

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS FLEXIBLES PARA LA ZONA  
EL ALTILLO-CALAMUCHITA MEDIANTE LA APLICACIÓN  
DE ESTUDIOS Y COMPARACIONES TÉCNICAS DEL ESTADO  
DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN EL RÍO  
CAMACHO”**

**POR:**

**JOSÉ RODRÍGUEZ POSTIGO**

**DICIEMBRE DE 2013**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS FLEXIBLES PARA LA ZONA  
EL ALTILLO-CALAMUCHITA MEDIANTE LA APLICACIÓN  
DE ESTUDIOS Y COMPARACIONES TÉCNICAS DEL ESTADO  
DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN EL RÍO  
CAMACHO”**

**POR:**

**JOSÉ RODRÍGUEZ POSTIGO**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV-502**

**DICIEMBRE DE 2013**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
Ing. Juan Carlos Loza Vélez

**DOCENTE GUIA**

.....  
Ing. Ernesto R. Álvarez Gonzalvez

**DECANO**

**FACULTAD DCYT**

.....  
Ing. Silvana S. Paz Ramírez

**VICEDECANO**

**FACULTAD DCYT**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
**TRIBUNAL 1**

Ing. Alberto Tomas Calderón Orellana

.....  
**TRIBUNAL 2**

Ing. Adel Gonzalo Cortéz Maire

.....  
**TRIBUNAL 3**

Ing. Henry Monzón De Los Ríos

El tribunal calificador del presente proyecto de grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se estrechaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A primer lugar a Dios por iluminar nuestro camino, y ser la fortaleza en la tribulación, agradecido con la vida misma.

A mis padres David Rodríguez y Betty Postigo, por el amor e incansable apoyo y entrega incondicional durante mis años de formación, y sobre todo por la paciencia inagotable.

A mi abuelita Alicia que durante varios años supo comprender mi ausencia y fugases visitas, porque depositó en mí sus mejores deseos en pro de mi formación profesional.

A mi novia Marcia por su comprensión, apoyo y presencia constante en especial en esta, la mejor etapa de mi vida.

A Mireia Ludwig y Sebastián Janz por su comprensión y apoyo durante el desarrollo del proyecto a pesar del limitado tiempo que pudimos compartir, espero su estadía haya sido más que grata.

A mis hermanos David, Pablo, Abraham y Moisés por su ayuda en tantos y tan variados momentos de nuestra convivencia.

Al Ing. Juan Carlos Loza Vélez por toda su ayuda y tutoría a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Henry Monzón De Los Ríos por su amistad, apoyo y aliento durante el desarrollo de este proyecto y sobre todo por su predisposición permanente en aclarar mis dudas.

Al Director del Departamento de Hidráulica y OO.SS. M. Sc. Ing. José Navia Ojeda por el apoyo brindado desde el inicio de la elaboración del proyecto.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.

A mis amigos, muchas gracias por su incondicional apoyo y afecto. Sin lugar a dudas hemos disfrutado de tantas cosas juntos y por eso forman parte de mi vida.

**!!!Muchas Gracias!!!**

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
1.1. Antecedentes.- .....	3
1.2. El problema.- .....	4
1.2.1. Planteamiento del problema.-.....	4
1.2.2. Formulación del problema.- .....	5
1.2.3. Sistematización del problema.- .....	5
1.3. Objetivos.- .....	6
1.3.1. Objetivo general.- .....	6
1.3.2. Objetivos específicos.-.....	6
1.4. Justificación.-.....	6
1.4.1. Justificación teórica.-.....	6
1.4.2. Justificación metodológica.- .....	7
1.4.3. Justificación práctica.- .....	9
1.5. Hipótesis.-.....	9
1.5.1. Hipótesis de primer grado.-.....	9
1.5.2. Hipótesis de segundo grado.- .....	9
1.5.3. Hipótesis de tercer grado.- .....	9
1.6. Marcos de referencia.-.....	10
1.6.1. Marco teórico.- .....	10
1.6.2. Marco conceptual.- .....	11
1.6.3. Marco espacial.- .....	20
1.6.4. Marco temporal.-.....	20
1.7. Marco metodológico.- .....	20
1.7.1. Métodos generales.-.....	20
1.7.2. Métodos Particulares.- .....	20
1.7.3. Técnicas e instrumentos.....	21
<b>CAPÍTULO II</b> .....	22
2.1. Descripción, localización y ubicación del proyecto de investigación.-.....	22

2.1.1. Antecedentes.-.....	22
2.1.2. Descripción de la zona del proyecto de investigación.- .....	23
2.1.3. Localización del proyecto de investigación.- .....	24
2.1.4. Vías de acceso.- .....	24
2.2. Identificación de situaciones potenciales de riesgo.- .....	25
2.3. Caudales máximos.-.....	27
2.4. Análisis de agresividad del agua y determinación del índice de Langelier para El Altillo – Calamuchita.- .....	28
2.5. Análisis comparativo de estructuras flexibles de gavión presentes en la cuenca.....	30
2.6 Metodología para el diseño de Gaviones.- .....	34
2.6.1 Protecciones en el curso principal del río Camacho.- .....	34
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>38</b>
3.1. La erosión en un cauce fluvial.-.....	38
3.2 Gasto sólido de fondo.- .....	39
3.3. Gasto sólido en suspensión.- .....	40
3.4. Consideraciones del cálculo del gasto sólido en suspensión y del gasto de fondo.-.....	42
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>44</b>
4.1. Resultados.- .....	44
4.1.1. Gaviones galvanizados Calamuchita-El Altillo.- .....	44
4.1.2. Gaviones “Galfan® + pvc” Calamuchita confluencia río Camacho con río Guadalquivir.- .....	46
4.1.3. Gaviones “Caja fuerte®” La Higuera.-.....	47
4.2. Análisis y depuración de alternativas propuestas.- .....	48
4.2.1. Alternativa 1.- .....	48
4.2.2. Alternativa 2.- .....	49
4.2.3. Alternativa 3.- .....	49
4.3. Propuesta técnica.-.....	50
4.4. Condiciones de aplicación.-.....	51
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.....	15
Figura 1.2.....	16
Figura 1.3.....	18
Figura 2.4.....	28
Figura 2.3.....	27
Figura 2.4.....	29
Figura 2.5.....	32
Figura 2.6.....	34
Figura 2.7.....	35
Figura 2.8.....	35
Figura 2.9.....	36
Figura 4.11.....	45
Figura 4.12.....	45
Figura 4.13.....	46
Figura 4.14.....	47
Figura 4.15.....	51
Figura 4.17.....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1.....	21
Cuadro 1.2.....	21
Cuadro 2.3.....	27
Cuadro 2.4.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I MAPAS DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CROQUIS DE UBICACIÓN.

ANEXO II CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DE LA CUENCA.

ANEXO III ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

ANEXO III-1 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

ANEXO III-2 ESTUDIO HIDRÁULICO.

ANEXO IV EROSIÓN Y TRANSPORTE DE SEDIMENTO.

ANEXO V MEMORIA DE CÁLCULO.

ANEXO V-1 VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS.

ANEXO V-1-A ALTERNATIVA SELECCIONADA SECCIÓN TIPO A.

ANEXO V-1-B ALTERNATIVA SELECCIONADA SECCIÓN TIPO B.

ANEXO V-2 SOCAVACION Y DIMENSIONAMIENTO DE COLCHONETA.

ANEXO VI PLANILLA TOPOGRÁFICA.

ANEXO VII ESTUDIO DEL AGUA.

ANEXO VIII PLANOS.