

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.



PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO ESTRUCTURAL MUROS DE CONTENCIÓN PASOS DE
QUEBRADA TRAMOS CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS -
SALINAS” (PROVINCIA O’CONNOR)**

TOMO I: TEXTO Y ANEXOS 1 AL 7

ELABORADO POR:

JUAN CRUZ ORTEGA

SEMESTRE I, GESTIÓN 2019

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.

**“DISEÑO ESTRUCTURAL MUROS DE CONTENCIÓN PASOS DE
QUEBRADA TRAMOS CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS -
SALINAS” (PROVINCIA O’CONNOR)**

PROYECTO DE GRADO

ELABORADO POR:

JUAN CRUZ ORTEGA

SEMESTRE I, GESTIÓN 2019

TARIJA-BOLIVIA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.



PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO ESTRUCTURAL MUROS DE CONTENCIÓN PASOS DE
QUEBRADA TRAMOS CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS -
SALINAS” (PROVINCIA O’CONNOR)**

TOMO II: ANEXOS 8 Y 9

ELABORADO POR:

JUAN CRUZ ORTEGA

SEMESTRE I, GESTIÓN 2019

TARIJA-BOLIVIA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.

**“DISEÑO ESTRUCTURAL MUROS DE CONTENCIÓN PASOS DE
QUEBRADA TRAMOS CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS -
SALINAS” (PROVINCIA O’CONNOR)**

PROYECTO DE GRADO

ELABORADO POR:

JUAN CRUZ ORTEGA

SEMESTRE I, GESTIÓN 2019

TARIJA-BOLIVIA

El docente y tribunal calificador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidariza con los términos, la forma, los modos y expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

VºBº

M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez
DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

Ing. Juan Pablo Ayala
Tribunal

Ing. Michael Echalar
Tribunal

Ing. Mabel Zambrana V.
Tribunal



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
"JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE HUMANIDADES
Departamento de Idiomas
CENTRO DE TRADUCCIÓN Y CORRECCIÓN C.T.C
Campus Universitario - Tel. 6665045 6643114 - Interno 108
Tarija -Bolivia



CERTIFICADO

El Centro de Traducción y Corrección de la UAJMS certifica que, la Tesis titulada **"DISEÑO ESTRUCTURAL MUROS DE CONTENCIÓN PASOS DE QUEBRADA TRAMOS CARRETERA QUEBRADA LAS VACAS SALINAS"** correspondiente al estudiante **UNIV. JUAN CRUZ ORTEGA** de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias y Tecnología, fue corregida en lo que respecta a los aspectos gramaticales y sintácticos y ortográficos

Es cuento certificamos para los fines consiguientes del interesado.

Tarija, 5 de junio de 2019


M.Sc. Lic. Giovanna Barrero Ortega
DIRECTORA DPTO. DE IDIOMAS
FACULTAD DE HUMANIDADES



DEDICATORIA:

A Dios que me brindo luz en los problemas que se me presentaron. A mis padres y al resto de mi familia que siempre estuvieron ahí para apoyarme y darme fuerza en todo momento.

AGRADECIMIENTO:

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, por haberme transmitido sus conocimientos y contribuido en mi formación profesional.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
CAPÍTULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. El problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.3.1. Académico	3
1.3.2. Técnico.....	3
1.3.3. Social.....	3
1.4. Alcance del proyecto	3
1.5. Localización	4
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Levantamiento topográfico.....	8
2.2. Estudio hidrológico e hidráulico	8
2.3. Estudio de suelos	8
2.3.1. Ensayo de suelos in situ y laboratorio.....	9
2.4. Evaluación de empujes de tierras	9
2.4.1. Presión estática.....	10
2.4.1.1. Empuje de reposo.....	10
2.4.1.2. Empuje activo	12
2.4.1.3. Empuje intermedio.....	17
2.4.2. Presión forzada.....	18
2.4.2.1. Empuje pasivo.....	18
2.4.3. Efecto de la sobrecarga	19

2.4.3.1.	Sobrecarga uniforme sobre el muro	19
2.4.3.2.	Presencia de agua en el relleno del muro	20
2.5.	Tipos de muros	21
2.5.1.	Muros de gravedad.....	21
2.5.1.1.	Características generales	21
2.5.1.2.	Dimensionamiento	22
2.5.1.3.	Condiciones de diseño	23
2.5.2.	Muro en voladizo	24
2.5.2.1.	Características generales	24
2.5.2.2.	Dimensionamiento	26
2.5.2.3.	Condiciones de diseño	27
2.5.3.	Muro de tierra armada.....	27
2.5.3.1.	Características generales	28
2.5.3.2.	Dimensiones de la estructura	31
2.5.3.3.	Condiciones de diseño	32
2.5.4.	Vida útil de los muros	35
2.6.	Estabilidad	36
2.6.1.	Estabilidad al volcamiento.....	36
2.6.2.	Estabilidad al deslizamiento.....	37
2.6.3.	Presiones de contacto	38
2.6.4.	Cálculo de esfuerzo en la fundación	39
2.6.5.	Incumplimiento de las condiciones de estabilidad.....	40
2.7.	Juntas y drenaje	41
2.7.1.	Juntas.....	41
2.7.2.	Drenaje.....	42
2.8.	Diseño del hormigón armado	44
2.8.1.	Módulo de elasticidad del hormigón y del acero	44
2.8.2.	Factores de minoración de resistencia.....	45
2.8.3.	Verificación de los esfuerzos por corte.....	45
2.8.4.	Verificación de los esfuerzos de flexión	48
2.8.5.	Anclajes.....	50
2.9.	Estrategias para la ejecución del proyecto.....	50
2.9.1.	Cómputos métricos	50

2.9.2.	Precios unitarios.....	51
2.9.3.	Especificaciones técnicas.....	51
2.9.4.	Planeamiento y cronograma de obra.....	51
CAPÍTULO III.....		52
3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	52
3.1.	Alternativas para la elección de muros de contención.....	52
3.1.1.	Alternativa 1 – Cambio de trazo.....	52
3.1.2.	Alternativa 2 – Canalizar las aguas de la quebrada.....	53
3.1.3.	Alternativa 3 – Muros de contención.....	54
3.2.	Análisis de levantamiento topográfico.....	55
3.3.	Análisis de estudios hidrológicos.....	55
3.3.1.	Estudio hidrológico.....	55
3.3.2.	Datos de las cuencas.....	56
3.3.3.	Estaciones pluviométricas.....	56
3.3.4.	Período de retorno de diseño.....	56
3.3.5.	Precipitación anual y análisis de consistencia.....	56
3.3.6.	Completar datos.....	57
3.3.7.	Tiempo de concentración (Tc).....	60
3.3.8.	Intensidad de lluvia.....	60
3.3.9.	Coeficiente de escorrentía.....	60
3.3.10.	Análisis de caudales (Método Racional).....	62
3.4.	Análisis de los estudios de los suelos.....	62
3.5.	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	64
3.5.1.	Diseño de las estructuras.....	64
3.5.1.1.	Muro en voladizo.....	64
3.5.1.2.	Muro de tierra armada.....	72
3.5.1.3.	Muro de gravedad.....	75
3.5.1.4.	Alcantarilla de paso.....	78
3.6.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	79
3.6.1.	Cómputos métricos.....	80
3.6.2.	Presupuesto.....	80
3.6.3.	Precios unitarios.....	80

3.6.4.	Especificaciones técnicas	80
3.6.5.	Plan o cronograma de obra.....	80
CAPÍTULO IV		81
4.	APORTE DEL ESTUDIANTE	81
4.1.	Marco conceptual	81
4.2.	Producto – Aporte	82
4.2.1.	Criterios para el diseño de muros mecánicamente estabilizados	82
4.2.2.	Detalle del diseño de los muros mecánicamente estabilizados	87
4.2.3.	Comparación técnica y económica entre los muros analizados	93
CAPÍTULO V		102
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	102
5.1.	Conclusiones	102
5.2.	Recomendaciones.....	103
BIBLIOGRAFÍA		104
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la carretera	4
Figura 2: Ubicación de la carretera en el dpto.	5
Figura 3: Ubicación de la alcantarilla 1, prog. 0+600,00.....	5
Figura 4: Ubicación de la alcantarilla 2, prog. 5+647,10.....	6
Figura 5: Ubicación de la alcantarilla 3, prog. 7+060,00.....	6
Figura 6: Ubicación de la alcantarilla 4, prog. 11+379,20.....	7
Figura 7: Ubicación de la alcantarilla 5, prog. 19+790,20.....	7
Figura 8: Empuje en reposo	11
Figura 9: Empuje activo	13
Figura 10: Presión activa de Coulomb	15
Figura 11: Empuje pasivo	18
Figura 12: Empuje de tierras con sobrecarga	20
Figura 13: Partes del muro	21
Figura 14: Tipos de muros de concreto: a) de concreto simple o	22
Figura 15: Dimensiones aproximadas para el diseño de muros de gravedad	23
Figura 16: Formas de muros en voladizo.....	25
Figura 17: Muro de contención en voladizo	26
Figura 18: Dimensiones aproximadas del muro en voladizo	27
Figura 19: Ejemplos de muros de tierra estabilizados mecánicamente.....	28
Figura 20: Muro sobre talud.....	29
Figura 21: Estabilidad externa con relleno y sobrecarga debida al tráfico	30
Figura 22: Dimensiones tentativas para el diseño de muros de tierra armada	31
Figura 23: Muro de tierra armada con placas de hormigón	35
Figura 24: Falla por volcamiento	37
Figura 25: Falla por deslizamiento.....	37
Figura 26: Falla por capacidad de carga	40
Figura 27: Muro con dentellón en la base.....	41
Figura 28: Juntas de construcción por interrupción de vaciado	42
Figura 29: Juntas de dilatación	42
Figura 30: Drenajes en muros de contención.....	43

Figura 31: Distribución equivalente del esfuerzo de compresión.....	49
Figura 32: Canalización de aguas y extensión del cabezal	53
Figura 33: Curva doble másica de las estaciones pluviométricas.....	57
Figura 34: Zonas y sub zonas de precipitación máxima en 24 horas.....	59
Figura 35: Esquema estructural del muro en voladizo.....	65
Figura 36: Referenciación del muro en voladizo	66
Figura 37: Cargas que actúan en el muro en voladizo	69
Figura 38: Diagrama de presiones en los dos puntos.....	72
Figura 39: Cargas actuantes en el muro de gravedad.....	77
Figura 40: Coeficiente de presión de tierra.....	89
Figura 41: Superficie de falla para refuerzos inextensibles.	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1. Valores de movimiento relativo Δ/H para alcanzar la condición mínima .	10
TABLA 2. 2. Valores de K_0 para varios tipos de suelos.....	11
TABLA 2. 3. Módulo de Poisson aproximado para diferentes tipos de suelos	12
TABLA 2. 4. Altura de carga equivalente a sobrecarga vehicular H_s	19
TABLA 2. 5. Peso Específico sumergido de diferentes suelos granulares	20
TABLA 2. 6. Mínimas profundidades embebidas de la cara frontal del muro.....	32
TABLA 2. 7. Módulos de elasticidad para diferentes resistencias de hormigón	44
TABLA 2. 8. Recubrimientos mínimos de concreto para acero de refuerzo	47
TABLA 2. 9. Diámetro mínimo de doblado	50
TABLA 3. 1. Ubicación de los muros.....	52
TABLA 3. 2. Muros recomendados según su altura.....	54
TABLA 3. 3. Elevaciones y ubicación de los muros respecto al trazo.....	55
TABLA 3. 4. Datos de las cuencas	56
TABLA 3. 5. Razón “q” de cada estación	58
TABLA 3. 6. Zonificación pluviométrica máxima en 24 horas	58
TABLA 3. 7. Sub zonificación pluviométrica máxima en 24 horas.....	59
TABLA 3. 8. Coeficiente de escorrentía.....	61
TABLA 3. 9. Caudales máximos por el método racional	62
TABLA 3. 10. Resumen de Ensayos de Geología.....	63
TABLA 3. 11. Dimensiones de muros en voladizo.....	65
TABLA 3. 12. Combinaciones de cargas y factores de carga	68
TABLA 3. 13. Factores de carga para cargas permanentes, γ_p	68
TABLA 3. 14. Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre muros de sostenimiento paralelos al tráfico.....	69
TABLA 3. 15. Dimensiones de muros de tierra armada.....	73
TABLA 3. 16. Dimensiones de muros de gravedad	76
TABLA 3. 17. Diámetros y velocidades de alcantarillas.....	79

TABLA 4. 1. Suelos especificados por la Norma AASHTO.....	82
TABLA 4. 2. Dimensiones de los muros de tierra armada a diferentes alturas	84
TABLA 4. 3. Dimensiones de los muros de gravedad a diferentes alturas	85
TABLA 4. 4. Dimensiones de los muros en voladizo a diferentes alturas	85
TABLA 4. 5. Aceros de muros en voladizo para diferentes alturas.	86
TABLA 4. 6. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 9$ metros	93
TABLA 4. 7. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 8$ metros	94
TABLA 4. 8. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 7$ metros	95
TABLA 4. 9. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 6$ metros	96
TABLA 4. 10. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 5$ metros	97
TABLA 4. 11. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 4$ metros	98
TABLA 4. 12. Costo de cada tipo de muro por metro para $h = 3$ metros	99
TABLA 4. 13. Diferencia de costos para cada muro respecto al menor costo.	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 3. 1: Curva granulométrica del 5to punto.....	64
Gráfica 3. 2: Colocación de mantas geotextiles en obra	73
Gráfica 4. 1: Calibración de costos del muro en voladizo en función de la altura.....	100
Gráfica 4. 2: Calibración de costos del muro de gravedad en función de la altura.....	100
Gráfica 4. 3: Calibración de costos del muro de tierra armada en función de la altura .	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	TOPOGRAFÍA
ANEXO II	HIDROLOGÍA
ANEXO III	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA GEOLOGÍA GEOTECNIA
ANEXO IV	CÁLCULO ESTRUCTURAL MUROS EN VOLADIZO MUROS DE TIERRA ARMADA MUROS DE GRAVEDAD
ANEXO V	ALCANTARILLAS
ANEXOS VI	CÓMPUTOS, PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO CÓMPUTOS PRECIOS UNITARIOS PRESUPUESTO
ANEXO VII	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ANEXO VIII	PLANOS
ANEXO IX	CRONOGRAMA DE OBRA