



INDICE

1		
2		
3	I. GENERALIDADES:	1
4	1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	1
5	1.2 AÑO CRONOLOGICO	1
6	II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
7	2.1 DESCRIPCION Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	1
8	2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	2
9	2.2.1 PROBLEMA GENERAL	2
10	2.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	2
11	2.3 OBJETIVOS	3
12	2.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
13	2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
14	2.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	4
15	2.5 LIMITACIONES Y ALCANCES	6
16	2.6 HIPOTESIS	6
17	2.6.1 HIPOTESIS GENERAL	6
18	2.6.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS	7
19	2.7 SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E INDICADORES	7
20	2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	7
21	2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE	8
22	2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.	8
23	III. MARCO TEORICO	10
24	3.1 ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS	10
25	3.1.1 EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL	10
26	3.1.2 EN EL ÁMBITO NACIONAL.	11
27	3.1.3 EN EL ÁMBITO LOCAL.	13
28	3.2 BASES TEORICAS	14
29	3.2.1 Criterio de Mohr-Coulomb	14
30	3.2.2 Criterio de Hoek & Brown	16
31	3.2.3 Talud	21
32	3.2.4 Tipos de Falla	25
33	3.2.5 Criterios para la Estabilidad de Taludes	28
34	3.2.6 Método de Cálculo de Taludes por Equilibrio Global	29



35	3.2.7	Método de Cálculo de Taludes por Equilibrio Límite	29
36	3.2.8	ALGUNOS MÉTODOS PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES.....	40
37	3.3	DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	44
38	IV.	METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO	49
39	4.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	49
40	4.1.1	TIPO DE INVESTIGACION.	49
41	4.1.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	49
42	4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION – ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.	50
43	4.3	DETERMINACION DEL UNIVERSO/ POBLACION	50
44	4.4	MUESTRA.....	51
45	4.5	TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTOS DE DATOS.....	51
46	4.5.1	FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	51
47	4.5.2	PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS	52
48	V.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES.	52
49	5.1	POTENCIAL HUMANO.....	52
50	5.2	RECURSOS MATERIALES	53
51	5.3	RECURSOS FINANCIEROS.....	53
52	5.4	CRONOGRAMA DE GANTT	54
53	5.5	PRESUPUESTO	55
54	VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
55	6.1	BIBLIOGRAFIA FISICA.	56
56	6.2	BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA.....	58
57	ANEXOS:	59
58	MATRIZ DE CONSISTENCIA		59

59

60

61

62

63

64



65 I. GENERALIDADES:

66 1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

67 “Análisis de Estabilidad de los Taludes Naturales de la Carretera
68 Longitudinal de la Selva, Tramo Boquerón-Puente chino, entre las
69 progresivas del km 425+187 al km 446+500 Región de Ucayali”.

70 1.2 AÑO CRONOLÓGICO

71 2021

72 II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

73 2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL 74 PROBLEMA

75 La ruta nacional PE-5N es de gran importancia para la
76 comunicación al interior de la región de Ucayali y provincias de
77 Ucayali, Requena y Loreto de la región de Loreto y la provincia de
78 Puerto Inca de la región Huánuco.

79 Actualmente existe puntos críticos que vienen dificultando la
80 comunicación debido a distintos agentes como son la estación de
81 lluvias intensas que se da entre los meses de noviembre a marzo
82 todos los años afectando la estabilidad de las laderas naturales al
83 margen de la carretera generando fenómenos de geodinámica
84 externa tales como deslizamiento, huaycos, derrumbes entre
85 otros obstaculizándola de manera temporal.

86



87 Suárez-Burgoa (2016) señala “la existencia de taludes naturales
88 se debe al crecimiento de las ciudades en los últimos 60 años en
89 Latinoamérica de los cuales muchos de ellos se encuentran en
90 climas de alta precipitación”. (pref.)

91

92 Estos problemas que afectan a este tramo critico representan un
93 riesgo para la seguridad de los usuarios de la vía, causando
94 accidentes con riesgo de muerte, incomunicación con el resto del
95 país, gastos excesivos en medidas provisionales para restablecer
96 el tránsito y un incremento de los productos de primera necesidad
97 debido al desabastecimiento de los mismos.

98

99 **2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

100 **2.2.1 PROBLEMA GENERAL**

101 ¿Cuál es el factor de seguridad y grado de susceptibilidad
102 que presentan los taludes naturales de la carretera
103 longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino,
104 entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500
105 Región de Ucayali?

106 **2.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS**

107 ✓ ¿Cuáles son los factores internos determinantes que
108 intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales
109 de la carretera longitudinal de la selva, tramo



- 110 boquerón-puente chino, entre las progresivas del km
111 425+187 al km 446+500, región de Ucayali?
112
113 ✓ ¿Cuáles son los factores externos determinantes que
114 intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales
115 de la carretera longitudinal de la selva, tramo
116 boquerón-puente chino, entre las progresivas del km
117 425+187 al km 446+500, región de Ucayali?
118
119 ✓ ¿Cuál es el sistema de estabilización más eficiente que
120 garantice la estabilidad de los taludes naturales de la
121 carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-
122 puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al
123 km 446+500, región de Ucayali?

124

125 2.3 OBJETIVOS

126 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

127 Determinar cuál es el factor de seguridad y grado de
128 susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la
129 carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente
130 chino, entre las progresivas del km 425+187 al km
131 446+500, región de Ucayali

132

133



2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

✓ Identificar cuáles son los factores internos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.

✓ Identificar cuáles son los factores externos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.

✓ Determinar cuál es el sistema de estabilización más eficiente que garantice la estabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.

2.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Este proyecto de tesis servirá para comprender estos fenómenos, identificando sus causas y principales factores que las condicionan y así poder brindar una solución viable a este problema que viene obstaculizando el libre tránsito de la carretera



159 Federico Basadre, y que se da durante el periodo de lluvias
160 estacionales todos los años en la región de Ucayali.

161

162 La carretera Federico Basadre es una vía de gran importancia ya
163 que conecta la región de Ucayali con el resto del país, la cual
164 viene siendo obstruida por la ocurrencia de fenómenos de
165 geodinámica externa tales como huaycos, deslizamientos,
166 derrumbes, reptación de suelos, etc. que afectan a los taludes
167 adyacentes a la misma, que por su gran altura y estar carentes de
168 algún sistema de estabilización, da como resultado la paralización
169 del libre tránsito de personas y el desabastecimiento mercantil,
170 repercutiendo negativamente en el ámbito social, natural y
171 económico de la región de Ucayali.

172

173 Por el momento empresas contratistas vienen ejecutando
174 periódicamente servicios de mantenimiento y conservación, a la
175 calzada de la carretera Federico Basadre, las cuales solo brindan
176 una solución momentánea (trabajos de limpieza) al problema. No
177 habiendo a la fecha propuesta y/o medida de control preventivo
178 que eviten este tipo de eventos geológicos.

179

180 Por lo tanto, es urgente identificar y determinar las causas para
181 poder brindar soluciones geotécnicamente seguras, eficaces y
182 económicamente viables que garanticen la estabilidad de los
183 taludes de la carretera Federico Basadre ruta pe-5n.



184

185

2.5 LIMITACIONES Y ALCANCES

186

La zona de estudio estará limitada al tramo Boquerón-Puente

187

Chino entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, de la

188

carretera longitudinal de la selva en la región de Ucayali.

189

190

Mediante el reconocimiento visual en campo y la posterior

191

realización de estudios y ensayos de laboratorio se buscará

192

determinar el tipo de suelo, topografía y demás elementos

193

característicos, para ello se tomar el punto de estudio, ubicado en

194

la progresiva 430+200, el cual presente mayor inestabilidad con

195

el propósito de determinar una alternativa de solución técnica y

196

económicamente funcional de estabilización de taludes dentro del

197

área de estudio.

198

199

Así también esta investigación busca identificar los principales

200

factores que originan estos fenómenos de geodinámica externa.

201

202

2.6 HIPOTESIS

203

2.6.1 HIPOTESIS GENERAL

204

Determinar cuál es el factor de seguridad y grado de

205

susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la

206

carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente

207

chino, entre las progresivas del km 425+187 al km



208 446+500, región de Ucayali que permitirá prevenir la
209 desestabilización de los mismos.

210

211 **2.6.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS**

212 ✓ Los factores internos intervienen en la inestabilidad de
213 los taludes naturales de la carretera longitudinal de la
214 selva, tramo boquerón-puente chino, entre las
215 progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de
216 Ucayali.

217

218 ✓ los factores externos intervienen en la inestabilidad de
219 los taludes naturales de la carretera longitudinal de la
220 selva, tramo boquerón-puente chino, entre las
221 progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de
222 Ucayali.

223

224

225 ✓ Determinar el sistema de estabilización mas eficiente
226 para la estabilidad de taludes que permitirá dar una
227 solución técnica y económicamente viable.

228 **2.7 SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E**

229 **INDICADORES**

230 **2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

231 ✓ Factor de seguridad y grado de susceptibilidad

232



233

2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

234

✓ Estabilidad taludes naturales de la carretera

235

longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino,

236

entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500,

237

región de Ucayali.

238

239

2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES,

240

DIMENSIONES E INDICADORES.

241

242

CUADRO Nº 01

243

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICION O UNIDAD DE MEDIDA
HIPOTESIS GENERAL ✓ Determinar cuál es el factor de seguridad y grado de susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali que permitirá prevenir la	VI ✓ factor de seguridad y grado de susceptibilidad. VD ✓ taludes naturales	✓ Estados Límite ✓ Análisis del grado de susceptibilidad. ✓ Factor de seguridad. ✓ Ensayo de corte directo	✓ Fuerza Resistencia ✓ Fuerza actuante ✓ Grado de susceptibilidad ✓ $F_s > 1$ ✓ $F_s < 1$ ✓ coeficiente de cohesión, ✓ ángulo de fricción interna.	N/m ² grado Estable N/m Inestable N/m c Φ



desestabilización de los mismos.				
HIPOTESIS ESPECIFICAS HIPOTESIS 01 ✓ Los factores internos intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.	VI ✓ Los factores internos que intervienen VD ✓ inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.	✓ Factores geomorfológicos(topografía). ✓ Factores geotécnicos. ✓ Factores hidrogeológicos (presencia de aguas subterráneas). ✓ Factores geológicos	✓ Comportamiento mecánico de suelos. ✓ Resistencia ✓ Deformabilidad ✓ Geometría del talud. (grado de inclinación y altura de talud . ✓ Presión De Poros. ✓ Presencia de aguas subterráneas y/aumento de nivel freático. ✓ Estratigrafía ✓ Litología ✓ discontinuidades	N/m2 Angulo, metro lineal N/m2 W%
HIPOTESIS 02 ✓ los factores externos que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.	VI ✓ los factores externos intervienen VD ✓ inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali	✓ Naturaleza del fenómeno de geodinámica externa. ✓ Factores antrópicos ✓ Factores sísmicos. ✓ Factores hidrológicos (presencia de precipitaciones) ✓ Grado de permeabilidad del suelo	✓ humedad ✓ Duración de la precipitación ✓ Taludes con falta de vegetación. ✓ Zonificación sísmica ✓ Periodicidad de precipitaciones pluviales en el talud. ✓ Infiltración del agua	% contenido de humedad. mm/ m2 cm/horas



<p>HIPOTESIS 03 ✓ Determinar el sistema de estabilización más eficiente para la estabilidad de taludes que permitirá dar una solución técnica y económicamente viable.</p>	<p>VI sistema de estabilización más eficiente</p> <p>VD estabilidad de taludes que permitirá dar una solución técnica y económicamente viable.</p>	<p>✓ Comparación técnica y económica de las alternativas de solución.</p> <p>✓ Transito fluido</p>	<p>Relación costo/tiempo</p>	<p>S./mes</p> <p>Horas/distancia</p>
---	--	--	------------------------------	--------------------------------------

244

245 **III.MARCO TEORICO**

246 **3.1 ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS**

247 **REALIZADOS**

248 **3.1.1 EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.**

249 **Sobarzo, Verónica, Villalobos, Felipe, & King, Robert.**

250 **(2011) Artículo de la Revista Obras y Proyectos:**

251 **“ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN**

252 **ROCA METEORIZADA DE LA FORMACIÓN**

253 **QUIRIQUINA”** presenta un artículo donde se estudia la

254 estabilidad de taludes en rocas sedimentarias

255 meteorizadas existentes en la ciudad de Concepción.

256 Primeramente, se realiza una descripción geológica de la

257 roca sedimentaria perteneciente a la formación Quiriquina,

258 mediante la utilización de mapas e información geológica

259 disponible. Luego se presentan resultados de ensayos de

260 corte directo realizados en el laboratorio, lo cual permite

261 determinar valores de parámetros resistentes de la



262 arenisca perteneciente a la formación Quiriquina.
263 Finalmente se analiza la estabilidad de taludes en arenisca
264 por medio de métodos de equilibrio límite. Se analizan los
265 casos de falla plana y falla de cuña usando los valores de
266 los parámetros obtenidos en los ensayos de laboratorio. Se
267 concluye que además de la importancia de la
268 determinación adecuada de valores de cohesión y ángulo
269 de fricción en condiciones residuales y saturadas, resulta
270 fundamental la determinación previa de las posibles
271 superficies de falla.

272

273 3.1.2 EN EL ÁMBITO NACIONAL.

274 (Sackschewski, 2017). En la tesis de “SOLUCIONES
275 PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA
276 CARRETERA CANTA –HUAYLLAY ENTRE LAS
277 PROGRESIVAS DEL KM 102 AL KM 110” realizado por
278 el egresado Carlos Enrique Sackschewski Chapman, en el
279 cual fue investigado la conveniencia de utilizar banquetas
280 y el control de las filtraciones de agua a través de obras de
281 drenaje y subdrenaje consiste en el estudio de los taludes
282 inestables de riesgo moderado a elevado que se
283 presentaron durante la Supervisión del Mejoramiento y
284 Rehabilitación del Corredor Vial Lima – Canta – Huayllay –
285 Dv. Cochamarca -Empalme PE 3N, Tramo: Canta –



286 Huayllay desde el Km 102 hasta el Km 110, ubicado en la
287 provincia de Canta, departamento de Lima. Estas zonas
288 son afectadas por fenómenos de Geodinámica Externa
289 como derrumbes, deslizamientos rotacionales y reptación
290 de suelos condicionados por la influencia de las filtraciones
291 de aguas superficiales y subterráneas.

292
293 Los problemas de inestabilidad de taludes en los sectores
294 del km 102 al km 110 fueron ocasionados por la ejecución
295 de cortes inadecuados para los materiales que conforman
296 el terreno, las condiciones desfavorables de las
297 discontinuidades, y la influencia de las filtraciones de agua
298 hacia las laderas y taludes.

299
300 Se demostró que la reconformación de taludes, el sellado
301 de grietas y la colocación de cunetas de coronación en el
302 sector del km 102+780 al Km 103+020 de la carretera
303 Canta – Huayllay, mejorarán la estabilidad del talud, ya
304 que, de acuerdo con los análisis geológico-geotécnicos
305 efectuados, presentan un factor de seguridad apropiado.
306 También determinó que el control de las filtraciones de
307 agua y la adopción de banquetas garantizarán la
308 estabilidad del talud en el sector del km 104+920 al km
309 105+010 de la carretera Canta – Huayllay. La inclinación del
310 talud y la adopción de banquetas asegurará la estabilidad



311 del talud en el sector del Km 109+500 al Km 109+580 de la
312 carretera Canta – Huayllay.

313

314 3.1.3 EN EL ÁMBITO LOCAL.

315 **Aranda. (2018) en la Universidad Ricardo Palma se**
316 **realizó una tesis de “PLANTEAMIENTO DE**
317 **SOLUCIONES DE REDUCCIÓN DE FALLAS DE**
318 **PLATAFORMA PARA MANTENER LA ESTABILIDAD**
319 **DE LA CARRETERA PUENTE CHINO-AGUAYTÍA"** Este
320 trabajo presenta soluciones para la reducción de fallas de
321 plataforma de la carretera Puente Chino-Aguaytía. Con
322 este fin, la pregunta de la investigación fue: ¿Cuáles son
323 las soluciones que reducen las fallas de plataforma y
324 mantienen la estabilidad de la carretera Puente Chino-
325 Aguaytía? En este contexto, las soluciones fueron la
326 construcción de enrocados para la protección del talud
327 inferior, el cual está siendo afectado por la socavación;
328 asimismo, se planteó la construcción de un túnel con el fin
329 de evitar los daños causados por el desprendimiento de
330 rocas; finalmente, las carreteras se van deteriorando con el
331 paso del tiempo y por su uso, por lo que es necesario
332 someterlas a un plan de conservación vial para garantizar
333 su funcionalidad.

3.2 BASES TEORICAS

3.2.1 Criterio de Mohr-Coulomb

Es un criterio de rotura lineal que expresa la resistencia al corte a lo largo de un plano en un estado triaxial de tensiones, obteniéndose la relación entre los esfuerzos normal y tangencial que actúan en el momento de la rotura.

Es representado mediante la siguiente fórmula

$$\tau = c + \sigma n * \tan(\varphi)$$

Donde:

τ y σn : son las tensiones tangencial y normal sobre el plano de rotura.

c y φ : son la cohesión y ángulo de fricción interna del material.

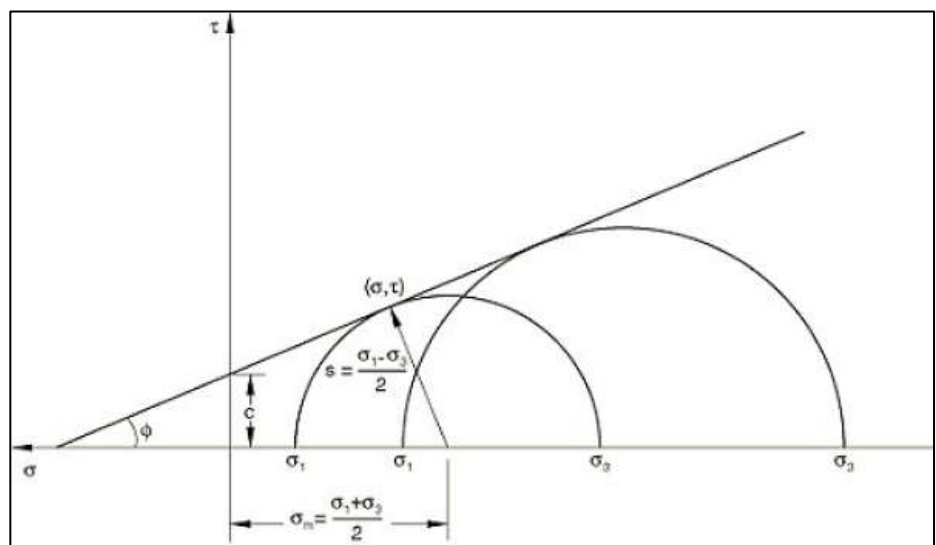


Figura 01. Criterio de Rotura Lineal de Mohr – Coulomb

Es un criterio de rotura mayormente utilizado para suelos.



352 Cohesión: Es la propiedad por la cual las partículas del
353 terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas,
354 que dependen, entre otras cosas del número de puntos de
355 contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En
356 consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son
357 las partículas del terreno.

358 **Cuadro N° 02**

359 **Valores de cohesión por tipo de suelo.**

COHESION (KPa)	
Arcilla rígida	20 - 25
Arcilla semirígida	8 - 12
Arcilla blanda	0 - 4
Arcilla arenosa	2 - 8
Limo rígido o duro	0 - 5

360

361 ✓ **Ángulo de Fricción Interna:** La fricción interna de un
362 suelo está definida por el ángulo cuya tangente es la
363 relación entre la fuerza que resiste el deslizamiento, a
364 lo largo de un plano, y la fuerza normal aplicada sobre
365 dicho plano.

366 **Cuadro N° 03**

367 **Valores del ángulo de fricción interna en suelos**
368 **granulares no plásticos, en función de la granulometría y la**
369 **compacidad.**

Tipo de suelo	Ángulo de fricción interna en función de la densidad inicial (°)		
	Suelto	Medianamente denso	Compacto
Limo no plástico	24 - 28	28 - 32	30 - 34
Arena uniforme fina a media	26 - 30	30 - 34	32 - 36
Arena bien	30 - 34	34 - 40	38 - 46



graduada			
Mezclas de arena y grava	32 – 36	36 – 42	40 – 48
Grava	36 - 40	38 - 42	42 – 50

370

371

372

373

374

375

376

377

3.2.2 Criterio de Hoek & Brown

378

379

380

381

Se sugiere emplear los valores más bajos de cada rango para los suelos redondeados o para aquellos que poseen partículas débiles y los más elevados para suelos con partículas angulosas y resistentes.(Hough, 1957, como se citó en Sackschewski., 2017).

382

383

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m_i * \sigma_{ci} * \sigma_3 + \sigma_{ci}^2}$$

384

Donde:

385

386

σ_1 y σ_3 : son los esfuerzos principales mayor y menor, respectivamente.

387

σ_{ci} : es la resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa.

388

m_i : es la constante de la roca intacta, que puede obtenerse de la bibliografía cuando no sea posible obtenerla a partir de ensayos triaxiales.

389

390

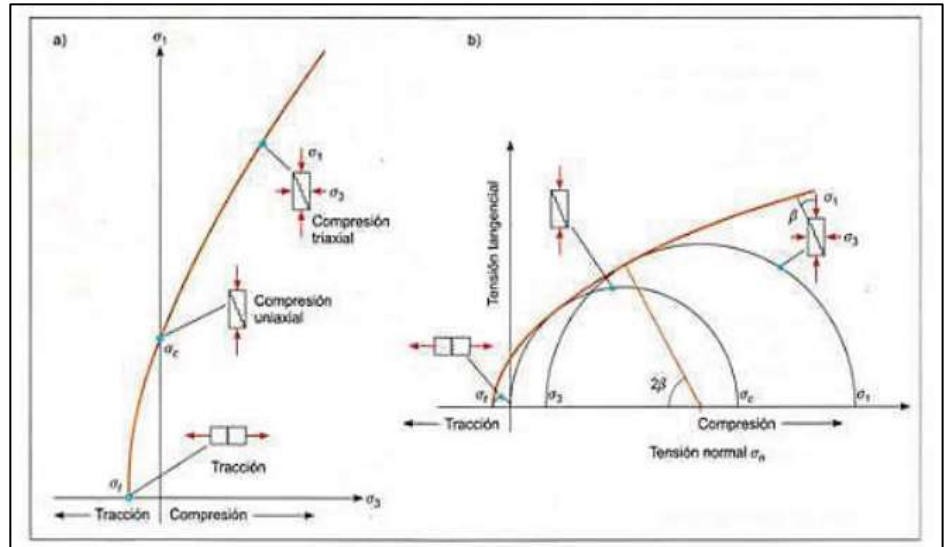


Figura 02. Envolventes de rotura del Criterio de Hoek & Brown en función de a) Esfuerzo principal b) Esfuerzos normal y tangencial.

✓ **Resistencia a la Compresión Uniaxial (UCS):** Es el esfuerzo de compresión axial, orientado en un solo eje, máximo que puede tolerar una muestra de material antes de fracturarse. Se conoce también como resistencia a la compresión no confinada.

La resistencia a la compresión uniaxial (UCS) de la roca puede ser medida en campo mediante golpes del martillo geológico, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro N° 04

Resistencia a la Compresión Simple a partir de índices de campo.

Resistencia Estimada en Campo	Descripción	Resistencia (MPa)
Se desintegra al golpe firme con la punta del martillo geológico. Puede ser escarbada con una cuchilla.	Muy blanda	1 – 5
Puede ser escarbada con dificultad por una cuchilla. Se puede indentar la punta del martillo geológico con un golpe firme.	Blanda	5 – 25
Se rompe con un golpe firme del martillo geológico.	Moderadamente	25 – 50



No puede ser escarbada con una cuchilla.	dura	
Se rompe con más de un golpe del martillo geológico.	Dura	50 – 100
Se requieren muchos golpes del martillo geológico para romper la roca.	Muy dura	100 – 250
Los golpes del martillo geológico sólo obtienen esquirlas.	Extremadamente dura	>250

406

407

✓ **Índice de Resistencia Geológica (GSI):** Es un índice

408

desarrollado por Hoek en 1994 para subsanar los

409

problemas detectados con el uso del RMR para evaluar

410

la resistencia de los macizos rocosos según el criterio

411

generalizado de Hoek-Brown. Se determina en base a

412

dos parámetros: estructura del macizo rocoso (RMS),

413

definida en términos de su grado de fracturamiento y

414

trabazón; y la condición de las discontinuidades

415

presentes en el macizo (JC). El GSI se obtiene

416

mediante la observación de las condiciones de

417

las discontinuidades en el macizo rocoso en campo.

418

Se utiliza el siguiente cuadro:

419

CUADRO N° 05

420

Estimación del GSI en base a descripciones geológicas

421

(Hoek y Brown, 1997)



ÍNDICE GEOLÓGICO DE RESISTENCIA GSI (<i>geological strength index</i>)		CONDICIÓN DEL FRENTE				
ESTRUCTURA		MUY BUENA (ME) Superficies muy rugosas sin alterar	BUENA (B) Superficies rugosas ligeramente alteradas, con palmas de oxidación	MODERADA (M) Superficies erosionadas moderadamente alteradas	POBRE (P) Superficies de fractura muy alteradas con rellenos compactos conteniendo fragmentos rocosos	MUY POBRE (MP) Superficies de fractura muy alteradas con rellenos arcillosos
	BLOQUES REGULARES (BR) Macizo rocoso sin alterar. Bloques en contacto de forma cúbica formados por tres familias de discontinuidades ortogonales, sin relleno.	90	70			
	BLOQUES IRREGULARES (BI) Macizo rocoso parcialmente alterado. Bloques en contacto de forma angular formados por cuatro o más familias de discontinuidades con rellenos con baja proporción de finos.		50			
	BLOQUES Y CAPAS (BC) Macizo alterado, plegado y fracturado con múltiples discontinuidades que forman bloques angulosos y con baja proporción de finos.			30		
	FRACTURACIÓN INTENSA (FI) Macizo rocoso muy fracturado formado por bloques angulosos y redondeados, con alto contenido de finos.				20	10

La Constante de la Roca Intacta (m_i) se estima del siguiente cuadro:

Cuadro N° 06

Valores de la Constante m_i de la Roca Intacta para distintos tipos de roca.



Tipo de Roca	Clase	Grupo	Textura			
			Gruesa	Media	Fina	Muy Fina
SEDIMENTARIAS	Clásticas		Conglomerado (22)	Arenisca 19	Limolita 9	Arcillolita 4
			← Grauwaca (18) →			
	No Clásticas	Orgánicas	← Creta 7 →			
			← Carbón (8 – 21) →			
		Carbonatos	Brechas (20)	Caliza Esparítica (10)	Caliza Micrítica 8	
Químicas		Yeso 16	Anhidrita 13			
METAMORFICAS	No Foliadas		Mármol 9	Rocas Cómicas (19)	Cuarcita 24	
	Levemente Foliadas		Migmatita (30)	Anfibolita 25 - 31	Milonitas (6)	
	Foliadas		Gneiss 33	Esquistos 4 – 8	Filitas (10)	Pizarras 9
IGNEAS	Intrusivas	Claras	Granito 33		Riolita (16)	Obsidiana (19)
			Granodiorita (30)		Dacita (17)	
	Oscuras		Diorita (28)		Andesita 19	
Gabbro 27			Dolerita (19)	Basalto (17)		
		Norita 22				
Extrusivas Piroclásticas			Aglomerados (20)	Brechas (18)	Tobas (15)	

✓ Estabilidad de Taludes

Al momento de llevar a cabo un proyecto o de ejecutar una obra de construcción, como lo es el de la construcción de carreteras; es aquí cuando se vienen a tallar aspectos fundamentales como lo son la ingeniería geotécnica y la ingeniería geológica.

La inestabilidad del talud o ladera presente en la zona en estudio/proyecto se pueden dar por razones geológicas, variaciones del nivel freático o por rellenos o excavaciones ocasionados por obras pasadas. La estabilidad de un talud dependerá, también, del material del que esté compuesto éste y de su



448 resistencia ante empujes que por gravedad y presión
449 presentan.

450

451 **3.2.3 Talud**

452 En forma concisa entendemos por “talud” a una ladera
453 conformada por fragmentos de roca o por estratos de suelo
454 acumulados en forma compacta. Los hallamos por lo
455 general como parte de los relieves y morfologías de
456 diferentes zonas como son montañas, cuencas de valles, y
457 son pues los taludes el punto esencial a estudiar en las
458 obras de ingeniería vial como lo es la construcción de
459 carreteras.

460 Todo talud, según la Geotecnia, tiene en su estructura las
461 siguientes partes: Base, cabeza o cima, altura, altura de
462 nivel freático y pendiente.

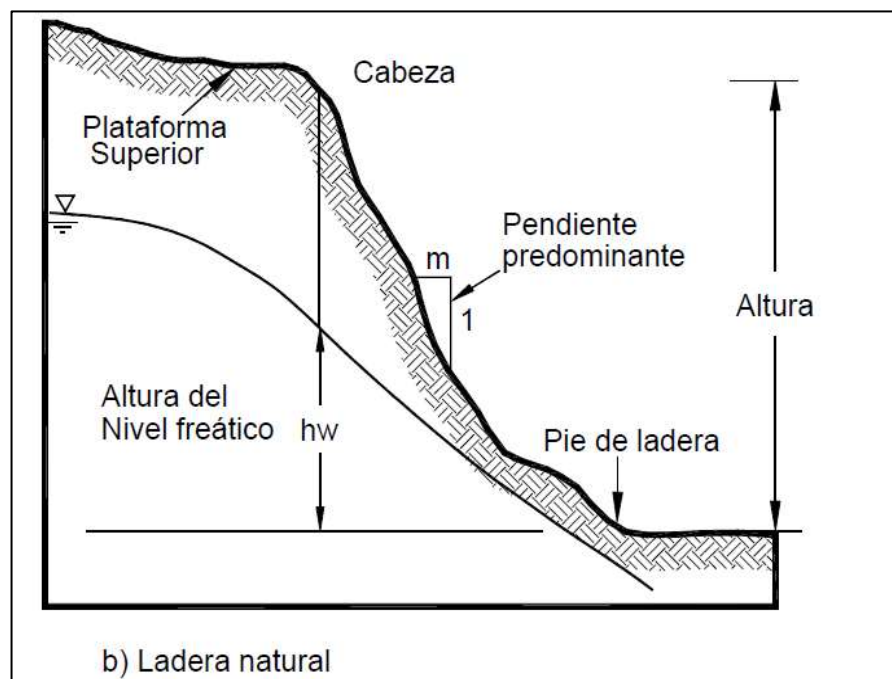
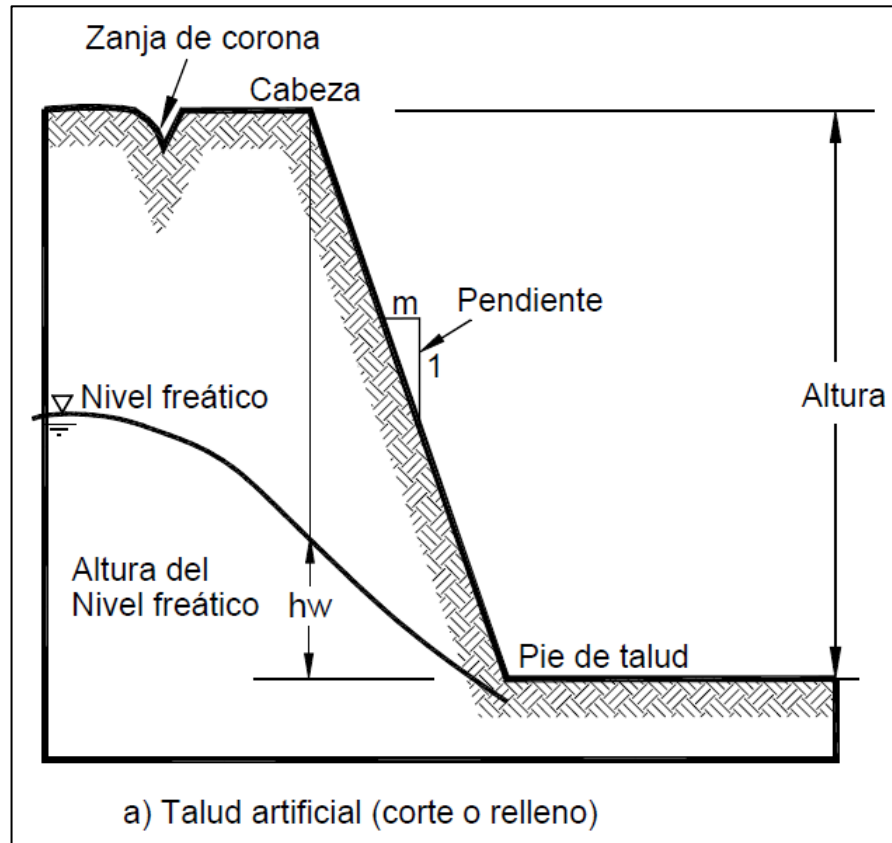


Figura 03. Nomenclatura de Taludes y Laderas (a) y (b)

Fuente: Lugo E., 2019, [figura], Tesis pregrado, p. 25.

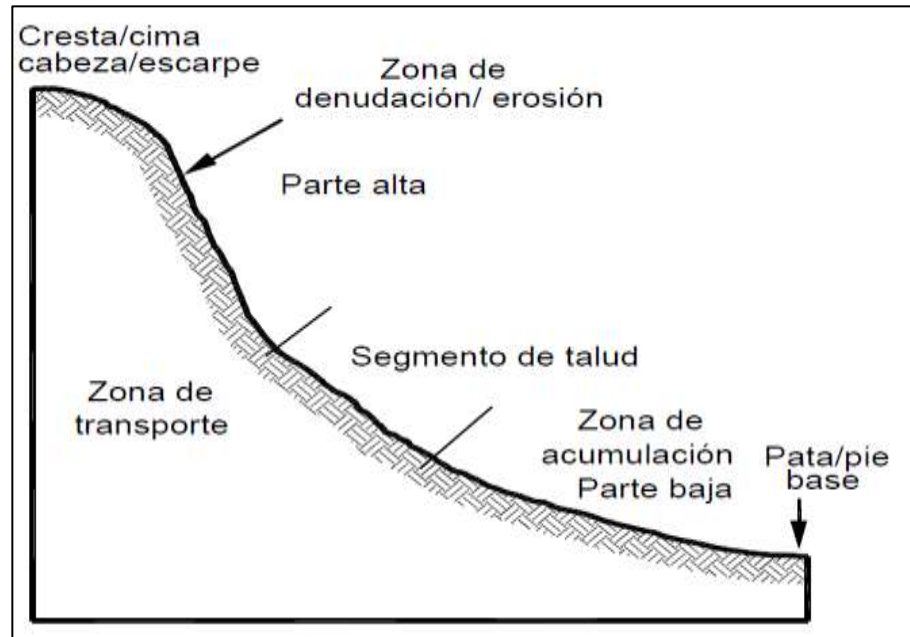


Figura 04. Partes generales de un talud o ladera.

Fuente: Lugo E., 2019, [figura], Tesis pregrado, p. 26.

✓ Mecanismo de falla de un talud

La falla de un talud excavado en una masa rocosa, ocurre generalmente a lo largo de un plano de debilidad siguiendo rasgos estructurales definidos como discontinuidades. Considerando un bloque de masa (ver figura) que buza en dirección de la pendiente del talud y conociendo los parámetros que rigen el plano de deslizamiento (B), podemos evaluar la tendencia a deslizarse. Este problema se resuelve por equilibrio estático del bloque. Mediante métodos conocidos encontramos el peso del bloque (W), que en el plano de deslizamiento (B) se descompone en una fuerza normal (C) y una tangencial (T); además de fuerzas determinadas en la roca son: el ángulo de rozamiento

487 ϕ y la cohesión c entre superficies de la figura se
488 desprende que:

489
$$C = W \cos(\beta) \dots (I)$$

490
$$T = W \sin(\beta) \dots (II)$$

491

492 La fuerza resistente en el plano R será:

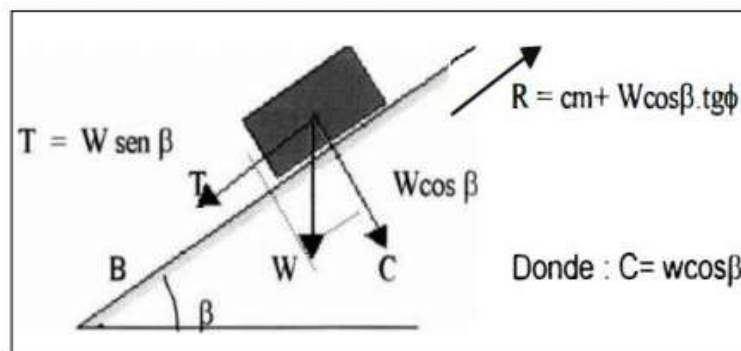
493
$$R = c + C * \tan(\phi) \dots (III)$$

494 **Donde:**

495 W = Peso del bloque;

496 T = Fuerza que tiende a arrastrar el bloque.

497 R = Resistencia debido a la fricción entre el bloque y el
498 plano inclinado.



499

500 **Figura 05. Mecánica de falla de un talud**

501 **Fuente: Lugo E., 2019, [figura], Tesis pregrado, p. 28.**

502

503 Entonces, si $T < R$ el bloque será estable;

504 Si $T > R$ el deslizamiento desprendimiento será
505 eminente.

506 La seguridad del bloque F_s es determinada por la
507 relación de la fuerza resistente(R), con la fuerza de
508 arrastre o empuje (r) es decir:



509

510

$$F_s = \frac{R}{r} = \frac{\text{fuerza total que impide el deslizamiento}}{\text{fuerza total que induce el deslizamiento}}$$

511

$$F_s = \frac{c + W \cos(\beta) * \tan(\phi)}{W \sin(\beta)} \dots (IV)$$

512

$$F_s = \frac{\tan(\phi)}{\tan(\beta)} \dots (V) \text{ si no existe cohesión, } c = 0$$

513

514

deslizamiento $\phi = \beta$, es decir, la inclinación del plano de

515

deslizamiento debe ser igual al ángulo de rozamiento.

516

Si $\beta > \phi$ el movimiento es eminente. De este hecho se

517

desprende que: Si c es igual a 0 y $\beta = \phi$ no hay

518

deslizamiento y se necesita una mayor pendiente del

519

plano de deslizamiento para producir el deslizamiento.

520

Cuadro N.º 07

521

Esfuerzos actuantes en los taludes.

Esfuerzos actuantes en los taludes	
Determinantes que originan incrementos de los esfuerzos dentro de los taludes	Determinantes que originan disminución de la resistencia del suelo en los taludes
<p>Sobrecargas aplicadas en el terreno. Aumento del peso del material por incremento de humedad. Filtración de subterráneas. Erosión de los estratos profundos del subsuelo. Impactos producidos por sismos. Socavaciones producidas por perforaciones cercanas.</p>	<p>Expansión o retracción de la arcilla por causa del agua o cambios de temperatura. Deterioro del material cementante. Destrucción de la estructura interna de suelo por vibración o actividad sísmica. Pérdida de la tensión capilar por desecación.</p>

522

Fuente: MTC.

523

524

3.2.4 Tipos de Falla

525

En un talud o ladera, por un efecto propio, la composición

526

de éste tiende a desplazarse hacia su parte más ínfima o

527

hacia adelante; esto debido a efectos de la gravedad y la



528 presión en su estructura por la presencia de masa (peso
529 propio).

530

531 ✓ **Falla por deslizamiento superficial**

532 Este tipo de falla es de carácter minúsculo en
533 velocidad, es decir lento en su desplazamiento y/o
534 deslizamiento, presente en taludes naturales.

535 En este tipo de falla por lo general suelen suceder en
536 dos modalidades: Estacional, que actúa solo en la
537 parte superficial del talud; y masivo, que actúa en toda
538 la estructura del talud desde lo profundo.

539

540 ✓ **Falla por rotación**

541 En este tipo de falla se produce el desplazamiento
542 profundo de masa de suelo del talud o ladera, de modo
543 que después de la falla se hace visible una superficie
544 ligeramente circular.

545

546 ✓ **Falla local**

547 En este tipo de falla, el deslizamiento de masa de suelo
548 del talud o ladera se produce no masivo, es decir solo
549 se desplaza una parte del suelo que compone el talud,
550 se da entre la cabeza y el cuerpo de éste y no toca su
551 base.

552



553

554

✓ **Falla de pie**

555

556

557

558

559

✓ **Falla de base**

560

561

562

563

564

✓ **Falla por traslación**

565

566

567

568

569

570

571

✓ **Falla por flujo**

572

573

574

575

576

577

En este tipo de falla, el deslizamiento de masa de suelo del talud o ladera se produce entre la cabeza y el cuerpo de éste, llegando a su base.

En este tipo de falla, el deslizamiento de masa de suelo del talud o ladera se produce su totalidad geométrica, es decir incluye a su base con mayor profundidad.

En este tipo de falla, el deslizamiento de masa de suelo del talud o ladera se produce en todo su cuerpo y se traslada en las cercanías del pie de éste. Suele suceder en taludes de composición de arcillas blandas o arenas.

En este tipo de falla, el deslizamiento de masa de suelo del talud o ladera se produce por acción de líquido en su estructura, la cual hace que este deslizamiento sea de manera rápida y violenta. Se presenta en suelos no consolidados.



578

✓ **Falla por licuación**

579

580

581

582

583

584

585

586

587

3.2.5 Criterios para la Estabilidad de Taludes

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

Este tipo de falla se hace presente por lo general en taludes o laderas cuya composición es de material fino, sueltos saturados y de drenaje pobre. La presencia de carga externa sobre el talud hace más probable que ocurra este tipo de falla, y está considerado como uno de los fenómenos más destructivos, que también pueden ser inducidos por acciones sísmicas.

En una obra como la construcción de una carretera, donde se ejecutan excavaciones importantes, es necesario proyectar taludes de corte. El modelamiento de los taludes es parte de la práctica de la Geotecnia, teniendo como finalidad analizar las condiciones de estabilidad de los taludes naturales y la seguridad y funcionalidad del diseño en los taludes artificiales.

Los taludes deben ser diseñados adecuadamente de tal manera que se garantice su estabilidad. Por lo tanto, el problema consiste básicamente en analizar la estabilidad, para la cual se deben determinar los mecanismos potenciales de falla, la susceptibilidad de los taludes a diferentes mecanismos de activación, comparar la efectividad de las diferentes alternativas de estabilización y



603 su efecto sobre la estabilidad del talud, y realizar un diseño
604 óptimo en términos de seguridad, confiabilidad y economía.

605 **3.2.6 Método de Cálculo de Taludes por Equilibrio**
606 **Global.**

607 Pérez (2005) lo define como: “los métodos más antiguos y
608 son válidos tan solo para suelos homogéneos ya que
609 suponen constantes los parámetros resistentes en toda la
610 masa que desliza”. (pág. 18)

611

612 **3.2.7 Método de Cálculo de Taludes por Equilibrio**
613 **Límite**

614 Es el método más empleado en la práctica para el cálculo
615 de estabilidad de taludes y se basa fundamentalmente en
616 una consideración de equilibrio plástico límite. Un análisis
617 de límite de equilibrio permite obtener un factor de
618 seguridad o a través de un análisis regresivo, obtener los
619 valores de la resistencia al cortante en el momento de la
620 falla.

621

622 Pérez (2005) señala que: “Son métodos relativamente
623 simples y proporcionan resultados razonablemente buenos
624 de cara a la evaluación de la estabilidad de un talud. Son
625 aplicables a todo tipo de terrenos y suelen conducir a
626 cargas de rotura superiores a las exactas”. (pág. 17)

627



628 La mayoría de los métodos de equilibrio límite (MEL) tienen
629 en común la comparación de los momentos o fuerzas
630 resistentes y actuantes sobre una determinada superficie
631 de falla. Las variaciones principales 34 entre los diversos
632 métodos radican en el tipo de superficie de falla y la forma
633 cómo actúan internamente las fuerzas sobre esta misma
634 superficie. Una vez que se han determinado las
635 propiedades de los materiales que conforman el talud como
636 la resistencia al cortante, presiones de poros u otras
637 propiedades geotécnicas como la cohesión, el ángulo de
638 fricción interna y el peso unitario, se puede proceder a
639 calcular el factor de seguridad del talud.

640

641

✓ **Factor de Seguridad en Taludes**

642

643

644

645

646

647

648

649

$$FS = \frac{\text{Fuerza Resistente}}{\text{Fuerza Actuante}}$$

650

651

652

En las superficies circulares donde existe un centro de
giro y momentos resistentes y actuantes:



$$FS = \frac{\text{Momento resistente disponible}}{\text{Momento Actuante}}$$

La condición de equilibrio límite existe cuando el FS es igual a 1. Cuando el talud es estable, las fuerzas resistentes serán mayores que las fuerzas actuantes y cuando el talud es inestable ocurrirá el caso contrario. Por lo tanto, el FS es un índice que define la estabilidad o inestabilidad de un talud.

En la siguiente tabla se muestran algunos valores del factor de seguridad, así como comentarios sobre la estabilidad que genera en la estructura de suelo dicho factor:

Cuadro N° 08.

Valores que determinan la estabilidad de un Talud

Factor de seguridad	Estabilidad
< 1	Inestable
1 – 1,20	Estabilidad cuestionable
1,20 – 1,50	Estable bajo condiciones estáticas
> 1,50	Estable bajo condiciones dinámicas

Fuente: MTC.

✓ Método de Cálculo de Taludes por Dovelas

Los métodos de dovelas analizan la estabilidad del talud en una sección transversal del mismo, ya que considera el cálculo en dos dimensiones. La zona de terreno potencialmente deslizable se divide en un número de dovelas (tajadas o fajas verticales),



674 estudiándose el equilibrio de cada una de ellas. El
675 número de tajadas depende de la geometría del talud
676 y de la precisión requerida para el análisis. Entre mayor
677 sea el número de tajadas, se supone que los resultados
678 serán más precisos. El uso extendido que tienen
679 actualmente los métodos de dovelas se debe a que se
680 pueden aplicar a una gran variedad de problemas con
681 un grado razonable de exactitud. Permiten
682 considerar la acción de presiones intersticiales, la
683 existencia de empujes actuando sobre el talud, la
684 existencia de diferentes características y, en muchos
685 casos, aplicables a superficies de rotura de cualquier
686 forma. Entre los diversos métodos que utilizan dovelas
687 existen diferencias principalmente en lo referente a las
688 fuerzas que actúan sobre las paredes laterales de
689 estas fajas. En tal sentido, existen métodos
690 aproximados como el método ordinario o de Fellenius,
691 que no tiene en cuenta las fuerzas entre tajadas; los
692 métodos simplificados de Bishop y de Janbu, que
693 suponen que las fuerzas laterales entre dovelas son
694 horizontales. Otros métodos de cálculo por dovelas son
695 los métodos precisos, como los de Morgenstern-Price
696 y Spencer, que utilizan una función para calcular las
697 fuerzas entre dovelas.

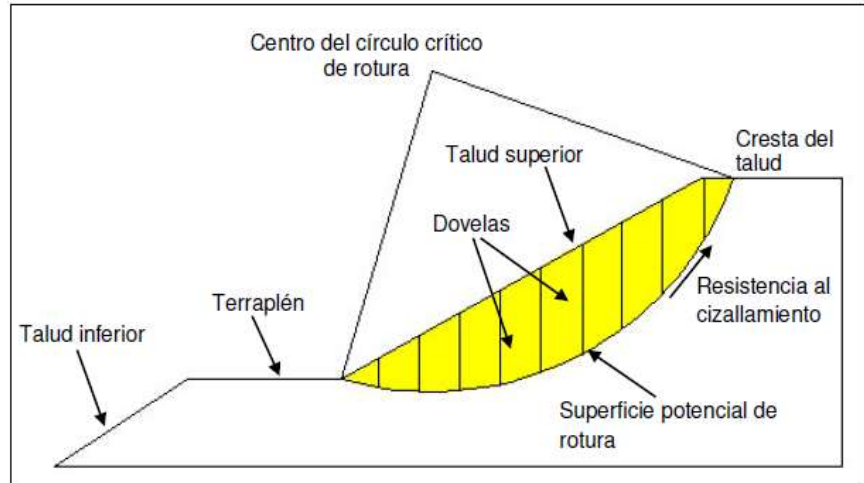


Figura N° 06. División de la masa deslizante en dovelas

Fuente: Sackschewski C., 2017, [figura], Tesis pregrado, p. 35.

A. Método de Bishop simplificado

Ochoa (2016), menciona que: “Bishop presentó un método utilizando dovelas (rebanadas) y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre estas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales, es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante.” (p. 45).

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón, se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo con la expresión:

$$F.S = \frac{\sum \left(\frac{C' \Delta l \cos \alpha + (W' u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi') / FS} \right)}{\sum W \sin \alpha}$$

Donde:



716 Δl = longitud de arco de la base de la dovela
717 W' = Peso de cada dovela
718 C', ϕ' = Parámetros de resistencia del suelo
719 (cohesión, ángulo de
720 fricción interna)
721 u = Presión de poros en la base de cada dovela
722 α = Ángulo del radio y la vertical en cada dovela.

723

724 El método simplificado de Bishop es uno de los
725 métodos más utilizados actualmente para el
726 cálculo del factor de seguridad de los taludes.
727 Existen métodos de mayor precisión que el método
728 de Bishop; sin embargo, las diferencias de los
729 factores de seguridad calculados, no son muy
730 grandes. La principal restricción del método de
731 Bishop simplificado es que solamente considera
732 las superficies de rotura circulares.

733

734 **B. Método De Janbú**

735 Ochoa (2016), Señala que: “El método simplificado
736 de Janbú se basa en la suposición de que las
737 fuerzas entre dovelas son horizontales y no tienen
738 en cuenta las fuerzas de cortante. Janbú considera
739 que las superficies de falla no necesariamente son
740 circulares y establece un factor de corrección. El



741 factor depende de la curvatura de la superficie de
742 falla. Estos factores de corrección son solamente
743 aproximados y se basan en análisis de 30 a 40
744 casos.” (pág. 47).

745 En algunos casos, la suposición de puede ser una
746 fuente de inexactitud en el cálculo del factor de
747 seguridad. Sin embargo, para algunos taludes la
748 consideración de este factor de curvatura
749 representa el mejoramiento del análisis.

750 (Suarez, 2002). El método de Janbú solamente
751 satisface el equilibrio de esfuerzos y no satisface el
752 equilibrio de momentos. De acuerdo con Janbú
753 (ecuación modificada):

$$FS = \frac{f_o \sum \left\{ [c'b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha \, ma} \right\}}{\sum W \tan \alpha}$$

754

755 **Donde:**

756 f_o = depende de la curvatura de la superficie de falla

$$757 \quad ma = \cos \alpha \left(1 + \frac{tg \alpha \, tg \phi}{FS} \right)$$

758 b = Ancho de la dovela.

759 w = Peso de cada dovela.

760 C' , ϕ = Parámetros de resistencia del suelo.

761 u = Presión de poros de cada dovela.

762 α = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

763

764

765

766

C. Método de Spencer

767

768

769

770

771

772

773

774

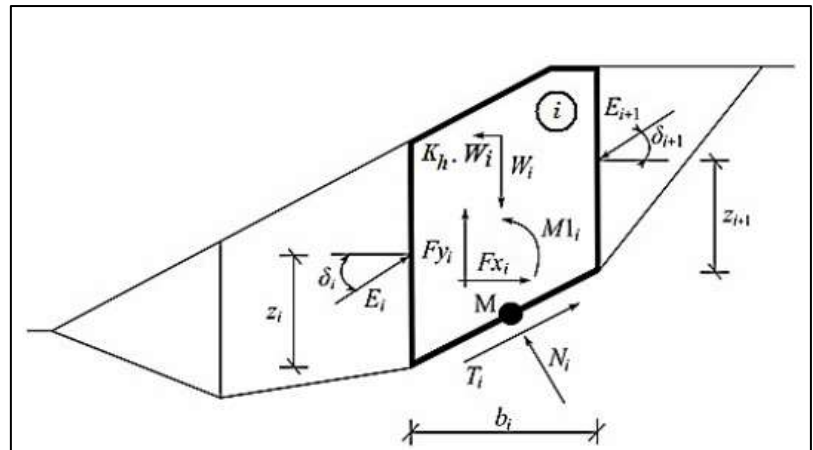
775

776

777

778

Sackschewski, (2017) señala que: “El método de Spencer (1967) se basa en el supuesto de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación. La inclinación específica de estas fuerzas entre dovelas es desconocida y se calcula como una de las incógnitas en la solución de las ecuaciones de equilibrio. Este método satisface todas las condiciones de equilibrio, tanto de fuerzas como de momentos con la resolución de 3 incógnitas N . Es aplicable tanto para roturas circulares como no circulares.” (pág. 37 al 39).



779

780

Figura N° 07.

781

Diagrama de Fuerzas de la Dovela. Método de Spencer

782

Fuente: Sackschewski C., 2017, [figura], Tesis pregrado, p. 37.

783

784

Donde:



785 **Wi** = peso de la dovela, incluyendo la influencia del
786 coeficiente sísmico vertical K_v

787 **Kh*Wi** = Fuerza de inercia horizontal
788 representando el efecto de un sismo, **Kh** = es el
789 factor de la aceleración sísmica horizontal

790 **Ni** = Fuerza normal a la superficie de deslizamiento

791 **Ti** = Fuerza tangencial a la superficie de
792 deslizamiento

793 **Ei, Ei+1** = Fuerzas ejercidas por las dovelas
794 contiguas, inclinadas respecto a la horizontal con
795 un ángulo δ

796 **Fxi, Fyi** = Otras fuerzas horizontales y verticales
797 actuando en el bloque

798 **M1i** = momento de fuerzas F_{xi} , F_{yi} girando sobre
799 el punto M, que es el centro del segmento i-ésimo
800 de la superficie de deslizamiento

801 **Ui** = Presión de poros resultante en el segmento i-
802 ésimo de la superficie de deslizamiento

803 La solución adopta las siguientes fórmulas:

804 (1) Relación entre los el valor efectivo y total de la
805 fuerza normal actuante sobre la superficie de
806 deslizamiento:

807
$$N_i = N'_i + U_f$$

808 (2) Ecuación correspondiente a la condición de
809 Mohr-Coulomb representando la relación entre
810 las fuerzas normales y tangenciales en un



811 segmento dado de la superficie de
812 deslizamiento:

813

$$814 \quad T_i = (N_i - U_i) \tan \varphi_i + c_i \frac{b_i}{\cos \alpha_i} = N'_i \tan \varphi_i + c_i \frac{b_i}{\cos \alpha_i}$$

815

816 (3) Ecuación de equilibrio de fuerzas en la
817 dirección normal al segmento i-ésimo de la
818 superficie de deslizamiento:

819

$$820 \quad N'_i + U_i - W_i \cos \alpha_i + K_h W_i \sin \alpha_i + F_{y_i} \cos \alpha_i - F_{x_i} \cos \alpha_i +$$

$$821 \quad E_{i+1} \sin(\alpha_i - \delta_{i-1}) - E_i \sin(\alpha_i - \delta_i) = 0$$

822

823 (4) Ecuación de equilibrio a lo largo del segmento i-
824 ésimo de la superficie de deslizamiento. SF es el
825 factor de seguridad, el cual es usado para
826 simplificar los parámetros del suelo:

827

$$828 \quad N'_i \frac{\tan \varphi_i}{SF} + \frac{c_i}{SF} \frac{b_i}{\cos \alpha_i} - W_i \sin \alpha_i - k_h W_i \cos \alpha_i + F_{y_i} \sin \alpha_i$$

$$829 \quad + F_{x_i} \cos \alpha_i - E_{i-1} \cos(\alpha_i - \delta_{i-1})$$

$$830 \quad + E_i \cos(\alpha_i - \delta_i) = 0$$

831

832 (5) Ecuación de equilibrio de momentos sobre el
833 punto M:

$$834 \quad E_{i+1} \cos \delta_{i+1} \left(Z_{i+1} - \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_{i+1} \sin \delta_{i+1} \frac{b_i}{2}$$

$$835 \quad - E_i \cos \delta_i \left(Z_i - \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_i \sin \delta_i \frac{b_i}{2}$$

$$836 \quad + M1_i - K_h W_i (y_M - y_{gi}) = 0$$

837

838 (6) Modificando las ecuaciones (3) y (4) se obtiene
839 la siguiente fórmula

840

$$E_{i+1} \frac{[(W_i - F_{y_i}) \cos \alpha_i - (K_h W_i - F_{x_i}) \sin \alpha_i - U_i + E_i \sin(\alpha_i - \delta_i)] \frac{\tan \alpha_i}{SF} + \frac{c_i}{SF} \frac{b_i}{\cos \alpha_i} - (W_i - F_{y_i}) \sin \alpha_i - (K_h - F_{x_i}) \cos \alpha_i + E_i \cos(\alpha_i - \delta_i)}{\sin(\alpha_i - \delta_{i+1}) \frac{\tan \varphi_i}{SF} + \cos(\alpha_i - \delta_{i+1})}$$



841

842

843

844

845

846

847

848

Esta fórmula permite calcular todas las fuerzas E_i actuantes entre los bloques para valores dados de δ_i y el factor de seguridad (SF). Esta solución asume que en el origen de la superficie de deslizamiento el valor de E es conocido e igual a cero. De la ecuación (5) de equilibrio de momentos se obtiene la siguiente ecuación (7):

$$Z_{i+1} = \frac{\frac{b_i}{2} [E_{i+1}(\sin \delta_{i+1} - \cos \delta_{i+1} \tan \alpha_i) + E_i(\sin \delta_i - \cos \delta_i \tan \alpha_i)] + E_i Z_i \cos \delta_i - M 1_i + K_h W_i (y_M - y_{gi})}{E_{i+1} \cos \delta_{i+1}}$$

849

850

851

852

853

854

855

856

Esta fórmula permite calcular para un valor dado de δ todos los brazos z de las fuerzas actuantes sobre los bloques, sabiendo el valor sobre la izquierda del origen de la superficie de deslizamiento, donde $z_1 = 0$. El factor de seguridad SF se determina empleando el siguiente proceso iterativo:

857

858

859

860

861

862

863

864

- El valor inicial de δ es cero.
- El factor de seguridad SF para un valor dado de δ se obtiene de la ecuación (6), mientras se asuma que el valor de $E_{n+1} = 0$ al final de la superficie de deslizamiento.
- El valor de δ es obtenido de la ecuación (7) usando los valores de E determinados en el paso anterior con el requerimiento de hacer



865 el momento en el último bloque igual a cero.
866 La Ecuación (7) no provee el valor de z_{n+1}
867 igual a cero. Para este valor se debe
868 satisfacer la ecuación de equilibrio de
869 momentos (5).
870 - Los pasos 2 y 3 son repetidos hasta que el
871 valor de δ no cambie.
872 - El método de Spencer se considera muy
873 preciso y se puede aplicar a casi todo tipo
874 de geometría de taludes y perfiles de suelo.
875 Además, constituye un procedimiento más
876 completo y sencillo para el cálculo del factor
877 de seguridad.

878 3.2.8 ALGUNOS MÉTODOS PARA MEJORAR LA 879 ESTABILIDAD DE TALUDES

880 ✓ Sistema de mallas metálicas con pernos de 881 anclaje

882 Las caídas de rocas son un tipo de inestabilidad usual
883 y frecuente en taludes en roca, la necesidad de
884 protección frente a este tipo de fenómenos ha llevado
885 al desarrollo de diferentes soluciones, entre ellas
886 encontramos la estabilización de taludes mediante el
887 uso de sistemas de malla metálica con pernos o
888 anclajes (Grattz et al., 2018).



889 Las soluciones denominadas sistemas flexibles,
890 constituyen una técnica para la estabilización
891 superficial de los taludes, compuesta principalmente
892 por membranas de mallas, cables y pernos anclados al
893 terreno. La técnica es ampliamente extendida debido al
894 bajo impacto visual y su mínima influencia sobre el
895 tráfico durante su instalación (Blanco-Fernández *et al*,
896 2011, como se citó en Grattz et al., 2018).

897

898

899 ✓ **Tender taludes**

900 Si el terreno es puramente friccionante la solución es
901 indicada, pues la estabilidad de estos suelos es
902 fundamentalmente cuestión de inclinación en el talud,
903 tendiendo este convenientemente se obtiene la
904 estabilidad deseada. En suelos cohesivos la
905 estabilidad del talud está condicionada sobre todo por
906 la altura de este y la ganancia a tender el talud es
907 siempre escasa y en ocasiones nula. En suelos con
908 cohesión y fricción el tender el talud aumentara la
909 estabilidad general.

910



911

✓ **Empleo de bermas laterales o frontales**

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

✓ **Empleo de materiales ligeros**

924

925

926

927

928

929

930

✓ **Consolidación previa de suelos compresibles**

931

932

933

934

Si el terreno es puramente friccionante la solución es indicada, pues la estabilidad de estos suelos es fundamentalmente cuestión de inclinación en el talud, tendiendo este convenientemente se obtiene la estabilidad deseada. En suelos cohesivos la estabilidad del talud está condicionada sobre todo por la altura de este y la ganancia a tender el talud es siempre escasa y en ocasiones nula. En suelos con cohesión y fricción el tender el talud aumentara la estabilidad general

Se trata de colocar materiales Se trata de colocar materiales de terraplén de suelos de peso específico bajo que, den bajos momentos motores, otras soluciones de concreto hueco, terraplenes con tubo, etc.

Que el suelo con el paso del tiempo, se consolide de manera que el talud o terraplén alcancen una resistencia aceptable.



935

✓ **Empleo de materiales estabilizantes.**

936

937

938

939

940

941

942

943

944

✓ **Muros de contención**

945

946

947

948

949

950

951

952

953

Pueden ser:

954

a) gravedad

955

b) voladizo.

956

c) De gaviones

957

d) De tierra armada

958



959 Cuando un talud es inestable, se ha recurrido con
960 frecuencia a su retención por medio de un muro, hay
961 que tomarse las precauciones adecuadas para el
962 proyecto y construcción de los muros: ha de cuidarse
963 la cimentación, tomar precauciones al drenaje.

964 En general, el muro de retención como elemento
965 estabilizador de taludes, constituye una de las
966 estructuras más delicadas en lo referente a su proyecto
967 y construcción y es recomendable que ambas etapas
968 sean muy cuidadosamente supervisadas por un
969 especialista, cuando más alta sea la estructura que se
970 requiera construir y cuando más plástico sea el suelo
971 por retener.

972

973 **3.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

974

975 **TALUD.** - Cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal,
976 que haya de adoptar la estructura de la tierra bien en forma natural
977 o como consecuencia de la intervención humana en una obra de
978 ingeniería, se dividen en taludes naturales(laderas) o artificiales
979 (cortes y terraplenes).

980

981 **PLAZOLETA:** Explanación que se ejecuta hacia el talud interior
982 consistente de una superficie de 3m de ancho que sirve como
983 paradero,



984 para adelantamiento y/o vuelta de los vehículos.

985

986 **SUBRASANTE:** Superficie de la carretera terminada a nivel de
987 movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la
988 subbase.

989

990 **RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura.

991

992 **GEOMORFOLOGÍA.** - Rama de la geografía física que tiene
993 como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre
994 enfocado a descubrir, entender su génesis y entender su actual
995 comportamiento. Uno de los modelos geomorfológicos explica
996 que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un
997 balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos
998 constructivos y destructivos.

999

1000 **RIESGO.** - Pérdida social o económica promedio anual debido a
1001 la ocurrencia de todos los eventos posibles que pueden causar
1002 daño. El riesgo anual para una obra existente, en la que hay
1003 estadísticas sobre pérdidas del pasado, puede calcularse como la
1004 pérdida esperada o promedio multianual de pérdidas. Para un
1005 diseño, o para el desarrollo de medidas correctivas, el riesgo
1006 anual puede calcularse, determinando primero la amenaza o
1007 frecuencia de distintos niveles de lluvias, y luego promediando



1008 valores de vulnerabilidad con las respectivas frecuencias de
1009 ocurrencia de todas las lluvias.

1010

1011 **CALICATA** es una excavación superficial en el suelo de
1012 determinado punto de estudio a fin de observar los estratos del
1013 suelo mencionado según se vaya incrementando la profundidad
1014 de excavación. Es un estudio de suelo previo a la construcción de
1015 estructuras viales y carreteras. Mientras que la **Superficie de**
1016 **Falla** es referida a todo un bloque de suelo, que por composición
1017 o efectos externos tienden a un deslizamiento.

1018

1019 **SUBSIDENCIA.** - Asentamiento súbito (colapso), o relativamente
1020 continuo con el tiempo, de la superficie del terreno. Envuelve
1021 generalmente grandes áreas y no, por ejemplo, el asentamiento
1022 de un terraplén o de una sola edificación.

1023

1024 **EROSIÓN.** - Remoción (desprendimiento) de granos individuales
1025 o grumos de partículas de suelo y transporte de los mismos
1026 después del desprendimiento.

1027

1028 **CORRIMIENTOS.** - Movimientos de masa de suelo o roca,
1029 fundamentalmente por la acción de la gravedad en materiales de
1030 laderas o taludes de un modo general. Los corrimientos son
1031 clasificados de la siguiente manera: caídas, volcaduras, flujos,
1032 deslizamientos.



1033 **FACTOR DE SEGURIDAD.** - Se define como la división entre las
1034 condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que
1035 podrían ocasionar la falla. También es definida como el cociente
1036 de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud
1037 actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para
1038 mantener el talud estable.

1039

1040 **COHESIÓN.** - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual
1041 las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas
1042 internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos
1043 de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En
1044 consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las
1045 partículas del terreno. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos
1046 arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o
1047 más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la
1048 cohesión es prácticamente nula.

1049

1050 **FRICCIÓN INTERNA.** - Es la resistencia al deslizamiento
1051 causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto
1052 de las partículas y de su densidad. Como los suelos granulares
1053 tienen superficies de contacto mayores y sus partículas,
1054 especialmente si son angulares, presentan una buena trabazón,
1055 tendrán fricciones internas altas. En cambio, los suelos finos las
1056 tendrán bajas.

1057



1058 **ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO.** - La fricción interna de
1059 un suelo, está definida por el ángulo cuya tangente es la relación
1060 entre la fuerza que resiste el deslizamiento, a lo largo de un plano,
1061 y la fuerza normal "p" aplicada a dicho plano. Es un ángulo de
1062 reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto
1063 de material granular.

1064

1065 **CAPACIDAD PORTANTE.** - Valor soporte, es la resistencia del
1066 suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas.
1067 Significa conferir al suelo la capacidad de resistir las cargas
1068 exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura
1069 o deformaciones excesivas.

1070

1071 **SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN.** - Materiales para la
1072 estabilización de taludes de cualquier tipo de terreno y pendiente,
1073 con inestabilidades y movimientos importantes con
1074 requerimientos de soporte medio-altos. Es concebido para terreno
1075 en taludes con pendiente moderada o riesgosa, paredes rocosas
1076 globalmente estables con importante fracturación superficial,
1077 material rocoso alterado con pendiente media y para todo tipo de
1078 terreno con requerimiento de soporte.

1079

1080 **GEO-SLOPE.** - Programa usado para la modelación geotécnica y
1081 geo ambiental, lo suficientemente amplia como para manejar



1082 todas sus necesidades de modelado de taludes donde se quiera
1083 realizar los análisis a través de métodos de cálculo.

1084

1085 **IV. METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO**

1086 **4.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION**

1087 **4.1.1 TIPO DE INVESTIGACION.**

1088 El Tipo de investigación de acuerdo al fin q se persigue es
1089 investigación Aplicada. Porque busca la aplicación o
1090 utilización de los conocimientos que se adquieren. Y de
1091 acuerdo a los datos q se analiza es mixta (cuantitativa-
1092 cualitativa).

1093 **4.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

- 1094 - **Descriptiva.** Puesto que se analizarán y determinará las
- 1095 propiedades y características de los taludes de la zona.
- 1096 - **Experimental.** Puesto que se determinará las
- 1097 características físicas y mecánicas de las muestras de
- 1098 las laderas, a través de ensayos en un laboratorio
- 1099 geotécnico.
- 1100 - **Analítico.** Los diferentes tópicos serán analizados
- 1101 detalladamente mediante sus correspondientes
- 1102 variables, los mismos que nos permitirán llegar a
- 1103 conclusiones, para contrastar la hipótesis de trabajo.

1104



1105

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION – ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.

1106

1107

1.- Investigación bibliográfica sobre análisis de estabilidad de taludes naturales.

1108

1109

2.- Solicitar información sobre el área de estudio a Provias descentralizado y revisar informes de Indeci.

1110

1111

3.- Visita al área de estudio para reconocimiento de los taludes más críticos y toma de muestra para estudios de mecánica de suelos.

1112

1113

1114

4.- Proceso de selección del software para procesar información de los estudios realizados a las muestras.

1115

1116

5.- Modelo matemático del diseño de investigación.

ASIGNACION AL AZAR GRUPO 01 (Experimental)	O --- M1 --- X --- M2
---	-----------------------

1117

1118

6.- Planteamiento de soluciones (2 alternativas) al problema existente.

1119

1120

7.- Establecer conclusiones preliminares y definitivas

1121

8.-Elaboración de informe final

1122

1123

4.3 DETERMINACION DEL UNIVERSO/ POBLACION

1124

El universo son los taludes naturales del tramo Boquerón-Puente

1125

Chino entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500 de la carretera nacional ruta PE-5N de la carretera Nacional en la

1126

1127

región de Ucayali



1128

1129

4.4 MUESTRA.

1130

Talud seleccionado del tramo crítico Boquerón-Puente Chino

1131

entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, carretera

1132

nacional ruta PE-5N de la carretera Nacional en la región de

1133

Ucayali

1134

1135

4.5 TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTOS DE DATOS

1136

1137

1138

Las técnicas seleccionadas para la recolección de datos

1139

son:

1140

✓ Observación

1141

✓ Entrevista

1142

✓ Análisis dimensional

1143

✓ Realización de calicatas en los diferentes puntos de la zona

1144

en estudio.

1145

✓ Ensayo de Corte Directo para determinar el Angulo de

1146

fricción y la cohesión

1147

1148

4.5.1 FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

1149

1150

1151

Los instrumentos de recolección de datos seleccionados

1152

para la recolección de datos son:

1153

✓ Fichas de observación directa e Indirecta



1154 ✓ Cuestionario de entrevistas no estructurada

1155 ✓ Análisis en laboratorio

1156 4.5.2 PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE

1157 DATOS

1158 ✓ SOFTWARE ESPECIALIZADOS EN GEOTECNIA

1159 Geoestudio Versión **2007** (Slope/W – Quake/W),
1160 para el cálculo del factor de seguridad en los
1161 taludes.

1162

1163 ✓ SOFTWARE ESPECIALIZADOS EN SISTEMAS DE

1164 INFORMACIÓN GEOGRAFICA

1165 - **ArcGIS Versión 10.1 (ArcMap)**, para el cálculo
1166 de la susceptibilidad de los taludes.

1167 - **AutoCAD-Civil 3D**.

1168 - **S10** para el presupuesto

1169 - **Ms Project** para la programación del proyecto.

1170 V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y

1171 PRESUPUESTALES.

1172 5.1 POTENCIAL HUMANO

1173 ✓ TESISTAS

1174

1175 ✓ ASESOR:

1176 Ing. Daniel Perez Castañon



1177 **5.2 RECURSOS MATERIALES**

1178 ✓ **Laptop**

1179 ✓ **Cámara**

1180 ✓ **Internet**

1181 ✓ **Libros**

1182 ✓ **Gps**

1183 **5.3 RECURSOS FINANCIEROS**

1184 Los gastos ocasionados por la investigación estarán a cargo de

1185 los tesisistas.

1186

1187



1188

1189

5.4 CRONOGRAMA DE GANTT

CRONOGRAMA DE GANTT																								
ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17	s18	s19	s20	s21	s22	s23	s24
1.- PLANIFICACION Y APROBACION DEL PROYECTO																								
Elección del tema.																								
Revisión bibliográfica.																								
Elaboración del proyecto.																								
Aprobación del proyecto.																								
2.- EJECUCION DEL PROYECTO																								
Visita a la zona de estudio.																								
Reconocimiento de los tramos de estudio.																								
Toma de muestras para ensayos de laboratorio.																								
Ensayos de laboratorio																								
Procesamiento de datos e información (Software)																								
Análisis de datos obtenidos.																								
Planteamiento de posibles soluciones																								
3.- INFORME FINAL																								
Sistematización final de Informe.																								
Conclusiones y sugerencias.																								
Presentación del informe final.																								
Aprobación de la Tesis.																								
Sustentación del Informe Final.																								

1190



1191

5.5 PRESUPUESTO

	CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
POTENCIAL HUMANO	REC. HUMANOS		
	Trabajo de Campo	glb	S/ 200.00
	Asesoría	glb	S/ 1,500.00
RECURSOS MATERIALES, EQUIPOS	MATERIALES BIBLIOGRAFICOS		
	Textos	glb	S/ 100.00
	Internet	glb	S/ 80.00
	Otros	glb	S/ 200.00
	MATERIAL DE IMPRESIÓN		
	Copias Fotostáticas	500 und	S/ 120.00
	computadoras	glb	S/ 120.00
	empastado de tesis	4 ejemp.	S/ 160.00
	usb	glb	S/ 40.00
	CD	3 und	S/ 6.00
	MATERIALES DE ESCRITORIO, EQUIPOS, ACCESORIOS		
	Papel bond A4 80 grs	1 millar	S/ 30.00
	Papelotes Cuadriculados	10 und	S/ 8.00
	Cartulinas	10 und	S/ 8.00
	Cinta adhesivas	2 und	S/ 2.50
	Lapiceros	10 und	S/ 15.00
	Lápices	11 und	S/ 8.00
	Plumomens	6 und	S/ 20.00
	Calculadora	1 und	S/ 80.00
	Otros accesorios	1 und	S/ 200.00
	MATERIALES DE CAMPO.		
	Gps.	glb	S/ 150.00
	Camara fotografica	glb	S/ 100.00
	Wincha	02 und	S/ 10.00
	Machetes	02 und	S/ 30.00
	Botas	2 pares	S/ 65.00
	Martillos	02 und	S/ 45.00
SERVICIOS	SERVICIOS		
	Alquiler de Multimedia	glb	S/ 150.00
	Ensayos de laboratorio	glb	S/ 2,500.00
	comunicaciones (linea celular)	glb	S/ 250.00
	transporte	glb	S/ 1,650.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO			S/ 7,847.50

1192



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1 BIBLIOGRAFIA FISICA.

- Aranda y Gamarra. (2019). *Planteamiento de Soluciones de Reducción de Fallas de Plataforma para Mantener La Estabilidad de La Carretera Puente Chino Aguaytía*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Ricardo Palma – Lima-Perú.
- Carlos Sackschewski. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110*. [Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo], Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima- Perú.
- Grattz, Karen Lizeth, Salazar, Juan Diego, & Rodríguez, Carlos E.. (2018). *Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas metálicas para la estabilización de taludes en macizos rocosos. Obras y proyectos*, (23), 25-38
- Lisbeth Ochoa. (2016). *Inestabilidad De Taludes En El Sector De Santa Bárbara De La Ciudad De Huancavelica*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Peruana Los Andes – Huánuco-Perú.



- 1218 - Lugo Alvares, Emel D. (2018). *Combinación de los métodos*
1219 *Janbú – Spencer en el análisis de estabilidad de taludes para el*
1220 *empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la*
1221 *construcción de carreteras*". [Tesis para optar el título profesional
1222 de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional Federico Villareal –
1223 Lima-Perú.
- 1224
- 1225 - Pérez de Agreda, Eduardo A., "*Estabilidad de taludes*", edición
1226 2005.
- 1227
- 1228 - Román Claros, Walter G., "*Pautas para elaborar proyectos de*
1229 *tesis y trabajos de investigación en ingeniería (parte I)*", Primera
1230 edición 2018, editorial independiente.
- 1231
- 1232 - Sobarzo, V., Villalobos, F. y King, R. (2011). *Estudio de la*
1233 *estabilidad de taludes en roca meteorizada de la formación*
1234 *Quiriquina. Obras y Proyectos (9), 38-48*
- 1235
- 1236 - Suarez-Burgoa, Ludger O., "*Análisis de estabilidad de taludes con*
1237 *aplicación en Matlab*". Primera edición (2016). editorial
1238 independiente.
- 1239
- 1240 - Trinidad, H. (2020). *Análisis comparativo de muros de contención*
1241 *para la estabilización de talud en el centro poblado La Candelaria*



1242 - *Huaral, Lima 2019*. [Tesis para optar el título profesional de
1243 Ingeniero Civil]. Universidad Cesar Vallejo – lima – Perú.

1244

1245 **6.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA.**

1246 - <http://www.scielo.cl>

1247

1248



1249

1250

ANEXOS: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	VARIABLE DE ESTUDIO/DIMENSIONES	METODOLOGIA
“ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES NATURALES DE LA CARRETERA LONGITUDINAL DE LA SELVA, TRAMO BOQUERÓN-PUENTE CHINO, ENTRE LAS PROGRESIVAS DEL KM 425+187 AL KM 446+500, REGIÓN DE UCAYALI.”	<p>1.- PROBLEMA GENRAL:</p> <p>¿Cuál es el factor de seguridad y grado de susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali?</p> <p>2.- PROBLEMAS ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los factores internos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali? 	<p>1.- OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar cuál es el factor de seguridad y grado de susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali</p> <p>2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar cuáles son los factores internos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali. 	<p>1.- HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Determinar cuál es el factor de seguridad y grado de susceptibilidad que presentan los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali que permitirá prevenir la desestabilización de los mismos.</p> <p>2.- HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>HIPOTESIS 01</p> <ul style="list-style-type: none"> Los factores internos intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Factor de seguridad y grado de susceptibilidad</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Estabilidad de los taludes</p> <p>DIMENSIONES/INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estados Límite ✓ Análisis del grado de susceptibilidad. ✓ Factor de seguridad. ✓ Ensayo de corte directo ✓ Factores geomorfológicos(topografía). ✓ Factores geotécnicos. ✓ Factores hidrogeológicos (presencia de aguas subterráneas). ✓ Factores geológicos ✓ Naturaleza del fenómeno de geodinámica externa. 	<p>TIPO DE INVESTIGACION</p> <p>El Tipo de investigación de acuerdo al fin q se persigue es investigación Aplicada. Porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Y de acuerdo a los datos q se analiza es mixta (cuantitativa-cualitativa).</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION</p> <p>Descriptiva. Puesto que se analizarán y determinará las propiedades y características de los taludes de la zona.</p> <p>Experimental. Puesto que se determinará las características físicas y mecánicas de las muestras de las laderas, a través de ensayos en un laboratorio geotécnico</p>



	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son los factores externos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali? - ¿Cuál es el sistema de estabilización más eficiente que garantice la estabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali? 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuáles son los factores externos determinantes que intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, región de Ucayali. • Determinar cuál es el sistema de estabilización más eficiente que garantice la estabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali. 	<p>del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali.</p> <p>HIPOTESIS 02</p> <ul style="list-style-type: none"> • los factores externos intervienen en la inestabilidad de los taludes naturales de la carretera longitudinal de la selva, tramo boquerón-puente chino, entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, región de Ucayali. <p>HIPOTESIS 03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el sistema de estabilización más eficiente para la estabilidad de taludes que permitirá dar una solución técnica y económicamente viable. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Factores antrópicos ✓ Factores sísmicos. ✓ Factores hidrológicos (presencia de precipitaciones) ✓ Grado de permeabilidad del suelo ✓ Comparación técnica y económica de las alternativas de solución. ✓ Transito fluido ✓ Fuerza Resistencia ✓ Fuerza actuante ✓ Grado de susceptibilidad ✓ $F_s > 1$ ✓ $F_s < 1$ ✓ coeficiente de cohesión, ✓ ángulo de fricción interna. ✓ Comportamiento mecánico de suelos. ✓ Resistencia ✓ Deformabilidad ✓ Geometría del talud. (grado de inclinación y altura de talud ✓ Presión De Poros. ✓ Presencia de aguas subterráneas y/aumento de nivel freático. ✓ Estratigrafía ✓ Litología 	<p>POBLACION</p> <p>El universo son los taludes naturales del tramo Boquerón-Puente Chino entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, de la carretera nacional ruta PE-5N de la carretera Nacional en la región de Ucayali</p> <p>MUESTRA</p> <p>Talud seleccionado del tramo critico Boquerón-Puente Chino entre las progresivas del km 425+187 al km 446+500, carretera nacional ruta PE-5N de la carretera Nacional en la región de Ucayali</p> <p>MODELO MATEMATICO DEL DISEÑO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>O --- M1 --- X --- M2</p> </div>
--	---	--	--	--	---



				<ul style="list-style-type: none">✓ Discontinuidades✓ humedad✓ Duración de la precipitación✓ Taludes con falta de vegetación.✓ Zonificación sísmica✓ Periodicidad de precipitaciones pluviales en el talud.✓ Infiltración del agua✓ Relación costo/tiempo	
--	--	--	--	--	--