:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Agosto de la Discoteca Continental.....	47
<b>Gráfica N° 7:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Septiembre de la Discoteca Continental.....	49
<b>Gráfica N° 8:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Octubre de la Discoteca Continental.....	51
<b>Gráfica N° 9:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Agosto de la Discoteca El Negrito.....	54
<b>Gráfica N° 10:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Septiembre de la Discoteca El Negrito.....	56
<b>Gráfica N° 11:</b> Decibeles Diurno y Nocturno del Mes de Octubre de la Discoteca El Negrito.....	58
<b>Gráfica N° 12:</b> Promedios de los Decibeles en Fuentes Fijas de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	61
<b>Gráfica N° 13:</b> Decibeles de Motocicletas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Agosto.....	75
<b>Gráfica N° 14:</b> Decibeles de Motocicletas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Septiembre.....	78

<b>Gráfica N° 15:</b> Decibeles de Motocicletas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Octubre.....	81
<b>Gráfica N° 16:</b> Decibeles de Autos en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Agosto.....	85
<b>Gráfica N° 17:</b> Decibeles de Autos en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Septiembre.....	88
<b>Gráfica N° 18:</b> Decibeles de Autos en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Octubre.....	91
<b>Gráfica N° 19:</b> Decibeles de Camionetas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Agosto.....	95
<b>Gráfica N° 20:</b> Decibeles de Camionetas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Septiembre.....	98
<b>Gráfica N° 21:</b> Decibeles de Camionetas en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Octubre.....	101
<b>Gráfica N° 22:</b> Decibeles de Buses en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Agosto.....	105
<b>Gráfica N° 23:</b> Decibeles de Buses en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Septiembre.....	108
<b>Gráfica N° 24:</b> Decibeles de Buses en los Cuatro Puntos de Medición en el Mes de Octubre.....	111
<b>Gráfica N° 25:</b> Promedios de los Decibeles en Fuentes Móviles de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	115

## ÍNDICE DE CUADROS

**Pág.**

<b>Cuadro N° 1:</b> Ubicación de las Fuentes Fijas.....	36
<b>Cuadro N° 2:</b> Ubicación de las Fuentes Móviles.....	37
<b>Cuadro N° 3:</b> Decibeles Registrados en la Disquería Gabrielito de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	39
<b>Cuadro N° 4:</b> Decibeles Registrados en la Discoteca Continental de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	46
<b>Cuadro N° 5:</b> Decibeles Registrados en la Discoteca El Negrito de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	53
<b>Cuadro N° 6:</b> Promedios de los Decibeles en Fuentes Fijas de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	60
<b>Cuadro N° 7:</b> Comparación de los Decibeles de la Disquería Gabrielito con el RMCA del Mes de Agosto.....	64
<b>Cuadro N° 8:</b> Comparación de los Decibeles de la Disquería Gabrielito con el RMCA del Mes de Septiembre.....	65
<b>Cuadro N° 9:</b> Comparación de los Decibeles de la Disquería Gabrielito con el RMCA del Mes de Octubre.....	66
<b>Cuadro N° 10:</b> Comparación de los Decibeles de la Discoteca Continental con el RMCA del Mes de Agosto.....	67
<b>Cuadro N° 11:</b> Comparación de los Decibeles de la Discoteca Continental con el RMCA del Mes de Septiembre.....	68
<b>Cuadro N° 12:</b> Comparación de los Decibeles de la Discoteca Continental con el RMCA del Mes de Octubre.....	69
<b>Cuadro N° 13:</b> Comparación De Los Decibeles De La Discoteca El Negrito Con El RMCA Del Mes De Agosto.....	70
<b>Cuadro N° 14:</b> Comparación de los Decibeles de la Discoteca El Negrito con el RMCA del Mes de Septiembre.....	71
<b>Cuadro N° 15:</b> Comparación de los Decibeles de la Discoteca El Negrito con el RMCA del Mes de Octubre.....	72

<b>Cuadro N° 16:</b> Decibeles Registrados de Motocicletas en los Cuatro Puntos de Medición en los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	74
<b>Cuadro N° 17:</b> Decibeles Registrados de Autos en los Cuatro Puntos de Medición en los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	84
<b>Cuadro N° 18:</b> Decibeles Registrados de Camionetas en los Cuatro Puntos de Medición en los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	94
<b>Cuadro N° 19:</b> Decibeles Registrados de Buses en los Cuatro Puntos de Medición en los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	104
<b>Cuadro N° 20:</b> Promedios de los Decibeles en Fuentes Móviles de los Meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	114
<b>Cuadro N° 21:</b> Comparación de los Decibeles de las Motocicletas con el RMCA en el Mes de Agosto.....	118
<b>Cuadro N° 22:</b> Comparación de los Decibeles de las Motocicletas con el RMCA en el Mes de Septiembre.....	119
<b>Cuadro N° 23:</b> Comparación de los Decibeles de las Motocicletas con el RMCA en el Mes de Octubre.....	120
<b>Cuadro N° 24:</b> Comparación de los Decibeles de los Autos con el RMCA en el Mes de Agosto.....	121
<b>Cuadro N° 25:</b> Comparación de los Decibeles de los Autos con el RMCA en el Mes de Septiembre.....	122
<b>Cuadro N° 26:</b> Comparación de los Decibeles de los Autos con el RMCA en el Mes de Octubre.....	123
<b>Cuadro N° 27:</b> Comparación de los Decibeles de las Camionetas con el RMCA en el Mes de Agosto.....	124
<b>Cuadro N° 28:</b> Comparación de los Decibeles de las Camionetas con el RMCA en el Mes de Septiembre.....	125
<b>Cuadro N° 29:</b> Comparación de los Decibeles de las Camionetas con el RMCA en el Mes de Octubre.....	126
<b>Cuadro N° 30:</b> Comparación de los Decibeles de los Buses con el RMCA en el Mes de Agosto.....	127

<b>Cuadro N° 31:</b> Comparación de los Decibeles de los Buses con el RMCA en el Mes de Septiembre.....	128
<b>Cuadro N° 32:</b> Comparación de los Decibeles de los Buses con el RMCA en el Mes de Octubre.....	129
<b>Cuadro N° 33:</b> Resumen del ANOVA de la Disquería Gabrielito en el Horario Diurno de los Tres Meses.....	132
<b>Cuadro N° 34:</b> Resumen del ANOVA de la Disquería Gabrielito en el Horario Nocturno de los Tres Meses.....	133
<b>Cuadro N° 35:</b> Resumen del ANOVA de la Discoteca Continental en el Horario Diurno de los Tres Meses.....	134
<b>Cuadro N° 36:</b> Resumen del ANOVA de la Discoteca Continental en el Horario Nocturno de los Tres Meses.....	135
<b>Cuadro N° 37:</b> Resumen del ANOVA de la Discoteca El Negrito en el Horario Diurno de los Tres Meses.....	136
<b>Cuadro N° 38:</b> Resumen del ANOVA de la Discoteca El Negrito en el Horario Nocturno de los Tres Meses.....	137
<b>Cuadro N° 39:</b> Resumen del ANOVA de las Motocicletas en el P <sub>1</sub> de los Tres Meses.....	138
<b>Cuadro N° 40:</b> Resumen del ANOVA de las Motocicletas en el P <sub>2</sub> de los Tres Meses.....	139
<b>Cuadro N° 41:</b> Resumen del ANOVA de las Motocicletas en el P <sub>3</sub> de los Tres Meses.....	140
<b>Cuadro N° 42:</b> Resumen del ANOVA de las Motocicletas en el P <sub>4</sub> de los Tres Meses.....	141
<b>Cuadro N° 43:</b> Resumen del ANOVA de los Autos en el P <sub>1</sub> de los Tres Meses.....	142
<b>Cuadro N° 44:</b> Resumen del ANOVA de los Autos en el P <sub>2</sub> de los Tres Meses.....	143
<b>Cuadro N° 45:</b> Resumen del ANOVA de los Autos en el P <sub>3</sub> de los Tres Meses.....	144

<b>Cuadro N° 46:</b> Resumen del ANOVA de los Autos en el P <sub>4</sub> de los Tres Meses.....	145
<b>Cuadro N° 47:</b> Resumen del ANOVA de las Camionetas en el P <sub>1</sub> de los Tres Meses.....	146
<b>Cuadro N° 48:</b> Resumen del ANOVA de las Camionetas en el P <sub>2</sub> de los Tres Meses.....	147
<b>Cuadro N° 49:</b> Resumen del ANOVA de las Camionetas en el P <sub>3</sub> de los Tres Meses.....	148
<b>Cuadro N° 50:</b> Resumen del ANOVA de las Camionetas en el P <sub>4</sub> de los Tres Meses.....	149
<b>Cuadro N° 51:</b> Resumen del ANOVA de los Buses en el P <sub>1</sub> de los Tres Meses.....	150
<b>Cuadro N° 52:</b> Resumen del ANOVA de los Buses en el P <sub>2</sub> de los Tres Meses.....	151
<b>Cuadro N° 53:</b> Resumen del ANOVA de los Buses en el P <sub>3</sub> de los Tres Meses.....	152
<b>Cuadro N° 54:</b> Resumen del ANOVA de los Buses en el P <sub>4</sub> de los Tres Meses.....	153

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1:** Planilla de Registro.

**Anexo 2:** Medición de Niveles de Presión Acústica.

**Anexo 3:** Instrumento de Medición “Sonómetro”.

**Anexo 4:** Medición del Ruido en la Disquería Gabrielito.

**Anexo 5:** Medición del Ruido en la Discoteca Continental.

**Anexo 6:** Medición del Ruido en la Discoteca El Negrito.

**Anexo 7:** Medición del Ruido en la Plaza Principal.

**Anexo 8:** Medición del Ruido en la Rotonda.

**Anexo 9:** Medición del Ruido en la Policia.

**Anexo 10:** Medición del Ruido en la Ruta al Chaco.

**Anexo 11:** ANOVA de la Disquería Gabrielito en el Horario Diurno.

**Anexo 12:** ANOVA de la Disquería Gabrielito en el Horario Nocturno.

**Anexo 13:** ANOVA de la Discoteca Continental en el Horario Diurno.

**Anexo 14:** ANOVA de la Discoteca Continental en el Horario Nocturno.

**Anexo 15:** ANOVA de la Discoteca El Negrito en el Horario Diurno.

**Anexo 16:** ANOVA de la Discoteca El Negrito en el Horario Nocturno.

**Anexo 17:** ANOVA de las Motocicletas en la Plaza ( $P_1$ ).

**Anexo 18:** ANOVA de las Motocicletas en la Rotonda ( $P_2$ ).

**Anexo 19:** ANOVA de las Motocicletas en la Policia ( $P_3$ ).

**Anexo 20:** ANOVA de las Motocicletas en la Ruta al Chaco ( $P_4$ ).

**Anexo 21:** ANOVA de los Autos en la Plaza ( $P_1$ ).

**Anexo 22:** ANOVA de los Autos en la Rotonda ( $P_2$ ).

**Anexo 23:** ANOVA de los Autos en la Policia ( $P_3$ ).

**Anexo 24:** ANOVA de los Autos en la Ruta al Chaco ( $P_4$ ).

**Anexo 25:** ANOVA de las Camionetas en la Plaza ( $P_1$ ).

**Anexo 26:** ANOVA de las Camionetas en la Rotonda ( $P_2$ ).

**Anexo 27:** ANOVA de las Camionetas en la Policia ( $P_3$ ).

**Anexo 28:** ANOVA de las Camionetas en la Ruta al Chaco ( $P_4$ ).

**Anexo 29:** ANOVA de los Buses en la Plaza ( $P_1$ ).

**Anexo 30:** ANOVA de los Buses en la Rotonda ( $P_2$ ).

**Anexo 31:** ANOVA de los Buses en la Policia ( $P_3$ ).

**Anexo 32:** ANOVA de los Buses en la Ruta al Chaco ( $P_4$ ).

## **ABREVIATURAS**

**AAOFP:** Asociación Argentina de Otorrinolaringología y Fonoaudiología Pediátrica.

**CCE:** Comisión de las Comunidades Europeas.

**CE:** Comisión Europeas.

**CDI – AMA:** Cámara Departamental de Industria y Asesoría de Medio Ambiente.

**dB:** Decibel

**FUMCORAT:** Fundación Médica contra el Ruido Ambientes Contaminantes y Tabaquismo.

**ICPE:** Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al consejo.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

**PDM:** Plan de Desarrollo Municipal

**RMCA:** Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

**USFX - ASE:** Universidad San Francisco Xavier y Asesoramiento Sucrense de Ecología.

# **INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**