

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN



PROYECTO:

**COMPARACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA ENTRE MUROS EN VOLADIZO
Y MUROS PANTALLA DE HORMIGÓN ARMADO**

Postulante:

Lidio Angel Yelma Valdez

Docente Tutor:

Ing. Paul Dennis Carrasco Arnold

Tarija – Bolivia

V°B°

Ing. Paul Dennis Carrasco Arnold
TUTOR

Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina
**DECANO DE LA FACULTA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

Msc. Lic. Marlene Hoyos
DIRECTORA "P.E. T."

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan José Choque H.

Ing. Rodrigo Sandoval

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

ÍNDICE

CAPÍTULO I

ELEMENTOS OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática Actual	1
1.3 Identificación del Problema	2
1.4 Objetivos	2
<i>1.4.1 Objetivo General</i>	2
<i>1.4.2 Objetivos Específicos</i>	3
1.5 Marco Referencial	3
<i>1.5.1 Discusión de la Información Disponible</i>	3
<i>1.5.2 Formulación de los Resultados</i>	3
1.6 Alcance Del Trabajo	4
1.7 Hipótesis	4
1.8 Justificación	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO:

TEORÍA DE EMPUJES Y RESISTENCIA DEL TERRENO

2.1. Estudios Básicos	6
<i>2.1.1 Características Físicas</i>	8
<i>2.1.2 Características Mecánicas</i>	10
<i>2.1.3 Ensayos de Suelos</i>	12
2.2 Teoría de Culomb	13
2.3 Estado de Rankine	16

2.4 Proceso Gráfico de Cullman	20
2.5 Tipos de Falla	25
2.5.1 En Muros en Voladizo	25
<i>a. Seguridad al Vuelco</i>	26
<i>b. Pérdida de Capacidad de Carga del Suelo que Soporta la Base</i>	26
<i>c. Seguridad al Deslizamiento</i>	26
<i>d. Seguridad a la Rotura por Flexión</i>	26
<i>e. Corte del Terreno a Mayor Profundidad</i>	27
2.5.2 En Muros Pantalla	27
<i>a. Rotura del Terreno en el Pie de la Pantalla</i>	27
<i>b. Rotura del Terreno por Fallo del Anclaje</i>	27
<i>c. Rotura del Terreno en la Placa del Anclaje</i>	28

CAPÍTULO III

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

3.1 Muros en Voladizo	29
3.1.1 Introducción	29
3.1.2 Esquema de Ejecución	31
3.2 Muros Pantalla	37
3.2.1 Introducción	37
3.2.2 Esquema de Ejecución	38
<i>a. Ejecución Muros Guía</i>	39
<i>b. Excavación de Paneles</i>	41

<i>c. Colocación de Lodos de Perforación</i>	45
<i>d. Colocación de Armaduras</i>	47
<i>e. Hormigonado de los Paneles</i>	48
<i>f. Viga de Coronación</i>	51
<i>g. Anclajes de los Muros Mediante Tirantes Pretensados</i>	51
3.2.3 Estabilidad de la Excavación	53
3.2.4 Muros Pantalla Prefabricados	58
3.2.5 Bentonita	59
<i>a. Propiedades de las Bentonitas</i>	60
<i>b. Tixotropia</i>	62

CAPÍTULO IV

MÉTODO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE SUELOS

4.1 Muros de Hormigón Armado en Voladizo	64
<i>4.1.1 Consideraciones de Diseño</i>	64
<i>4.1.2 Factor de Seguridad al Volcamiento</i>	67
<i>4.1.3 Factor de Seguridad al Deslizamientos</i>	68
4.2 Muros Pantalla de Hormigón Armado	68
<i>4.2.1 Consideraciones de Diseño</i>	68
<i>4.2.2 Muros Pantalla Autoestables</i>	69
<i>4.2.3 Pantallas Ancladas (un nivel de anclaje)</i>	72
<i>a. Método del Extremo Libre</i>	74
<i>b. Método del Extremo Empotrado</i>	74
<i>4.1.4 Empotramiento Mínimo</i>	78
<i>4.1.5 Longitud de Anclaje</i>	80

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LOS MODELOS ESTRUCTURALES

5.1 Diseño de Muros de Contención.....	82
<i>5.1.1 Criterios de Cálculo: Muros en Voladizo.....</i>	<i>83</i>
<i>5.1.2 Criterios de Cálculo: Muros Pantalla.....</i>	<i>84</i>
<i>5.1.3 Cálculo de Muros de Hormigón Armado en Voladizo.....</i>	<i>85</i>
<i>5.1.4 Cálculo de Muros Pantalla de Hormigón Armado.....</i>	<i>124</i>

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Análisis de Precios Unitarios.....	150
6.3 Cuadro Resumen de Costos de Construcción por Metro Lineal de Muro.....	157
6.3 Cuadro de Resumen Costo Total del Muro de Contención.....	158
6.4 Gráfico: Costo Muro vs Altura.....	159

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones Generales.....	160
5.2 Conclusiones Específicas.....	160
5.3 Recomendaciones.....	161

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Determinación del Empuje Activo.....	14
Fig. 2.2 Determinación del Empuje Pasivo.....	15
Figura 2.3 Trayectoria de esfuerzos para los estados activo y pasivo de Rankine.....	16
Figura 2.4 Estados de Rankine correspondientes a las presiones estáticas.....	17
Fig.2.5 Orientación líneas de deslizamiento: a) estado activo b) estado pasivo.....	18
Figura 2.6 Muro de trasdós vertical y relleno de ángulo β	20
Fig. 2.7 Proceso gráfico de Culmann.....	21
Figura 2.8 Determinación del empuje max. método de Cullmann.....	21
Fig.2.9 Discontinuidad del proceso de Cullmann.....	22
Fig. 2.10 Determinación del empuje activo según Cullman.....	23
Fig. 2.11 Determinación del punto de aplicación del empuje.....	23
Fig. 2.12 Diagrama de presiones para suelo estratificado.....	24
Fig. 2.13 Diagrama de presiones para tres capas de suelo.....	25
Fig. Nº 3.1 Tipos de muros tradicionales.....	29
Fig. Nº 3.2 Sección tipo de un muro en voladizo.....	30
Fig. Nº 3.3 Excavación supuesta.....	31
Fig. Nº 3.4 Excavación supuesta realizada.....	31
Fig. Nº 3.5 Esquema armadura del Tacón.....	32
Fig. 3.6 Esquema de fijación de armadura de espera.....	33
Fig. Nº 3.7 Ubicación de y forma de las barras tipo pies de pato.....	34
Fig. Nº 3.8 Tipos de juntas de hormigonado o llaves de corte.....	35
Fig. Nº 3.9. Detalles constructivos en juntas de hormigón.....	36
Fig. Nº 3.10. Descripción de un sistema de drenaje tipo.....	37
Fig. Nº 3.11 Sección tipo de un muro pantalla.....	38
Fig. Nº 3.12. Muro guía en zonas sin edificios colindantes.....	39
Fig. Nº 3.13. Muro guía en zonas con edificios colindantes.....	40
Fig. Nº 3.14. Secciones tipo de muros guía.....	40
Fig. Nº 3.15. Cuchara de accionamiento hidráulico.....	41
Fig. Nº 3.16. Cuchara de acondicionamiento por medio de cables.....	42

Fig. N° 3.17 Vista en planta de un muro pantalla.....	43
Fig. N° 3.18. Esquema de ejecución de paneles por medio de paneles contiguos.....	44
Fig. 3.19 Junta por medio de tablestacas.....	44
Fig. N° 3.20 Sistema de juntas prefabricadas.....	45
Fig. N° 3.21. Hidratación de una partícula de bentonita.....	46
Fig. N° 3.22. Acción estabilizadora de la bentonita (lodo)	47
Fig. N° 3.23. Hormigonado de paneles por medio de tubos tremie.....	49
Fig. N° 3.24. Defectos de hormigonado.....	50
Fig. N° 3.25. Viga de Coronación.....	51
Fig. N° 3.26. Fases de excavación y de anclaje.....	51
Fig. N° 3.27. Esquema general de un anclaje.....	52
Fig. N° 3.28. Efecto bóveda.....	55
Fig. N° 3.29. Diagrama de tensiones verticales en una pared.....	56
Fig. N° 3.30. Variación de σ_x , con respecto a la profundidad y longitud del panel.....	57
Fig. N° 3.31. Muros pantalla prefabricados.....	59
Fig. N° 4.1. Muro de hormigón armado en voladizo, pre dimensionamiento.....	64
Fig. N° 4.2. Secciones críticas de un muro en voladizo y llave de corte.....	65
Fig. N° 4.3. Llave corte.....	66
Fig. N° 4.4. Empuje efectivo sobre un muro de contención con talón.....	67
Fig. N° 4.5 Diagrama de empujes en una pantalla, método de Blum.....	70
Fig. N° 4.6. Deformación y reacciones sobre una pantalla.....	71
Fig. N° 4.7 Diagrama de tensiones en la zona de momento nulo (contraempuje).....	72
Fig. N° 4.8 Pantalla anclada.....	72
Fig. N° 4.9. Circulo de deslizamiento para un muro anclado.....	73
Fig. N° 4.10. Esquema gráfico del método del extremo libre.....	74
Fig. N° 4.11. Comparación de diagramas de presiones.....	76
Fig. N° 4.12. Diagrama de presiones para materiales granulares.....	77
Fig. N° 4.13. Diagrama de presiones para arcillas.....	77
Fig. N° 4.14. Diagrama de presiones para arcillas fisuradas.....	78

Fig. N° 4.15. Líneas de elevación (deslizamiento), actuantes en el fondo de la excavación o empotramiento.....	79
Fig. N° 4.16. Parámetros para definir la resistencia última de anclajes directos.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 4.1.....	79
Tabla N° 4.2.....	81
Tabla N° 5.1.....	82
Tabla N° 6.1.....	150