

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**



**“ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON GEOGRILLAS Y  
GEOTEXTILES”**

**(Aplicado a La Avenida Sagredo - Barrio German Busch)**

**Por:**

**DANIEL CHAVEZ HERBAS**

Proyecto presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Gestión 2015**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**

**“ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON GEOGRILLAS Y  
GEOTEXTILES”**

**(Aplicado a La Avenida Sagredo - Barrio German Busch)**

**Por:**

**DANIEL CHAVEZ HERBAS**

**Gestión 2015**

**TARIJA – BOLIVIA**



**El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Pedro y Marcia, a mi esposa Elva a mi suegra Segunda a mis hijos Daniel y Nicolás y mis hermanos por el esfuerzo y ayuda incalculable, por guiarme en el camino de la superación y ser la constante motivación en la conclusión del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado la dicha de alcanzar una profesión, sin su voluntad y su bendición nada es realidad.

A mis padres, a mi esposa por el apoyo y compañía incondicionales, por los consejos y deseos llenos de esperanza que me supieron brindar a lo largo de estos años.

A mis Docentes guías, Ingeniero Marcelo Pacheco por el apoyo desinteresado durante la realización y revisión de este trabajo.

A mis hermanos, ya que con mucha esperanza y sacrificio me acompañaron en el camino de la vida.

A cada uno de mis amigos/as y personas que me brindaron el granito de arena para la realización de este trabajo.

**PENSAMIENTO**

“La disciplina es la parte más importante del éxito”

Truman Capote

# INDICE

**Advertencia**  
**Dedicatoria**  
**Agradecimiento**  
**Pensamiento**  
**Resumen**

	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCION</b>	
<b>1.1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Antecedentes.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Justificación e Importancia del Proyecto.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Objetivo del Proyecto.....</b>	<b>3</b>
1.4.1.    Objetivo General.....	3
1.4.2.    Objetivos Específicos.....	3
<b>1.4. Medio.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Metodología.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Alcance.....</b>	<b>5</b>
 <b>CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES Y METODOS DE ESTABILIZACION CON GEOSINTETICOS</b>	
<b>2.1. Generalidades.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Características de los Taludes en Carreteras.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Fundamentos Sobre Deslizamientos.....</b>	<b>10</b>
2.3.1.    Definición.....	11
2.3.2.    Morfología y componentes de un deslizamiento.....	11
2.3.3.    Dimensiones de un deslizamiento.....	13
2.3.4.    Tipos de deslizamientos.....	14
2.3.5.    Factores geomorfológicos.....	14
2.3.6.    Factores internos de la formación.....	15
2.3.7.    Factores externos en el entorno de la formación.....	15
2.3.7.1.    Deslizamiento Superficial (CREEP).....	15
2.3.7.2.    Deslizamiento Rotacional.....	17

2.3.7.3.	Deslizamiento Traslacional.....	20
2.3.7.4.	Derrumbes.....	22
2.3.8.	Resistencia al Corte de los Suelos.....	28
2.3.8.1.	Angulo de Fricción.....	29
2.3.8.2.	Cohesión.....	29
2.3.8.3.	Cohesión Aparente.....	29
2.3.8.4.	Principio de las Presiones Efectivas.....	29
2.3.8.5.	Relación Esfuerzo - Deformación.....	32
2.3.8.6.	Parámetros de Presión de Poros.....	34
2.3.8.7.	Circulo de Mohr.....	35
2.3.8.8.	Envolvente de Falla.....	35
2.3.8.9.	Trayectoria de Esfuerzos.....	37
2.3.9.	Factores que intervienen en el estudio de los deslizamientos.....	38
2.3.9.1.	Geológicos.....	38
2.3.9.2.	Litológicos.....	38
2.3.9.3.	Tectónicos.....	39
2.3.9.4.	Geomorfológicos.....	39
2.3.9.5.	Vulcanismo.....	39
2.3.9.6.	Antrópicos.....	39
2.3.10.	Otros factores que intervienen en la estabilidad de los taludes o laderas.....	40
2.3.10.1.	Gravedad.....	40
2.3.10.2.	Fluidificación.....	41
2.3.10.3.	Presión de Poros y sus Efectos.....	42
2.3.10.4.	Frente Húmedo.....	45
2.3.10.5.	Hidrología y Clima.....	46
2.3.10.6.	Agua y Estabilidad.....	48
2.3.10.7.	Medidas de Mitigación y/o Solución a Largo Plazo...	49
<b>2.4.</b>	<b>Análisis Mecánico de Suelos.....</b>	<b>49</b>
2.4.1.	Granulometría.....	50
2.4.2.	Límites de Atterberg.....	51
2.4.3.	Peso específico de los suelos.....	52

<b>2.5. Geosintéticos.....</b>	<b>52</b>
2.5.1. Aspectos generales de las Geogrillas o Geomallas.....	52
2.5.2. Aspectos generales de los geotextiles.....	61
<b>2.6. Métodos de Estabilización de Taludes con Suelo Reforzado.....</b>	<b>71</b>
2.6.1. Generalidades.....	71
2.6.2. Muro de contención de suelo reforzado mediante Geogrillas y Geotextiles.....	72
2.6.3. Muro de suelo reforzado mediante Geoceldas.....	98
2.6.4. Muro de Contención de Gaviones.....	109
2.6.5. Muro de contención de suelo reforzado mediante mallas metálicas.....	114
2.6.6. Taludes o Terraplenes reforzados.....	122

### **CAPÍTULO III: ESTABILIDAD DE TALUDES CON GEOGRILLAS Y GEOTEXTILES**

<b>3.1. Aspectos Generales.....</b>	<b>146</b>
3.1.1. Ubicación General.....	146
3.1.2. Ubicación Específica del Talud.....	147
<b>3.2. Geología.....</b>	<b>148</b>
<b>3.3. Recursos Hídricos.....</b>	<b>149</b>
3.3.1. Hidrografía.....	149
3.3.2. Hidrología.....	149
<b>3.4. Topografía.....</b>	<b>151</b>
3.4.1. Reconocimiento Topográfico.....	151
3.4.2. Levantamiento Topográfico.....	151
3.4.3. Procesamiento de datos.....	153
<b>3.5. Suelos.....</b>	<b>156</b>
3.5.1. Resultados.....	157
<b>3.6. Diseño de Estructura con Geotextil.....</b>	<b>160</b>
3.6.1. Consideraciones para el diseño de la estructura de suelo reforzado con geotextil.....	160
3.6.2. Verificación de la estabilidad del talud.....	167
<b>3.7. Diseño de Estructura con Geogrilla.....</b>	<b>170</b>
3.7.1. Consideraciones para el diseño de la estructura de suelo reforzado	

con geogrillas.....	170
3.7.2. Verificación de la estabilidad del talud.....	177
<b>3.8. Presupuesto.....</b>	<b>180</b>
3.8.1. Cálculo de Presupuesto.....	180
<b>3.9. Análisis de Resultados.....</b>	<b>181</b>
3.9.1. Análisis de los resultados de las condiciones actuales del talud.....	181
3.9.2. Análisis de los resultados del muro de suelo reforzado.....	181

**CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>4.1. Conclusiones.....</b>	<b>183</b>
<b>4.2. Recomendaciones.....</b>	<b>185</b>

<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>187</b>
--------------------------	------------

**ANEXOS**

# INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>CAPITULO II</b>	
FIGURA 2.1. Ladera (forma natural).....	8
FIGURA 2.2. Corte (intervención humana).....	8
FIGURA 2.3. Nomenclatura de taludes y laderas.....	9
FIGURA 2.4. Nomenclatura de un deslizamiento.....	11
FIGURA 2.5. Dimensiones de los movimientos.....	13
FIGURA 2.6. Superficie donde ocurren las fallas que provocan deslizamientos.....	14
FIGURA 2.7. Denominación de fallas y deslizamientos.....	15
FIGURA 2.8. Rotura típica con forma de cuchara.....	17
FIGURA 2.9. Rotura típica con forma cilíndrica.....	17
FIGURA 2.10. Diferentes superficies circulares de rotura.....	18
FIGURA 2.11. Deslizamiento rotacional en un suelo.....	19
FIGURA 2.12. Deslizamiento rotacional en macizo rocoso muy fracturado.....	19
FIGURA 2.13. (a) Deslizamiento traslacional en suelo y (b) Deslizamiento traslacional en el contacto suelo-roca.....	20
FIGURA 2.14. Deslizamiento traslacional en macizo rocoso.....	20
FIGURA 2.15. Desprendimiento de bloques.....	21
FIGURA 2.16. Volcadura de bloques.....	22
FIGURA 2.17. Deslizamiento planar en macizo rocoso.....	23
FIGURA 2.18. Deslizamiento en forma de cuña.....	24
FIGURA 2.19. Cuña directa con grieta de tracción.....	25
FIGURA 2.20. Cuña inversa.....	26
FIGURA 2.21. Cuñas directas.....	26
FIGURA 2.22. Pandeo por flexión de placas lisas.....	27
FIGURA 2.23. Pandeo por flexión de placas fracturadas.....	27
FIGURA 2.24. Pandeo por flexión de placas curvas y fracturadas.....	28
FIGURA 2.25. Presión soportada por un volumen infinitesimal de suelo.....	30
FIGURA 2.26. Resistencias pico y residual.....	33
FIGURA 2.27. Dirección de esfuerzos principales en la falla de un talud.....	35
FIGURA 2.28. Envolvente de falla y círculo de Mohr.....	36

FIGURA 2.29. Trayectoria de esfuerzos.....	37
FIGURA 2.30. Componentes tangencial y normal de la gravedad.....	40
FIGURA 2.31. (a) y (b) Cohesión aparente y fluidificación.....	41
FIGURA 2.32. Presión de poros sobre una superficie de falla potencial.....	43
FIGURA 2.33. Presiones de poro sobre una superficie de falla potencial para diferentes condiciones de drenaje.....	43
FIGURA 2.34. Cambios en la presión de poros y el grado de saturación por efecto del agua.....	44
FIGURA 2.35. Desarrollo de los macro poros en el suelo.....	47
FIGURA 2.36. Muestra saturada del talud.....	51
FIGURA 2.37. Juego de tamices del laboratorio.....	51
FIGURA 2.38. Instrumental utilizado para la determinación del (II).....	51
FIGURA 2.39. Ensayo del límite líquido.....	51
FIGURA 2.40. Procedimiento para la determinación del (LP).....	52
FIGURA 2.41. Presenta esquemáticamente los mecanismos de movilización de las propiedades de una geogrilla.....	54
FIGURA 2.42. Geomallas.....	54
FIGURA 2.43. geomalla uni-direccional.....	55
FIGURA 2.44. geomalla bi-direccional.....	56
FIGURA 2.45. geotextiles tejidos.....	62
FIGURA 2.46. geotextiles no tejidos.....	63
FIGURA 2.47.....	74
FIGURA 2.48.....	74
FIGURA 2.49. Cargas externas que afectan al Muro con Geotextil.....	77
FIGURA 2.50. Cargas Puntuales que afectan al Muro con Geotextil.....	79
FIGURA 2.51. Dimensiones y Ubicación de las características del Geotextil.....	80
FIGURA 2.52. Dimensiones y Ubicación de las características de la Geomalla.....	82
FIGURA 2.53. Falla por Deslizamiento de un Muro.....	85
FIGURA 2.54. Falla por Volteo de un Muro.....	85
FIGURA 2.55. Fallas en la Fundación de un Muro.....	86
FIGURA 2.56. Drenaje en Muro Reforzado.....	88
FIGURA 2.57. Colocacion de la formaletas.....	95
FIGURA 2.58. Colocacion de Geotextil.....	95

FIGURA 2.59. Colocación de montículo.....	96
FIGURA 2.60. Compactación hasta alcanzar la altura de la capa.....	96
FIGURA 2.61. Construcción de las capas siguientes.....	97
FIGURA 2.62. Muro de gravedad de geoceldas.....	99
FIGURA 2.63. Muro de suelo reforzado con geoceldas.....	99
FIGURA 2.64. Modos de falla de estabilidad externa.....	100
FIGURA 2.65. Modos de falla de estabilidad interna.....	105
FIGURA 2.66. Modos de falla de estabilidad local.....	108
FIGURA 2.67. Esquema del drenaje en muros de geoceldas.....	109
FIGURA 2.68. Tipos de muro de gaviones.....	111
FIGURA 2.69. Geometría del muro de gaviones.....	112
FIGURA 2.70. Geometría del muro de gaviones.....	113
FIGURA 2.71. Sistema Terramesh.....	115
FIGURA 2.72. Sistema Terramesh Verde.....	116
FIGURA 2.73. Esquema de carga de un bloque.....	118
FIGURA 2.74. Esquema de paramento inclinado.....	121
FIGURA 2.75. Esquema de cargas actuantes en el enésimo refuerzo.....	122
FIGURA 2.76. Esquema de un Talud.....	124
FIGURA 2.77. Esquema de la superficie de falla.....	127
FIGURA 2.78. Dimensiones y ubicación de los elementos del geotextil de un terraplén.....	130
FIGURA 2.79. Falla por Deslizamiento de un Terraplén.....	131
FIGURA 2.80. Falla por Fundación de un Terraplén.....	132
FIGURA 2.81. Esquema de un Terraplén para Geomallas.....	134
FIGURA 2.82. Esquema de Sobrecargas y Cargas Vivas.....	135
FIGURA 2.83. Terraplén Modificado en función de la Sobrecarga.....	136
FIGURA 2.84. Coeficientes de fuerza del refuerzo.....	137
FIGURA 2.85. Terraplén Clase I, para $N_{\min}$ menor a 5.....	139
FIGURA 2.86. Terraplén Clase II, para $N_{\min}$ de 4 a 10.....	139
FIGURA 2.87. Terraplén Clase III, para $N_{\min}$ de 8 a 16.....	140
FIGURA 2.88. Terraplén Clase IV, para $N_{\min}$ de 12 a 25.....	140
FIGURA 2.89. Coeficientes de longitud de refuerzo.....	143
FIGURA 2.90. Ejemplo de cómo determinar las longitudes de las zonas.....	144

### **CAPITULO III**

FIGURA 3.1. (Ubicación Geográfica de Cercado).....	146
FIGURA 3.2. (Departamento De Tarija).....	147
FIGURA 3.3. (Provincia De Cercado).....	147
FIGURA 3.4. (Imagen Satelital).....	148
FIGURA 3.5. (Estación Total).....	151
FIGURA 3.6. (Ubicación de puntos de lectura).....	152
FIGURA 3.7. (Vista de Talud en AutoCAD).....	154
FIGURA 3.8. (Curvas de Nivel de la zona).....	155
FIGURA 3.9. (Perfil Medio Talud).....	155
FIGURA 3.10. (Estratos de Talud).....	156
FIGURA 3.11. Grafico Explicativo.....	160
FIGURA 3.12. Ubicación de las Ruedas.....	162
FIGURA 3.13. Esfuerzos Horizontales por Cargas Vivas.....	163
FIGURA 3.14. Dimensiones de muro reforzado con geotextiles.....	167
FIGURA 3.15. Fuerzas que actúan en un muro reforzado con geotextiles.....	168
FIGURA 3.16. Grafico Explicativo.....	170
FIGURA 3.17. Ubicación de las Ruedas.....	172
FIGURA 3.18. Esfuerzos Horizontales por Cargas Vivas.....	173
FIGURA 3.19. Dimensiones de muro reforzado con geogrillas.....	177
FIGURA 3.20. Fuerzas que actúan en un muro reforzado con geogrillas.....	178

# INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO II</b>	
CUADRO 2.1. Valor del parámetro de Skempton para diferentes arcillas.....	34
CUADRO 2.2. Denominación de los suelos según el tamaño de sus partículas.....	50
CUADRO 2.3. Valores recomendados de los Factores de Reducción de Geomallas	60
CUADRO 2.4. Rango típico de propiedades para geotextiles normalmente disponib	69
CUADRO 2.5. Valores recomendados de los factores de reducción de geotextiles	70
CUADRO 2.6. Factores de seguridad de geotextiles en drenaje.....	71
CUADRO 2.8. Profundidades mínimas de cimentación para muros en suelo reforzado y taludes.....	87
<b>CAPITULO III</b>	
CUADRO 3.1. Puntos topográficos.....	152
CUADRO 3.2. Clasificación S.U.C.S.....	157
CUADRO 3.3. Clasificación A.A.S.H.T.O.....	157
CUADRO 3.4. (Peso específico).....	158
CUADRO 3.5. (Densidad Máxima).....	158
CUADRO 3.6. (Humedad Óptima).....	158
CUADRO 3.7. (Angulo de Fricción Interna).....	158
CUADRO 3.8. (Cohesión).....	159
CUADRO 3.9. (Resumen General).....	159
CUADRO 3.10. (Características de diversos suelos).....	159
CUADRO 3.11. Espaciamientos de capas de geotextil.....	164
CUADRO 3.12. Longitud de Traslape y Empotramiento.....	165
CUADRO 3.13. Determinación de la longitud de capas de geotextil.....	166
CUADRO 3.14. Espaciamientos de capas de Geogrilla.....	174
CUADRO 3.15. Longitud de Enpotramiento de capas de Geogrilla.....	175
CUADRO 3.16. Determinación de la longitud de capas de Geogrilla.....	176

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Lista de Normas Astm

Anexo 2. Ensayos de Laboratorio

Anexo 3. Tabla de Factores de Capacidad de Carga según Visec

Anexo 4. Especificaciones Técnicas Geosintéticos

Anexo 5. Peso Vehículos de Carga

Anexo 6. Tipo de Camiones

Anexo 7. Calculo de Muros de Suelos Reforzado

Anexo 8. Análisis de Costo

Anexo 9. Dimensiones De Muro Reforzado Con Geogrillas Y Geotextiles