

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS EN RESERVORIOS DE AGUA DE LLUVIA: SIN IMPERMEABILIZACIÓN, CON IMPERMEABILIZACIÓN DE GEO-MEMBRANA, HORMIGÓN CICLÓPEO, ARCILLA COMPACTADA Y SU COSTO UNITARIO”.**

**Por:**

**GIOVANNI SIHUIRO ORTEGA**

**DICIEMBRE de 2013**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OO.SS.**

**“DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS EN RESERVORIOS DE AGUA DE LLUVIA: SIN IMPERMEABILIZACIÓN, CON IMPERMEABILIZACIÓN DE GEO-MEMBRANA, HORMIGÓN CICLÓPEO, ARCILLA COMPACTADA Y SU COSTO UNITARIO”.**

**Por:**

**GIOVANNI SIHUIRO ORTEGA**

**PROPUESTA ELABORADA EN LA ASIGNATURA**

**CIV 502**

**PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II M. HIDRÁULICA**

**DICIEMBRE de 2013**

**TARIJA – BOLIVIA**

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

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle primeramente este gran logro a Dios.

A mis padres por su ayuda, cooperación y por mantenerse siempre a mi lado apoyándome en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y antes que nada darle Gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecerme e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido una compañía durante toda mi carrera.

A mis padres, por su ayuda, comprensión y por las noches de desvelo que les cause, por su educación, por todas y cada una de las cosas que me han enseñado; por este logro y por muchos más... Gracias, los amo.

Nunca consideres el estudio como obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein.

**“DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS EN RESERVORIOS DE AGUA DE LLUVIA:  
SIN IMPERMEABILIZACIÓN, CON IMPERMEABILIZACIÓN DE GEO-  
MEMBRANA, HORMIGÓN CICLÓPEO, ARCILLA COMPACTADA Y SU  
COSTO UNITARIO”.**

**ÍNDICE GENERAL**

**CAPÍTULO I  
INTRODUCCIÓN**

1.1. Selección y Definición del Tema del Proyecto .....	1
1.2. Ubicación Geográfica del Proyecto .....	3
1.3. El Problema .....	4
1.4. Objetivos .....	6
1.5. Justificación .....	6
1.6. Hipótesis .....	11

**CAPÍTULO II  
RESERVORIOS DE AGUA DE LLUVIA Y SUS PÉRDIDAS**

2.1 Introducción .....	12
2.2 Propiedad, Derechos de Tierra y Agua .....	12
2.3 Ubicación .....	13
2.4 La Fuente de Agua .....	14
2.5 El Uso del Agua .....	17
2.6 Pérdidas por el Almacenamiento del Agua .....	18
2.6.1 Evaporación .....	19
2.6.2 Infiltración .....	28
2.7 Impermeabilización de los Reservorios .....	33
2.8 Análisis de Precios Unitarios.....	35

**CAPÍTULO III**  
**RECOLECCIÓN DE DATOS**

3.1	Identificación y características de la zona de estudio .....	40
3.2	Propiedades geométricas de los reservorios .....	41
3.3	Propiedades mecánicas de los suelos.....	46
3.4	Cuantificación de pérdidas .....	56
3.5	Diseño y cálculos métricos de los reservorios .....	58

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	Análisis de resultados .....	63
4.1.1	Análisis de correlaciones de las pérdidas por evaporación .....	64
4.1.2	Análisis de correlaciones de las pérdidas por infiltración .....	74
4.1.3	Análisis del costo de construcción de reservorios impermeabilizados con distintos materiales .....	77
4.2	Comparación de resultados .....	77
4.2.1	Comparación de las pérdidas por evaporación .....	78
4.2.2	Comparación de las pérdidas por infiltración .....	80
4.2.3	Comparación de los costos de construcción .....	82

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones .....	88
Recomendaciones .....	90
Bibliografía .....	91

**ANEXOS**

Anexo I	Levantamiento Topográfico
Anexo II	Análisis de Suelos
Anexo III	Planilla de Datos
Anexo IV	Precios Unitarios
Anexo V	Cálculos Métricos y Costo de cada Reservorio
Anexo VI	Datos de Evaporación de la Estación CENAVIT
Anexo VII	Datos Diarios Medidos y Calculados
Anexo VIII	Precios de Operación y Mantenimiento
Anexo IX	Plano Demostrativo de un Reservorio