

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

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE  
DEL SISTEMA TARUPAYO”**

**Por:**

**LUIS RODRIGO ZAMBRANA PANTALEÓN**

Tesis de grado 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 - 2015**

**Entre Ríos – Tarija - Bolivia**

**DEDICATORIA:**

A mis padres EMILIO ZAMBRANA y TERESA PANTALEÓN por todo el sacrificio y esfuerzo que realizan para cumplir con mis metas.

A mi hijo Luciano Benjamín Zambrana U. que es el motivo de mi superación.

### **AGRADECIMIENTO:**

A Dios y a la Virgen de Chaguaya por darme fuerza y vida para realizar este trabajo.

A mis padres EMILIO ZAMBRANA y TERESA PANTALEÓN por todo el cariño, confianza y apoyo brindado.

A mi hermano ERIC EDZON ZAMBRANA PANTALEÓN que siempre estuvo brindándome su apoyo.

A mis compañeros y amigos que compartí buenos y malos momentos durante mi ciclo de estudio.

A mi profesor guía Ing. Herlan Baldiviezo y todos mis Docentes por el apoyo y enseñanza que me brindaron.

## ÍNDICE

**ADVERTENCIA**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2. JUSTIFICACIÓN .....	2
3. OBJETIVOS .....	2
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	2
4. HIPÓTESIS .....	2

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1. MARCO CONCEPTUAL**

1.1.1. Agua.....	3
1.1.2. Agua Potable .....	3
1.1.3. Aguas Naturales.....	3
1.1.4. Contaminación de Aguas .....	4
1.1.5. Obra de toma de Agua Potable.....	4
1.1.6. Cloración .....	4
1.1.7. Análisis Físico-Químico .....	4
1.1.8. Análisis Bacteriológico .....	4
1.1.9. Red de Distribución .....	5

1.1.10. Riesgo en salud .....	5
1.1.11. Sistema de Agua Potable .....	5
1.1.12. Usuario (Consumidor).....	5
<b>1.2. MARCO TEÓRICO</b>	
1.2.1. ENFERMEDADES QUE SE CONTRAE SI EL AGUA NO ESTA CLORADA .....	5
1.2.1.1. Tifoidea .....	5
1.2.1.2. La Hepatitis A .....	6
1.2.1.3. Cólera.....	6
1.2.1.4. Criptosporidiosis.....	6
<b>1.3. MARCO LEGAL</b>	
1.3.1. LEY DEL MEDIO AMBIENTE 1333 REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA (RMCH) .....	7
1.3.2. NORMA BOLIVIANA NB 512: CALIDAD DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO – REQUISITOS.....	9
1.3.2.1. Introducción .....	9
1.3.2.2. Requisitos.....	10
1.3.3. NORMA BOLIVIANA NB 496: AGUA POTABLE TOMA DE MUESTRAS. ....	14
1.3.3.1. Introducción .....	14
1.3.3.2. Procedimientos de toma de muestras.....	15
1.3.3.3. Transporte y conservación de muestras .....	16
1.3.3.4. Condiciones de envases y tapas para las muestras .....	17

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	20
2.1.1. Localización .....	20

2.1.2. Geomorfología.....	20
2.1.3. Clima.....	21
2.1.3. Suelo.....	22
2.1.4. Recursos Hídricos .....	22
2.1.5. Cobertura Vegetal .....	22
2.1.6. Fauna .....	23
2.1.7. Principales Actividades Socioeconómicas .....	24
2.1.8. Producción Agrícola.....	24
<b>2.2. MATERIALES .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
2.3.1. Descripción de la metodología .....	25
2.3.2. Métodos utilizados para la toma de muestras.....	27
2.3.2.1. Muestra para la determinación del análisis físico-químico y microbiológico .....	27
2.3.2.2. Métodos utilizados en el laboratorio COSAALT .....	28
2.3.3. Para la realización del diagnóstico .....	29

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADO Y DISCUSIONES**

<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
3.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS BENEFICIARIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	30
3.1.1. Preguntas realizadas en la comunidad de Tarupayo .....	31
3.2. RESULTADOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO DE COSAALT .....	43
3.2.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.....	43
3.2.1.1. Resultados Del Análisis Físico-Químico En El Sistema De Agua Potable De Tarupayo en la unión de las dos vertientes .....	44

3.2.1.2.	Resultados del análisis Físico-Químico en el sistema de agua potable de Tarupayo en el domicilio del señor Efraín Romero.....	46
3.2.1.3.	Resultados del análisis Físico-Químico en el sistema de agua potable de Tarupayo en el domicilio del señor Aniceto Martínez .....	48
3.2.1.4.	Variación de los tres resultados obtenidos en laboratorio .....	50
3.2.2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	52
3.2.2.1.	Resultados del análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) en la camra receptora.....	53
3.2.2.2.	Resultados del análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) en la vivienda del señor Efraín Romero .....	54
3.2.2.3.	Resultados del análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) en la vivienda del señor Aniceto Martínez .....	55
3.2.2.4.	Comparación de los tres resultados obtenidos en laboratorio .....	57
3.2.2.5.	Medidas de Mitigación .....	58

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.	CONCLUSIONES.....	59
4.2.	RECOMENDACIONES .....	60
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>CUADRO 1 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES .....</b>	<b>9</b>
<b>CUADRO 2 REQUISITOS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>CUADRO 3 REQUISITOS QUÍMICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>CUADRO 4 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>CUADRO 5 PARÁMETROS DE CONTROL .....</b>	<b>13</b>
<b>CUADRO 6 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>CUADRO 7 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CUADRO 8 CONDICIONES DE TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS .....</b>	<b>17</b>
<b>CUADRO 9 PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE ENVASES SEGÚN EL TIPO DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO .....</b>	<b>18</b>
<b>CUADRO 10 PROCEDIMIENTO DE LAVADO PARA ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO .....</b>	<b>19</b>
<b>CUADRO 11 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
<b>CUADRO 12 PARÁMETROS Y MÉTODOS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO .....</b>	<b>28</b>
<b>CUADRO 13 MÉTODO UTILIZADO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....</b>	<b>29</b>
<b>CUADRO 14 CUADRO DE LOS BENEFICIARIOS .....</b>	<b>30</b>

<b>CUADRO 15</b> CONOCIMIENTO DE DONDE PROVIENE EL AGUA PARA SU COMUNIDAD .....	31
<b>CUADRO 16</b> ¿CALIDAD DE AGUA QUE CONSUMEN ES BUENA?.....	33
<b>CUADRO 17</b> ¿EL SISTEMA DE AGUA POTABLE FUNCIONA BIEN EN SU COMUNIDAD?.....	34
<b>CUADRO 18</b> ¿RECIBE ALGÚN TRATAMIENTO EL AGUA EN LA COMUNIDAD?.....	35
<b>CUADRO 19</b> MANTENIMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	36
<b>CUADRO 20</b> CONSUME EL AGUA CRUDA.....	37
<b>CUADRO 21</b> PADECIMIENTO DE ENFERMEDAD AL CONSUMIR AGUA DEL GRIFO .....	38
<b>CUADRO 22</b> ¿EXISTEN ALGUNAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN SU COMUNIDAD QUE PUE DAN DETERIORAR LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUMEN? .....	39
<b>CUADRO 23</b> CLASIFICACIÓN DEL AGUA QUE CONNSUME EN SU COMUNIDAD .....	41
<b>CUADRO 24</b> ¿ES IMPORTANTE EL PROTEGER LA FUENTE DE AGUA DE SU COMUNIDAD?.....	42
<b>CUADRO 25</b> RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA CAMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES Y COMPARACIÓN CON LA NB 512.....	45
<b>CUADRO 26</b> RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAÍN ROMERO .....	47
<b>CUADRO 27</b> RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ.....	49

<b>CUADRO 28</b> COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS REQUISITOS DE LA NB 512.....	51
<b>CUADRO 29</b> RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA UNIÓN DE LAS VERTIENTES O CÁMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES .....	54
<b>CUADRO 30</b> RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAÍN ROMERO .....	55
<b>CUADRO 31</b> RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ.....	56
<b>CUADRO 32</b> COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS CON LA NB512 .....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Página</b>
<b>GRÁFICA 1</b> GRÁFICA DE LOS BENEFICIARIOS .....	30
<b>GRÁFICA 2</b> CONOCIMIENTO DE DÓNDE PROVIENE EL AGUA PARA SU COMUNIDAD .....	32
<b>GRÁFICA 3</b> ¿CALIDAD DE AGUA QUE CONSUMEN ES BUENA? .....	33
<b>GRÁFICA 4</b> ¿EL SISTEMA DE AGUA POTABLE FUNCIONA BIEN EN SU COMUNIDAD?.....	34
<b>GRÁFICA 5</b> ¿RECIBE ALGÚN TRATAMIENTO EL AGUA EN LA COMUNIDAD?.....	35
<b>GRÁFICA 6</b> MANTENIMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	36
<b>GRÁFICA 7</b> CONSUME EL AGUA CRUDA .....	37
<b>GRÁFICA 8</b> PADECIMIENTO DE ENFERMEDAD AL CONSUMIR AGUA DEL GRIFO .....	38
<b>GRÁFICA 9</b> ¿EXISTEN ALGUNAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN SU COMUNIDAD QUE PUEдан DETERIORAR LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUMEN? .....	40
<b>GRÁFICA 10</b> CLASIFICACIÓN DEL AGUA QUE CONSUME EN SU COMUNIDAD.....	41
<b>GRÁFICA 11</b> ¿ES IMPORTANTE EL PROTEGER LA FUENTE DE AGUA DE SU COMUNIDAD? .....	42
<b>GRÁFICA 12</b> DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN TODO EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE TARUPAYO.....	44

<b>GRÁFICA 13</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN LA CÁMARA RECEPTORA EN LAS VERTIENTES CON LOS REQUISITOS DE LA NB512 .....	46
<b>GRÁFICA 14</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAIN ROMERO CON LOS REQUISITOS DE LA NB512 .....	48
<b>GRÁFICA 15</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ CON LOS REQUISITOS DE LA NB 512.....	50
<b>GRÁFICA 16</b> COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO .....	52
<b>GRÁFICA 17</b> RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA UNIÓN DE LAS VERTIENTES O CÁMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES.....	54
<b>GRÁFICA 18</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA NB 512 .....	55
<b>GRÁFICA 19</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA NB 512 .....	56
<b>GRÁFICA 20</b> COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS CON LA NB 512 .....	57