

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS DE LA PATOLOGÍA DE LOS TALUDES EN LA
ZONA ALTA DE GUAYAVILLAS”**

Por:

MILTON JUAN VELASCO VALENCIA

Proyecto de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Diciembre del 2012

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

.....
Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

.....
Msc. Lic. Gustavo Succi Aguirre

VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

.....
Ing. Ariel Aguirre Urquizu

.....
Ing. Daniel Centeno Sánchez

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.

DEDICATORIAS:

Dedicado a mi familia en especial a mis padres Rosa y Medín, mi esposa Elizabeth y mis dos queridos hijos: Carolina y Lucas Medín, quienes me apoyaron en todo momento y me enseñaron a no rendirme nunca.

AGRADECIMIENTOS:

El sincero agradecimiento a Dios y a todas las personas que con su apoyo me motivaron para la ejecución de este trabajo.

ÍNDICE

Dedicatorias
Agradecimientos
Pensamiento
Resumen

INTRODUCCION

	Página
1. Introducción	1
2. Justificación.....	2
3. Situación problemática, determinación del problema, campo de acción y objeto de estudio.....	4
4. Objetivos.....	5
4.1. Objetivo General.....	5
4.2. Objetivos Específicos.....	5
5. Alcance.....	6
6. Metodología, Técnicas y Medios.....	7

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

	Página
1.1. Las carreteras y sus características.....	10
1.1.1. Clasificación de las carreteras.....	11
1.1.1.1. Según su competencia.....	11
1.1.1.2. Según sus características.....	11

	Página
1.1.1.3. Según el tipo de terreno.....	11
1.1.1.4. Según su función	11
1.1.1.5. Según su velocidad de diseño.....	11
1.2. Pavimentos flexibles y su estructura.....	12
1.2.1. Capa de rodadura.....	13
1.2.2. Capa base.....	13
1.2.3. Capa sub base.....	14
1.2.4. Capa sub rasante.....	15
1.3. Geología General.....	17
1.3.1. Factores condicionantes.....	17
1.3.1.1. La morfología.....	17
1.3.1.2 La geología.....	17
1.3.1.3. El agua subterránea.....	17
1.3.2. Factores desencadenantes.....	17
1.3.2.1. La lluvia.....	17
1.3.2.2. La sismicidad.....	17
1.3.3. Factores geológicos.....	18
1.3.4. La columna geológica.....	20
1.3.5. Unidades morfo estructurales de Bolivia.....	21
1.3.6. Provincias fisiográficas.....	22
1.3.7. Tipos de suelo geológicos.....	23
1.3.8. Estructura de la masa de roca.....	24

	Página
1.3.9. Estratificación.....	25
1.3.10. Discontinuidades paralelas a la estratificación.....	25
1.3.11. Discontinuidades paralelas a la esquistosidad.....	25
1.3.12. Pliegues.....	25
1.3.13. Fallas.....	26
1.4. Factores topográficos.....	29
1.4.1. Tipos básicos de montaña.....	30
1.4.2. Modificación de la topografía.....	31
1.5. Factores hidrológicos.....	34
1.5.1. Régimen de lluvias.....	34
1.5.2. La infiltración.....	37
1.5.3. El flujo no saturado.....	38
1.5.4. El nivel freático.....	39
1.5.5. La presión de los poros.....	41
1.5.6. El flujo saturado.....	42
1.5.7. Coeficiente de permeabilidad.....	43
1.5.8. La erosión.....	44
1.5.9. Factores de sobrecarga.....	45
1.5.1.1. Cargas debido al tráfico vehicular.....	45
1.5.1.2. Cargas hidráulicas.....	45
1.5.1.3. Factores de impacto y vibraciones.....	46
1.5.1.4. Teoría del rebote elástico.....	46

	Página
1.6. Taludes, conceptos principales.....	47
1.6.1. Definición de talud.....	47
1.6.2. Nomenclatura de talud.....	48
1.6.3. Tipo de taludes.....	50
1.7. Factor de seguridad.....	53
1.7.1. Estabilidad de taludes infinitos sin infiltración.....	54
1.7.2. Estabilidad de taludes infinitos con infiltración.....	55
1.8. Factores que influyen en la inestabilidad de taludes.....	55
1.8.1. Patología de taludes: tipos de falla.....	56
1.8.2. Caídas.....	57
1.8.3. Deslizamiento rotacional.....	62
1.8.4. Deslizamientos compuestos.....	66
1.8.5. Deslizamientos trasnacionales.....	67
1.8.6. Flujo.....	69
1.8.7. Deslizamientos múltiples y complejos.....	74
1.8.9. Caracterización del movimiento.....	75

CAPÍTULO II

RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
2.1. Generalidades.....	78
2.2. Localización del tramo en la zona del problema.....	79
2.3. Información general.....	80

	Página
2.4. Levantamiento topográfico.....	84
2.5. Estudio hidrológico.....	85
2.6. Mecánica de suelos.....	89
2.7. Cálculo de estabilidad de taludes infinitos.....	91
2.7.1. Estabilidad de taludes infinitos sin infiltración.....	92
2.7.2. Estabilidad de taludes infinitos con infiltración.....	93

CAPÍTULO III

ANÁLISIS PATOLÓGICO POR ÁREAS DE ESTUDIO

	Página
3.1. Criterios de análisis patológico.....	95
3.2. Descripción general- patología visual.....	96
3.3. Análisis topográfico.....	99
3.4. Análisis de los resultados de laboratorio.....	100
3.4.1. Suelos de pavimento.....	100
3.4.2. Suelos de talud.....	102
3.5. Verificación de estabilidad de taludes infinitos.....	106
3.5.1. Análisis de taludes infinitos sin infiltración.....	107
3.5.2. Análisis de taludes infinitos con infiltración.....	114
3.6. Análisis comparativo con la estratificación presentada.....	119
3.7. Resumen patológico y propuestas de solución.....	121

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. Conclusiones.....	123
4.2. Recomendaciones.....	124
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

- 1.- Clasificación según velocidad de diseño.
- 2.- Especificaciones técnicas capa base.
- 3.- Especificaciones técnicas capa sub base.
- 4.- Especificaciones técnicas capa sub rasante.
- 5.- Clasificación general de ingeniería de los diversos materiales geológicos.
- 6.- Escala de tiempo geológico.
- 7.- Glosario de nombres para la caracterización de movimientos en masa.
- 8.- Ficha técnica.
- 9.- Número de ensayos por área.
- 10.- Parámetros calculados.
- 11.- Comparación granulométrica con especificación técnica.
- 12.- Resumen de ensayos físico resistentes.
- 13.- Resumen granulométrico y clasificación de suelos.
- 14.- Resumen de porcentaje fraccionado del suelo.
- 15.- Resumen pesos específicos y humedades.
- 16.- Resumen cálculo de compacidad relativa.
- 17.- Determinación del estado del estrato respecto de su flojedad.

18.- Comparación de altura crítica con estrato real.

INDICE DE FIGURAS

1.- Esquema metodológico.

2.- Elementos y juntas de pliegue.

3.- Tipos de falla (Wittke 1990).

4.- Rumbo y buzamiento.

5.- Tipos de discontinuidad.

6.- Esquema de la falla de cuña.

7.- Los cortes y rellenos pueden generar deslizamientos de tierra, debido a los cambios de esfuerzos y a la filtración de agua.

8.- Deslizamiento por cambio en la topografía.

9.- Inducción de esfuerzos de corte y relajación de esfuerzos de compresión.

10.- Deslizamientos y erosión producidos por corte y relleno en la construcción de una vía o la explanación para una urbanización.

11.- Saturación y niveles freáticos.

12.- Presiones de poro sobre una superficie de falla potencial para diferentes condiciones de drenaje.

13.- Tamaño de poros y permeabilidad (Lee, 1966).

14.- Carga vehicular en los taludes.

15.- Carga hidráulica en los taludes.

16.- Talud de corte de una carretera.

17.- Nomenclatura de taludes y laderas.

18.- Esquema de partes de un talud.

19.- Talud natural.

- 20.- Talud artificial.
- 21.- Proporciones de un deslizamiento.
- 22.- Caída de material.
- 23.- Caídas de bloques por gravedad en roca fracturada.
- 24.- Caídas de bloques rodando.
- 25.- Algunos mecanismos de falla de caídos.
- 26.- Esquema de caídos de roca y residuos.
- 27.- Volteo o inclinación en materiales residuales.
- 28.- Proceso de falla al volteo.
- 29.- El volteo puede generar un desmoronamiento del talud o falla en escalera.
- 30.- Deslizamiento rotacional.
- 31.- Deslizamiento rotacional típico.
- 32.- Efectos de la estructura en la formación de deslizamientos a rotación.
- 33.- Deslizamiento compuesto.
- 34.- Flujos de diferentes velocidades.
- 35.- Ubicación del tramo analizado dentro el contorno nacional y departamental.
- 36.- Estratificación geológica.
- 37.- Esquema de talud infinito sin infiltración.
- 38.- Esquema de talud infinito con infiltración.
- 39.- Esquema de talud infinito sin infiltración.
- 40.- Cálculo del talud correspondiente al perfil I.
- 41.- Cálculo del talud correspondiente al perfil II.
- 42.- Cálculo del talud correspondiente al perfil III.

- 43.- Esquema de taludes infinitos con infiltración.
- 44.- Cálculo del talud correspondiente al perfil I con infiltración.
- 45.- Cálculo del talud correspondiente al perfil II con infiltración.
- 46.- Cálculo del talud correspondiente al perfil III con infiltración.
- 47.- Esquema de la estratificación real.

PLANILLAS

- 1.- Alturas de precipitación correspondiente a la estación representativa del tramo analizado.
- 2.- Días con lluvia por mes y año.
- 3.- Resumen climatológico.

FOTOS

- 1.- Ejemplo de deslizamiento rotacional circular.
- 2.- Ejemplo de deslizamiento trasnacional.
- 3.- Ejemplo de flujo de tierra.
- 4.- Ejemplo de flujo lento a rápido.
- 5.- Ejemplo de flujo rápido.
- 6.- Ejemplo de flujo en avalanchas.
- 7.- Terreno suelto deslizable.
- 8.- Vegetación intento de hidrosiembra en el lugar.
- 9.- Presencia de agua que se filtra en talud.
- 10.- Carretera Tarija – Bermejo Zona Alta de Guayavillas.
- 11.- Estratos de suelos coluviales.
- 12.- Obras de arte menor, cunetas y contracunetas.
- 13.- Deformación de la calzada.

14.- Cabezal de alcantarilla.

15.- Alcantarilla.

16.- Fallas.