

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL
SARACHO”**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA “INGENIERIA CIVIL”



TOMO I

**“EVALUACION DE TALUDES MAYORES A 12 m EN
EL TRAMO ENTRE RIOS-PALOS BLANCOS”**

POR:

RODRIGO GUALBERTO RUEDA ROMERO

SEMESTRE II - 2021

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, Gualberto Rueda Fernández que desde el cielo me mira y siempre confió en mi un beso hasta el cielo, y a mi mamita Leonor Romero Soruco que me apoyo en todo momento en vida y siempre lucho por mí y por mis hermanos para sacarnos adelante, y a toda mi familia por apoyarme siempre, por haber confiado en mí para cumplir con mis metas.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCION

	Pág.
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 SITUACION PROBLEMICA.....	3
1.2.1 PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS	6
1.5 HIPOTESIS	7
1.6 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	7
1.7 TIPO DE INVESTIGACION.....	7
1.8 UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISION MUESTRAL	8
1.9 METODOS Y TECNICAS EMPLEADAS	8
1.9.1 Métodos	8
1.9.2 Técnicas	9
1.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	12
1.11 ALCANCE	15
2 ESTABILIDAD DE TALUDES	16
2.1 GENERALIDADES	16
2.1.1 Definición de estabilidad	17
2.1.2 Definición de talud	18
2.1.3 Definición de deslizamiento	18
2.1.4 Definición de estabilidad de taludes	19
2.2 PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y MASISOS ROCOSOS.	20
2.2.1 Angulo de fricción	20
2.2.2 Cohesión	21
2.2.3 Factor de seguridad	23

2.3	ELEMENTOS DE UN TALUD	25
2.4	TIPOS DE TALUDES	26
2.4.1	Talud natural	26
2.4.2	Talud artificial	27
2.5	MODO DE FALLA.	29
2.5.1	FALLA POR DESLIZAMIENTO SUPERFICIAL	29
2.5.2	DESLIZAMIENTOS SOBRE SUPERFICIES DE FALLA PREEXISTENTES.	30
2.5.3	FALLA POR MOVIMIENTO DEL CUERPO DEL TALUD.	30
2.5.4	FALLA POR FLUJOS	31
2.5.5	FALLAS POR EROSION	32
2.5.6	FALLA POR LICUACION.	33
2.5.7	FALLAS POR PRESION DE POROS	33
2.6	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INESTABILIDAD DE TALUD.	34
2.6.1	FACTORES CONSTANTES	34
2.6.2	FACTORES VARIABLES	37
2.7	TIPOS DE ESTABILIZACION	40
2.7.1	Modificación de geometria.	40
2.7.2	Corrección superficial	41
2.7.3	Corrección por drenaje	54
2.7.4	Corrección por elementos resistentes.....	55
2.8	METODOS DE ANALISIS	57
2.8.1	Método de Bishop	59
2.8.2	Método ordinario o de Fellenius	61
2.8.3	Método de Janbu simplificado	63
2.8.4	Slide v6.0 (Software)	68
3	CAPITULO III	71
3.1	METODOLOGIA	71
3.1.1	ESQUEMA ESTRUCTURAL	72
3.2	UBICACION	73

3.2.1	LOS TALUDES A ANALIZAR SON 10 COMO MUESTRA EN LA SIGUIENTE LISTA.	74
3.2.2	UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO	75
3.2.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	77
3.2.4	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	79
3.2.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE PROYECTO.....	81
3.3	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS	81
3.3.1	CONTENIDO DE HUMEDAD	81
3.3.2	CORTE DIRECTO	82
3.3.3	GRANULOMETRÍA	84
3.3.4	LÍMITES DE CONSISTENCIA	85
3.3.5	PESO ESPECÍFICO RELATIVO	88
3.4	LISTA DE RESULTADOS DE LABORATORIO	90
3.5	EJEMPLOS DE CALCULO DE FACTOR DE SEGURIDAD MANUALMENTE	91
3.5.1	Método Bishop	91
3.5.2	Método Fellenius.....	92
3.5.3	Método Janbu	93
3.6	APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE EN EL TALUD 3 (EJEMPLO)	97
3.6.1	CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD POR LOS 3 MÉTODOS ANALIZADOS	101
3.6.2	COMPARACION DE RESULTADOS METODO MANUAL Y METODO COMPUTACIONAL	103
3.7	ANALISIS Y RESULTADOS	107
4	CAPITULO IV	118
4.1	ALTERNATIVAS	118
4.2	ALTERNATIVAS POSIBLES	118
4.3	ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE PROTECCION	118
4.3.1	MALLA TT REFORZADA	118
4.3.2	MALLA DOBLE TORSION GalMac® 4R	123

4.4	ALTERNATIVAS DE SOLUCION	125
4.4.1	Talud N°1 (Progresiva km 0+000)	125
4.4.2	Talud N°2 (Progresiva km 4+400)	126
4.4.3	Talud N°3 (Progresiva km 7+800)	127
4.4.4	Talud N°4 (Progresiva km 19+500)	129
4.4.5	Talud N°5 (Progresiva km 21+800)	130
4.4.6	Talud N°6 (Progresiva km 26+400)	131
4.4.7	Talud N°7 (Progresiva km 8+500)	133
4.4.8	Talud N°8 (Progresiva km 24+050)	135
4.4.9	Talud N°9 (Progresiva km 4+600)	137
4.4.10	Talud N°10 (Progresiva km 24+100).....	139
4.5	COMCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LAS ALTERNATIVAS	143
5	CAPITULO V	145
5.1	CONCLUSIONES	145
5.2	RECOMENDACIONES	149
6	BIBLIOGRAFÍA	150

ANEXOS

ANEXO 1.- Contenido de humedad

ANEXO 2.- Granulometría

ANEXO 3.- Peso específico

ANEXO 4.- Límites

ANEXO 5.- Corte directo

ANEXO 6.- Tabla de coordenadas

ANEXO 7.- Tabla de comparación

ANEXO 8.- Geometría de los taludes

ANEXO 9.- Cómputos métricos

ANEXO 10.- Presupuesto general

ANEXO 11.- Precios unitarios

ANEXO 12.- Comparación de alternativas

ANEXO 13.- Cronograma de ejecución

ANEXO 14.- Fotos

ANEXO15.- Planos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura # 1 deslizamientos de talud en el tramo entre ríos palos blancos.....	2
Figura # 2 Porcentaje de riesgo en los taludes	3
Figura # 3 Deslizamiento del talud	4
Figura # 4 Derrumbes presentados en la carretera Entre Rios – Palos Blancos.....	5
Figura # 5 Valores de los coeficientes de seguridad para el ELU de estabilidad global en diferentes documentos españoles.	25
Figura # 6 círculo de rotura o rotura en la base	26
Figura # 7 Talud natural	27
Figura # 8 Talud artificial	28
Figura # 9 Falla por movimiento del cuerpo del talud	31
Figura # 10 Talud sometido a lluvia.	32
Figura # 11 Variación de la geometría de un talud por erosión.	33
Figura # 12 Taludes recomendados en zonas de desmonte.	36
Figura # 13 Estabilización usando ganchos en la malla.	43
Figura # 14 Protección con malla	44
Figura # 15 Instalación de mallas en caídos	45
Figura # 16 Estabilización con mallas	45
Figura # 17 Malla de triple torsión.	46
Figura # 18 Colocación de anclas en T.	47
Figura # 19 anclajes con varillas en forma de T.	48
Figura # 20 Anclaje con placa de acero	48
Figura # 21 Tipos de amarre.....	49
Figura # 22 Limpieza del talud con aire comprimido	52
Figura # 23 Aplicación de hormigón lanzado	53
Figura # 24 Esquema de estructuras ancladas	55
Figura # 25 Esquemas de estructuras enterradas	56
Figura # 26 Esquema de fuerzas actuantes en las dovelas método Bishop	60
Figura # 27 Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de dovelas.....	62

Figura # 28 Inicio del programa Slide V6.0	68
Figura # 29 Aplicaciones del software Slide	69
Figura # 30 Ventana de métodos de análisis en el software Slide	70
Figura # 31 mapa político de Tarija	73
Figura # 32 Departamento de Tarija	73
Figura # 33 Ubicación de los taludes en estudio	76
Figura # 34 Estación total Sokkia set 5x, Levantamiento topográfico talud N°4 ..	78
Figura # 35 Levantamiento topográfico talud N °10.....	78
Figura # 36 Extracción de muestra talud 1 (cuerpo)	80
Figura # 37 Extracción de muestras talud 2 (cuerpo)	80
Figura # 38 Determinacion del contenido de humedad.	82
Figura # 39 Sincronizacion del equipo de corte directo	83
Figura # 40 Muestra de ensayo de corte directo	84
Figura # 41 Material para el ensayo de granulometria	85
Figura # 42 Ensayo de limite liquido	86
Figura # 43 Ensayo del limite plastico	87
Figura # 44 Controlando la temperatura para determinar el peso especifico	89
Figura # 45 Abaco método Janbu	94
Figura # 46 Características del proyecto	97
Figura # 47 Planilla de introducción de coordenadas del perfil del talud.	98
Figura # 48 Propiedades de los materiales	99
Figura # 49 Analizando el programa del Slide	100
Figura # 50 Interpretación de los resultados	100
Figura # 51 Factor de seguridad del talud 3 metodo de Bishop con los datos reales	101
Figura # 52 Factor de seguridad del talud 3 metodo Fellenius con datos reales...102	102
Figura # 53 Factor de seguridad del talud 3 metodo Janbu con datos reales.....102	102
Figura # 54 Factor de seguridad del talud 3 metodo de Bishop simplificado con los datos corregidos	104

Figura # 55 Factor de seguridad del talud 3 metodo de Fellenius con los datos corregidos	105
Figura # 56 Factor de seguridad del talud 3 metodo de Janbu simplificado con los datos corregidos	105
Figura # 57 Detalle malla	120
Figura # 58 Detalle bulones	121
Figura # 59 Detalle placa hexagonal	121
Figura # 60 Detalle cable.....	122
Figura # 61 Movimiento de tierras en taludes	126
Figura # 62 Movimiento de tierras en taludes	130
Figura # 63 Movimiento de tierras en taludes	131
Figura # 64 Disposición de maquinaria en la excavación de la vía interna en Valle Sur – Municipio de Itagüí 133	
Figura # 65 Talud en corte (reducción de pendiente)	135
Figura # 66 Reducción de talud para estabilizar	136
Figura # 67 doble torsión GalMac 4R.	137
Figura # 68 Reducción del talud	138
Figura # 69 Malla geo manta antierosiva reforzada	140
Figura # 70 Reducción del talud	141

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Valores del ángulo de fricción interna en suelos granulares no plásticos, en función de la granulometría y la compacidad.	21
Tabla 2 Valores de Cohesión por tipo de suelo.	22
Tabla 3 Valores de cohesión y ángulo de fricción interna en suelos.	22
Tabla 4 Valoración de la estabilidad	24
Tabla 5 Escalas recomendadas para la zonificación de amenaza por deslizamientos.	24
Tabla 6 Especificación de la malla para control de caídos	47
Tabla 7 Ventajas y desventajas de los diversos tipos de estructuras ancladas.....	56
Tabla 8 Ventajas y desventajas de los diversos tipos de estructuras enterradas.....	57
Tabla 9 de corrección ϕ en el método Janbu	64
Tabla 10 Tablas de estabilidad para suelos cohesivos ($\phi = 0$) de acuerdo a Janbú..	65
Tabla 11 Tablas de estabilidad para suelos cohesivos ($\phi = 0$) de acuerdo a Janbú.	66
Tabla 12 Tablas de estabilidad para suelos no cohesivos $\phi > 0$ de acuerdo a Janbú (1968).....	67
Tabla 13 Relevamiento tramo en estudio.	75
Tabla 14 Levantamiento topográfico	79
Tabla 15 Lista de resultados de laboratorio para la aplicación del programa Slide	90
Tabla 16 Tabla de rangos de factor de seguridad	96
Tabla 17 Coordenadas reales del talud N° 3	98
Tabla 18 Datos del talud 3 para el cálculo del F.S.	99
Tabla 19 Resultados obtenidos manualmente y con el programa Slide v6.0.....	103
Tabla 20 Datos del talud 3 para el cálculo del F.S.	103
Tabla 21 Tabla de coordenadas corregidas	104
Tabla 22 Tabla de comparación de resultados del factor de seguridad del talud 3 por los diferentes métodos.	106
Tabla 23 Resultados Reales Vs Corregidos y (%) diferencia	107

Tabla 24 Valores de angulo, pendiente y F.S. reales VS corregido metodo Bishop	112
Tabla 25 Valores de angulo, pendiente y F.S. reales VS corregido metodo Fellenius	113
Tabla 26 Valores de angulo, pendiente y F.S. reales VS corregido metodo Janbu ..	114
Tabla 27 Comparacion de resultados del F.S. del talud N° 7	116
Tabla 28 Variación porcentual del F.S. del talud 7 entre los distintos métodos de análisis.	117
Tabla 29 Malla triple torsión reforzada	119
Tabla 30 Características de la malla triple torsión reforzada	120
Tabla 31 Características malla GalMac® 4R	123
Tabla 32 Valores de factor de seguridad obtenidos con alternativas propuestas....	142

INDICE DE ESQUEMA

	Pág.
Esquema 1 laboratorios a realizar	11
Esquema 2diferencias entre taludes.	28
Esquema 3 muestra los diferentes métodos de cálculo.....	59
Esquema 4 Esquema estructural sobre los laboratorios a realizar	72