



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“ESTUDIO DE LOS MECANISMOS DE FALLA DE LOS
TALUDES DE LA CARRETERA CUPUÁN DEL RIO –
TUMBISCATÍO DE RUIZ DEL TRAMO 40+000 AL 52+000”**

PROFESIONAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JOSE ALFREDO CHÁVEZ CERNA

ASESOR:

DR. CARLOS CHÁVEZ NEGRETE

Morelia, Michoacán

Enero 2017



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIO DE LOS MECANISMOS DE FALLA DE LOS
TALUDES DE LA CARRETERA CUPUÁN DEL RIO –
TUMBISCATÍO DE RUIZ DEL TRAMO 40+000 AL 52+000”**

Autor:

José Alfredo Chávez Cerna

Morelia, Michoacán, Febrero 2017

Contenido

Agradecimientos.....	I
Dedicatoria	II
Resumen	III
Abstract	IV
Índice de figuras	V
Índice de tablas	XIII
1 Introducción.....	1
1.1 Objetivo	3
1.1.1 Objetivos específicos.....	3
1.2 Justificación.....	4
2 Localización	5
2.1 Localización política de la zona de estudio	5
2.2 Localización fisiográfica de la zona de estudio	8
2.3 La Región fisiográfica Sierra Madre del Sur,	9
2.4 Localización geológica o litológica de la zona de estudio.	15
2.5 Carta Geológica-Minera General Francisco Villa (Las Cruces), E13-B69, Mich., Esc. 1:50,000	16
2.6 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	21
3 DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES.....	23
3.1 Talud Uno (40+000 al 40+080).	25
3.1.1 Trabajos realizados en 2009	25
3.1.1.1 Descripción general del talud.....	25
3.1.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 1 (40+000 al 40+080).....	25
3.1.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 1.	28
3.1.2 Trabajo realizado en (2016).....	29
3.1.2.1 Estado actual del talud	29
3.1.3 Conclusión de la comparación de los estudios del 2009 y el 2016	33
3.2 Talud Dos (40+370 al 40+440).....	34
3.2.1 Trabajos realizados en 2009	34
3.2.1.1 Descripción general del talud.....	34
3.2.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 2.	35
3.2.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 2.	37

3.2.2	Trabajo realizado en (2016).....	38
3.2.2.1	Estado actual del talud	38
3.2.3	Conclusión de la comparación de los estudios del talud dos (2009 - 2016) 40	
3.3	Talud Tres (40+460 a 4+500).....	41
3.3.1	Trabajos realizados en 2009	41
3.3.1.1	Descripción general del talud.....	41
3.3.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 3.....	41
3.3.2	Recomendaciones de estabilización, talud 3.....	43
3.3.3	Trabajo realizado en (2016).....	44
3.3.3.1	Estado actual del talud	44
3.3.4	Conclusión de la comparación de los estudios del talud tres (2009 - 2016) 44	
3.4	Talud Cuatro (41+200 al 41+400)	45
3.4.1	Trabajos realizados en 2009	45
3.4.1.1	Descripción general del talud.....	45
3.4.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 4.....	46
3.4.2	Recomendaciones de estabilización, talud 4.....	48
3.4.3	Trabajo realizado en (2016).....	49
3.4.3.1	Estado actual del talud	49
3.4.4	Conclusión de la comparación de los estudios del talud cuatro (2009 - 2016) 52	
3.5	Talud Cinco (42+080 a 42+140).....	53
3.5.1	Trabajos realizados en 2009	53
3.5.1.1	Descripción general del talud.....	53
3.5.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 5.....	53
3.5.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 5.	55
3.5.2	Trabajo realizado en (2016).....	56
3.5.2.1	Estado actual del talud	56
3.5.3	Conclusión de la comparación de los estudios del talud cinco (2009 - 2016) 57	
3.6	Talud Seis (42+430 a 42+510).....	58
3.6.1	Trabajos realizados en 2009	58
3.6.1.1	Descripción general del talud.....	58

3.6.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 6.....	58
3.6.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 6.	59
3.6.2	Trabajo realizado en (2016).....	60
3.6.2.1	Estado actual del talud	60
3.6.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud seis (2009 - 2016).....	60
3.7	Talud Siete (42+570 al 42+720).	61
3.7.1	Trabajos realizados en 2009	61
3.7.1.1	Descripción general del talud.....	61
3.7.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 7.....	61
3.7.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 7.	63
3.7.2	Trabajo realizado en (2016).....	64
3.7.2.1	Estado actual del talud	64
3.7.3	Conclusión de la comparación de los estudios del talud siete (2009 - 2016) 66	
3.8	Talud Ocho (43+230 al 43+530).	67
3.8.1	Trabajos realizados en 2009	67
3.8.1.1	Descripción general del talud.....	67
3.8.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 8.....	68
3.8.2	Recomendaciones de estabilización, talud 8.....	69
3.8.3	Trabajo realizado en (2016).....	70
3.8.3.1	Estado actual del talud	70
3.8.4	Conclusión de la comparación de los estudios del talud ocho (2009 - 2016) 72	
3.9	Talud Nueve (43+550 al 43+680).....	73
3.9.1	Trabajos realizados en 2009	73
3.9.1.1	Descripción general del talud.....	73
3.9.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 9.....	73
3.9.2	Recomendaciones de estabilización, talud 9.....	74
3.9.3	Trabajo realizado en (2016).....	74
3.9.3.1	Estado actual del talud	74
3.9.3.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud nueve (2009 - 2016).....	76
3.10	Talud Diez (43+830 al 43+940).....	77
3.10.1	Trabajos realizados en 2009	77

3.10.1.1	Descripción general del talud.....	77
3.10.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 10.....	78
3.10.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 10.	79
3.10.2	Trabajo realizado en (2016)	80
3.10.2.1	Estado actual del talud	80
3.10.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud diez (2009 - 2016)	81
3.11	Talud Once (43+980 al 44+100).	82
3.11.1	Trabajos realizados en 2009	82
3.11.1.1	Descripción general del talud.....	82
3.11.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 11.....	82
3.11.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 11.	85
3.11.2	Trabajo realizado en (2016)	86
3.11.2.1	Estado actual del talud	86
3.11.3	Conclusión de la comparación de los estudios del talud once (2009 - 2016)	87
3.12	Talud Doce (44+170 al 44+220).	88
3.12.1	Trabajos realizados en 2009	88
3.12.1.1	Descripción general del talud.....	88
3.12.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 12.....	88
3.12.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 12.	89
3.12.2	Trabajo realizado en (2016)	90
3.12.2.1	Estado actual del talud	90
3.12.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud doce (2009 - 2016) ...	91
3.13	Talud Trece (44+300 al 44+400).....	92
3.13.1	Trabajos realizados en 2009	92
3.13.1.1	Descripción general del talud.....	92
3.13.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 13.....	92
3.13.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 13.	95
3.13.2	Trabajo realizado en (2016)	96
3.13.2.1	Estado actual del talud	96
3.13.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud trece (2009 - 2016)...	97
3.14	Talud Catorce (44+420 al 44+540)	98
3.14.1	Trabajos realizados en 2009	98

3.14.1.1	Descripción general del talud.....	98
3.14.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 14.....	98
3.14.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 14.	100
3.14.2	Trabajo realizado en (2016)	101
3.14.2.1	Estado actual del talud	101
3.14.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud catorce (2009 - 2016) 102	
3.15	Talud Quince (44+580 al 44+660).	103
3.15.1	Trabajos realizados en 2009	103
3.15.1.1	Descripción general del talud.....	103
3.15.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 15.....	103
3.15.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 15.	103
3.15.2	Trabajo realizado en (2016)	104
3.15.2.1	Estado actual del talud	104
3.15.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud catorce (2009 - 2016) 105	
3.16	Talud Dieciséis (44+800 al 44+900)	106
3.16.1	Trabajos realizados en 2009	106
3.16.1.1	Descripción general del talud.....	106
3.16.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 16.....	106
3.16.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 16.	107
3.16.2	Trabajo realizado en (2016)	107
3.16.2.1	Estado actual del talud	107
3.16.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud dieciséis (2009 - 2016) 109	
3.17	Talud Diecisiete.	110
3.17.1	Trabajos realizados en 2009	110
3.17.1.1	Descripción general del talud.....	110
3.17.2	Trabajo realizado en (2016)	110
3.17.2.1	Estado actual del talud	110
3.17.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del 2009 y el 2016	111
3.18	Talud Dieciocho (45+120 al 45+280).	112
3.18.1	Trabajos realizados en 2009	112
3.18.1.1	Descripción general del talud.....	112

3.18.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 18.....	112
3.18.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 18.	114
3.18.2	Trabajo realizado en (2016)	114
3.18.2.1	Estado actual del talud	114
3.18.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud dieciocho (2009 - 2016) 116	
3.19	Talud Diecinueve (45+280 al 45+400).	117
3.19.1	Trabajos realizados en 2009	117
3.19.1.1	Descripción general del talud.....	117
3.19.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 19.....	117
3.19.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 19.	118
3.19.2	Trabajo realizado en (2016)	118
3.19.2.1	Estado actual del talud	118
3.19.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud diecinueve (2009 - 2016). 119	
3.20	Talud veinte (45+540 al 45+750).	120
3.20.1	Trabajos realizados en 2009	120
3.20.1.1	Descripción general del talud.....	120
3.20.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 20.....	120
3.20.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 20.	121
3.20.2	Trabajo realizado en (2016)	122
3.20.2.1	Estado actual del talud	122
3.20.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud veinte (2009 - 2016). 125	
3.21	Talud veintiuno (45+820 al 46+030).	126
3.21.1	Trabajos realizados en 2009	126
3.21.1.1	Descripción general del talud.....	126
3.21.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 21.....	127
3.21.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 21.	130
3.21.2	Trabajo realizado en (2016)	131
3.21.2.1	Estado actual del talud	131
3.21.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintiuno (2009 - 2016). 134	
3.22	Talud veintidós (46+130 al 46+220).....	135

3.22.1	Trabajos realizados en 2009	135
3.22.1.1	Descripción general del talud.....	135
3.22.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 22.....	135
3.22.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 22.	137
3.22.2	Trabajo realizado en (2016)	137
3.22.2.1	Estado actual del talud	137
3.22.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintidós (2009 - 2016). 139	
3.23	Talud vientres (46+270 al 46+320).	140
3.23.1	Trabajos realizados en 2009	140
3.23.1.1	Descripción general del talud.....	140
3.23.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 23.....	141
3.23.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 23.	141
3.23.2	Trabajo realizado en (2016)	141
3.23.2.1	Estado actual del talud	141
3.23.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintitrés (2009 - 2016). 143	
3.24	Talud veinticuatro (46+340 al 46+460).	144
3.24.1	Trabajos realizados en 2009	144
3.24.1.1	Descripción general del talud.....	144
3.24.1.2	Análisis de Estabilidad, talud 24.....	144
3.24.1.3	Recomendaciones de estabilización, talud 24.	145
3.24.2	Trabajo realizado en (2016)	145
3.24.2.1	Estado actual del talud	145
3.24.2.2	Conclusión de la comparación de los estudios del talud veinticuatro (2009 - 2016). 147	
3.25	Talud faltante uno (42+900).....	148
3.25.1	Trabajos realizados en 2009	148
3.25.1.1	Descripción general del talud.....	148
3.25.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 1 (2009 - 2016). 150	
3.26	Talud faltante dos (43+027).....	151
3.26.1	Trabajos realizados en 2009	151
3.26.1.1	Descripción general del talud.....	151

3.26.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 2 (2009 - 2016).	
	152	
3.27	Talud faltante tres (44+290).....	153
3.27.1	Trabajos realizados en 2009	153
3.27.1.1	Descripción general del talud.....	153
3.27.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 3 (2009 - 2016).	
	154	
3.28	Talud faltante cuatro (46+810).....	155
3.28.1	Trabajos realizados en 2009	155
3.28.1.1	Descripción general del talud.....	155
3.28.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 4 (2009 - 2016).	
	156	
3.29	Talud faltante cinco (47+010).	157
3.29.1	Trabajos realizados en 2009	157
3.29.1.1	Descripción general del talud.....	157
3.29.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 5 (2009 - 2016).	
	159	
3.30	Talud faltante seis (47+810).	160
3.30.1	Trabajos realizados en 2009	160
3.30.1.1	Descripción general del talud.....	160
3.30.1.2	Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 6 (2009 - 2016).	
	163	
4	Conclusiones.....	164
5	Referencias bibliográficas	172

Agradecimientos

Primero que nada agradezco a dios por haberme dado salud y fortaleza para concluir una meta más en mi vida.

A mi asesor **Dr. Carlos Chávez Negrete** por haberme apoyado y sido el conducto para terminar mi trabajo de tesis.

Al **Dr. Eleazar Arreygue Rocha** por su apoyo y colaboración en el desarrollo de mi trabajo de tesis.

Al **Ing. Isaac Olivares Valencia** por su ayuda en la localización espacial de mis mapas y por su apoyo en los estudios hidrológicos.

A la **Lic. Monserrat Chávez Arévalo** por su apoyo en la redacción y ortografía del documento de tesis.

Al Ing. **José Luis Chávez Martínez** y a mi padre **Gilberto Chávez Martínez** por acompañarme y apoyarme en los trabajos de campo para el estudio de mi tesis.

A todos mis profesores de la facultad por haber compartido conmigo sus valiosos conocimientos.

Dedicatoria

A mis padres **Gilberto Chávez Martínez** y **Silvia Cerna Arias**, que con su gran apoyo y comprensión lograron guiarme por el buen camino, gracias por todo el amor, cariño y confianza que me han dado.

A mi tío **José Luis Chávez Martínez** quien fue una gran persona que siempre me apoyo y me impulso para seguir preparándome y salir adelante, gracias por esos buenos consejos, siempre te recordare y te llevare en el corazón.

A mis tías **Hilaria Chávez Martínez** y **Teresa Chávez Martínez** por siempre apoyarme en todo lo que necesitaba para lograr superarme y concluir mis metas en la vida.

A mis hermanos **Gilberto, Cesar Alejandro, Luis Enrique**, son una parte esencial en mi vida, son ejemplos a seguir y unas grandes personas los quiero mucho.

A mi novia **Alejandra Guerrero Chávez** por su comprensión, cariño, amor y por motivarme día a día a terminar este trabajo te quiero mucho.

A todos mis amigos de la facultad los **(LP4R), (Josué, Aldo, Emmanuel, Isaac, Antonio, Gustavo, Giovanni y Fabián)** por su apoyo, por todos los momentos que hemos pasado juntos y por todas las desveladas que nos ha costado llegar a terminar esta carrera nunca pude ver tenido mejores compañeros y más grandes amigos mucho éxito en si vida.

A toda mi familia y amigos por ese gran apoyo y por confiar en mí, con esfuerzo y dedicación se pueden lograr grandes cosas en la vida y este para mí es un gran logro que quiero compartir con todos ustedes.

Resumen

La presente investigación se basa en una comparación de dos estudios geotécnicos de estabilidad de taludes en el tramo carretero los Chivos-Tumbiscatío de Ruíz en los kilómetros (40+000 AL 52+000), un estudio data del año (2009) año en que fue construida la vialidad y el otro estudio es del (2016) año actual en que se revisa el estado que presenta esta vialidad y sus condiciones de operación.

Se decide realizar esta comparación ya que la vialidad presenta condiciones desfavorables a 7 años de su construcción a causa de la inestabilidad de los taludes.

Para revisar cual fue la problemática por la cual están fallando estos cortes se realizó un trabajo de revisión y un reporte del estado que presentan los 30 cortes que conforman este tramo carretero en la actualidad, esta investigación se comparó con el estudio que fue hecho al inicio de la construcción de esta vialidad el cual lleva por nombre, “ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000” de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Esto con el fin de encontrar el problema causante del deterioro actual de la vialidad.

En esta comparación logramos darnos cuenta que el problema fundamental está en que el constructor no tomo en cuenta el estudio inicial para lograr la estabilidad de los taludes y a causa de esto todos los problemas que fueron previstos en el trabajo inicial han sido los causantes del deterioro de la vialidad los cuales en 7 años han logrado que el estado de esta vialidad sea desfavorable y muy peligroso para la circulación por ella.

En conclusión, se ha llegado a comprobar que los estudios geotécnicos en estabilidad de taludes son de suma importancia para lograr las condiciones óptimas de operación de una vialidad y para una mayor seguridad a los vehículos, por ello con este trabajo se busca concientizar a los constructores y personal en general de la importancia que tienen los estudios geotécnicos en los proyectos carreteros.

1. Taludes
2. Estabilidad
3. Estudios geotécnicos
4. Importancia
5. Concientización

Abstract

The present investigation is based on a comparison of two geotechnical studies of slope stability in the road section “Los Chivos-Tumbiscatio de Ruiz” in the kilometers (40+000 to 52+000), the first study was carry out in the year 2009, the year in which the road was built and the second study is from the year 2016, this is the current year in which the road represents the actual conditions.

It is decided to make this comparison since the road presents unfavorable conditions to seven years of its construction because of the instability of the slopes.

To review what was the problem for which these cut slopes are failing, a review was carried out for the present 30 cuts slopes of road today. This research was compared with the study that was done at the beginning of the construction of this road which is named “ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIO-TUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000” from the researchers Carlos Chávez Negrete and Eleazar Arreygue Rocha, to find the problem causing the current deterioration of the road.

In this comparison, we realize that the fundamental problem is that the builder did not take into account the initial study observations to achieve stability of the slopes, and because of this, all problems that were predicted in the initial work have been the cause of the deterioration of the road. In 7 years, have made the state of this road is unfavorable and very dangerous for the transit.

In conclusion, it has been verified that the geotechnical studies on slope stability are of first importance to achieve the optimum conditions of operation of a roadway and for a greater safety to the passengers. For this reason, this work seeks to raise awareness among the builders and personnel in general of the importance that the geotechnical studies have in the road projects.

Índice de figuras

Figura 2-1 localización de la zona de estudio en las entidades federativas de la república Mexicana	5
Figura 2-2 división municipal del estado de Michoacán de Ocampo, donde se muestra la ubicación del tramo carretero en estudio.....	6
Figura 2-3 Localización regional del tramo carretero que será estudiado, el cual está en la carta topográfica de Tumbiscatío E13-B68 de INEGI. (Chávez y Arreygue 2009).....	7
Figura 2-4 Representación de las provincias fisiográficas de la república Mexicana y ubicación de la zona de estudio dentro de estas.....	9
Figura 2-5 representación de la distribución y ubicación de las subprovincias fisiográficas dentro de la Sierra Madre del Sur y la ubicación de la zona de estudio dentro de las subprovincias fisiográficas.....	11
Figura 2-6 mapa de pendientes y ubicación de estrazo carretero y cada uno de los taludes.....	12
Figura 2-7 mapa de elevaciones.....	13
Figura 2-8 imagen de google earth donde se puede ver el relieve y la ubicación de las zonas en estudio.....	14
Figura 2-9 carta geológica de la república Mexicana del el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2007)	15
Figura 2-10 1.5 Carta Geológica-Minera General Francisco Villa (Las Cruces), E13-B69, Mich., Esc. 1:50,000. (INEGI 2010).....	19
Figura 2-11 ubicación de los detalles en la carta geológica minera que afectan al tramo carretero. (INEGI 2010).....	20
Figura 2-12 Mapa de isoyetas que presenta la precipitación media anual de la zona de estudio.....	22
Figura 3-1 - Perfil del talud uno, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009)	25
Figura 3-2 Análisis de estabilidad cinemática, Talud 1 lado derecho zona crítica. (Chávez y Arreygue 2009)	26
Figura 3-3 Análisis de estabilidad del talud 1 lado izquierdo zona crítica. (Chávez y Arreygue 2009).....	27
Figura 3-4. Detalla de las discontinuidades del talud 1. (Chávez y Arreygue 2009)	27
Figura 3-5. Análisis de estabilidad del Talud 1. (Chávez y Arreygue 2009).	28
Figura 3-6 detalles del perfil y la litología del talud 1 (Chávez y Arreygue 2009). .	28
Figura 3-7 fotografías del talud uno del 2017 donde se puede ver la forma y estado en que se encuentra.....	30
Figura 3-8 fotografía de la parte izquierda del talud 1 donde se ve la berma y un movimiento de suelo.	31
Figura 3-9 fotografías de la parte derecha del talud 1 donde se puntualizan problemas importantes.....	32

Figura 3-10 Perfil del talud dos, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	34
Figura 3-11 Análisis de estabilidad cinemático del talud 2, zona central. (Chávez y Arreygue 2009).....	35
Figura 3-12 Detalle de discontinuidad, talud 2. (Chávez y Arreygue 2009).....	36
Figura 3-13 Análisis de estabilidad de taludes para el talud 2, en zona crítica de la izquierda. (Chávez y Arreygue 2009).	36
Figura 3-14 identificación de las zonas donde se propone mejoramiento o se proponen métodos de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).	37
Figura 3-15 fotografías del talud 2 tomadas el 2016 donde muestra el estado que presenta actualmente.	38
Figura 3-16 fotografía que detalla la falla de suelo en forma de cuña.....	38
Figura 3-17 fotografías que muestran el estado de la roca que presenta el corte.	39
Figura 3-18 Perfil del talud tres, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas (Chávez y Arreygue 2009)	41
Figura 3-19 Análisis de estabilidad de taludes cinemático en la zona crítica del talud 3. (Chávez y Arreygue 2009).....	42
Figura 3-20 Análisis de estabilidad de taludes en el talud 3. (Chávez y Arreygue 2009).	42
Figura 3-21 identificación de las zonas de riesgo del talud y lugares donde se necesita mejoramiento. (Chávez y Arreygue 2009).....	43
Figura 3-22 fotografía panorámica del talud tres.....	44
Figura 3-23 Perfil del talud cuatro, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	45
Figura 3-24 Análisis cinemático del lado derecho del talud. (Chávez y Arreygue 2009).	46
Figura 3-25 Análisis de estabilidad cinemático del talud 4, lado izquierdo. (Chávez y Arreygue 2009).....	46
Figura 3-26 Análisis de estabilidad de talud 4 lado derecho. (Chávez y Arreygue 2009).	47
Figura 3-27 Análisis de estabilidad de talud del talud 4, lado izquierdo. (Chávez y Arreygue 2009).....	47
Figura 3-28 identificación de las zonas donde se necesita tratamiento. (Chávez y Arreygue 2009).....	48
Figura 3-29 fotografía panorámica de las condiciones del talud cuatro en el año 2016	49
Figura 3-30 fotografía donde muestra las zonas con mejoramiento y el tipo de este.	50
Figura 3-31 se presenta un zoom de algunos puntos del corte donde se han presentado movimientos grandes de material los cuales son tipo planar	51
Figura 3-32 Imágenes donde se puede ver el estado de la roca en el talud, las grietas.	52

Figura 3-33 Perfil del talud cinco, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	53
Figura 3-34 Análisis de Estabilidad cinemático para el talud No. 5. (Chávez y Arreygue 2009).	54
Figura 3-35 Análisis de estabilidad del talud 5 en falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	54
Figura 3-36 identificación de zonas de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).	55
Figura 3-37 fotografía panorámica de la totalidad del talud 5 tomada en el 2016.	56
Figura 3-38 Identificación del estado que presenta el corte.	57
Figura 3-39 Perfil del talud seis, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	58
Figura 3-40 identificación de zonas donde se proponen mejoramientos. (Chávez y Arreygue 2009).	59
Figura 3-41 fotografía del talud 6 donde se ve su estado tomada en el 2016.	60
Figura 3-42 Perfil del talud siete, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	61
Figura 3-43 Análisis cinemático del talud 7b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	62
Figura 3-44 Análisis de estabilidad de Taludes para la parte central del talud 7. (Chávez y Arreygue 2009).	62
Figura 3-45 identificación de las zonas donde necesita ser estabilizado. (Chávez y Arreygue 2009).	63
Figura 3-46 imagen panorámica del estado que presenta el talud 7 en el 2016 ...	64
Figura 3-47 imagen donde se puntualizan zonas de problemas	65
Figura 3-48 Perfil del talud ocho, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	67
Figura 3-49 Análisis de estabilidad cinemático para el talud 8b. En cuña. (Chávez y Arreygue 2009).	68
Figura 3-50 Resultados del análisis de estabilidad en cuña.	69
Figura 3-51 identificación de las zonas donde se necesita el refuerzo y que tipo de este. (Chávez y Arreygue 2009).	69
Figura 3-52 fotografía panorámica de talud 8 tomada en 2016	71
Figura 3-53 puntualización de los problemas del talud 8 en la zona de la derecha.	72
Figura 3-54 Perfil del talud nueve, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	73
Figura 3-55 puntualización de zonas donde se debe de implementar un medio de estabilización para el talud. (Chávez y Arreygue 2009).	74
Figura 3-56 foto panorámica del talud 9 tomada en el 2016.	74
Figura 3-57 puntualización de los problemas que presenta el talud 8 en el 2016.	75
Figura 3-58 Perfil del talud diez, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	77

Figura 3-59 Análisis de estabilidad de talud cinemático. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	78
Figura 3-60 Análisis de estabilidad de la parte superior del talud 10. (Chávez y Arreygue 2009).....	78
Figura 3-61 identificación de los puntos donde es necesario algún método de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).	79
Figura 3-62 foto panorámica del talud 10 tomadas en el 2016.	80
Figura 3-63 imagen del estado que presenta el talud 10 en el 2016.....	80
Figura 3-64 Perfil del talud once, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	82
Figura 3-65 Análisis de estabilidad del talud 11c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	83
Figura 3-66 Análisis de estabilidad del Talud 11d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	83
Figura 3-67 Análisis de estabilidad del talud 11c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	84
Figura 3-68 Análisis de estabilidad del talud 11d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	84
Figura 3-69 identificaciones de las zonas donde el talud 11 necesita un método de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).	85
Figura 3-70 fotografía panorámica que muestra el estado que tiene el talud 11 en el 2016 a 7 años de su construcción.	86
Figura 3-71 identificaciones de los problemas del talud 11 a 7 años de su construcción en el 2016	87
Figura 3-72 Perfil del talud doce, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	88
Figura 3-73 identificaciones de las zonas donde se requieren tratamientos de estabilización en el talud 12 (Chávez y Arreygue 2009).....	89
Figura 3-74 imagen panorámica del talud doce tomada en el 2016.....	90
Figura 3-75 identificaciones de problemas del corte 12 en la imagen tomada en el 2016	90
Figura 3-76 Perfil del talud trece, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	92
Figura 3-77 Estabilidad de taludes cinemático del talud 13b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	93
Figura 3-78 Estabilidad de taludes cinemático del talud 13c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	93
Figura 3-79 Análisis de estabilidad del Talud 13b, falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	94
Figura 3-80 Análisis de estabilidad del talud 13c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).	94
Figura 3-81 identificaciones de zonas donde se necesita tratamiento del talud 13 (Chávez y Arreygue 2009).....	95

Figura 3-82 fotografía panorámica del talud 13 tomada en el 2016 siete años después de su construcción.	96
Figura 3-83 identificaciones de zonas de problemas del talud trece en el 2016. .	96
Figura 3-84 Perfil del talud catorce, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	98
Figura 3-85 Estabilidad de taludes cinemático del talud 14. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	99
Figura 3-86 Resultados del análisis de estabilidad para el talud 14. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	99
Figura 3-87 identificaciones por zonas donde se propone utilizar los métodos de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).	100
Figura 3-88 fotografía panorámica del talud catorce tomadas en el 2016.	101
Figura 3-89 imágenes que puntualiza los problemas que presenta el talud 14 en el 2016.	101
Figura 3-90 Perfil del talud quince, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	103
Figura 3-91 identificación de la zona donde requiere métodos de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).....	103
Figura 3-92 imagen panorámica del talud 15 tomada en el 2016.....	104
Figura 3-93 fotografías donde se muestra el estado del talud 15 en el 2016.	105
Figura 3-94 Perfil del talud dieciséis, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	106
Figura 3-95 puntualización de las zonas donde se recomienda usar uno los métodos de estabilización que les son recomendados. (Chávez y Arreygue 2009).	107
Figura 3-96 imagen panorámica del talud 16 tomada el 2016.....	108
Figura 3-97 imágenes que muestran el estado del talud 16 tomadas en el 2016.	108
Figura 3-98 imagen panorámica del talud 17 tomada el 2016.....	110
Figura 3-99 imágenes que muestran el estado del talud 17 tomadas en el 2016	111
Figura 3-100 Perfil del talud dieciocho, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	112
Figura 3-101 Análisis de estabilidad cinemático del talud 18. Falla cuña. (Chávez y Arreygue 2009).....	113
Figura 3-102 Análisis de estabilidad del Talud 18. (Chávez y Arreygue 2009). ..	113
Figura 3-103 identificaciones por zonas donde es necesario aplicar métodos de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).	114
Figura 3-104 imagen panorámica del talud 18 tomada el 2016.....	115
Figura 3-105 imágenes que muestran el estado del talud 18 en el 2016.	115
Figura 3-106 Perfil del talud diecinueve, se indican los cambios litológicos y las estructuras que esta involucra. (Chávez y Arreygue 2009).....	117
Figura 3-107 Perfil del talud diecinueve, se indican la zona donde se considera colocar medios de estabilidad. (Chávez y Arreygue 2009).	118

Figura 3-108 foto del estado que presenta el talud 19 en el 2016.....	119
Figura 3-109 Perfil del talud veinte, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	120
Figura 3-110 Análisis de estabilidad del talud 20.	121
Figura 3-111 perfil del talud con zonas puntualizadas donde se necesitan mejoramientos. (Chávez y Arreygue 2009).	121
Figura 3-112 imagen panorámica del talud 20 en el 2016.	122
Figura 3-113 detalle de la parte de la derecha del talud 20.	123
Figura 3-114 detalles de toda la parte izquierda del talud donde se muestran los problemas que presenta (2016).	124
Figura 3-115 Perfil del talud veintiuno, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	126
Figura 3-116 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21 a. Falla en cuña. (Chávez y Arreygue 2009).....	127
Figura 3-117 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21 a, lado izquierdo. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	127
Figura 3-118 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	128
Figura 3-119 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21c. Falla planar (Chávez y Arreygue 2009).....	128
Figura 3-120 Análisis de estabilidad cinemático de talud 21d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	129
Figura 3-121 Análisis de taludes para el talud 21 a y b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	129
Figura 3-122 Análisis de estabilidad de taludes para el talud 21 c. Falla planar (Chávez y Arreygue 2009).....	130
Figura 3-123 Perfil del talud veintiuno, se indican los puntos donde se necesita medios de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).....	130
Figura 3-124 fotografía panorámica del estado actual del talud 21 tomada en el 2016.	132
Figura 3-125 imágenes representativas del estado en el que se encuentra el talud 21.	132
Figura 3-126 detalles de los problemas que presenta el talud 21 en el 2016.	133
Figura 3-127 Perfil del talud veintidós, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	135
Figura 3-128 Análisis de estabilidad cinemático del talud 22 Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	136
Figura 3-129 Análisis de estabilidad del talud 22 Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).....	136
Figura 3-130 identificación por zonas donde se propone estabilizar el talud 22. (Chávez y Arreygue 2009).....	137
Figura 3-131 métodos de estabilización que son propuestos para el talud 22 indicado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).....	137

Figura 3-132 fotografía panorámica del talud 22 tomada en el 2016.	138
Figura 3-133 detalles del talud 22. Fotografías tomadas en el 2016.....	138
Figura 3-134 Perfil del talud veintitrés, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).	140
Figura 3-135 detalles de mejoramiento del talud 23. (Chávez y Arreygue 2009).141	
Figura 3-136 métodos de mejoramiento de talud propuestos por zonas para el talud 23. (Chávez y Arreygue 2009).....	141
Figura 3-137 fotografía panorámica del estado del talud 23 tomada en el 2016. 142	
Figura 3-138 detalles del estado en que se encuentra el talud 23 en el 2016. ...	143
Figura 3-139 Esquema del talud veinticuatro, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).....	144
Figura 3-140 identificación por zonas donde se recomienda estabilizar (Chávez y Arreygue 2009).....	145
Figura 3-141 imagen panorámica del talud 24 donde se aprecia el estado actual tomada en el 2016.....	146
Figura 3-142 identificación de los detalles del talud 24 en el 2016.	146
Figura 3-143 imagen panorámica del estado actual del talud en el 2016	148
Figura 3-144 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016).....	149
Figura 3-145 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 2 en el 2016	151
Figura 3-146 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016).....	152
Figura 3-147 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 3 en el 2016	153
Figura 3-148 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 4 en el 2016	155
Figura 3-149 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016).....	156
Figura 3-150 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 5 en el 2016	158
Figura 3-151 detalle de cómo se ve la terracería la cual está sobre el material del corte.	158
Figura 3-152 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 6 en el 2016	160
Figura 3-153 detalle que muestra la in estabilidad del talud.	161
Figura 3-154 detalles de los problemas que presenta este corte.....	162
Figura 3-155 detalles que presenta el talud en la actualidad (2016).	163
Figura 4-1 localización de los costes con problemas dentro del mapa de pendientes.....	165
Figura 4-2 carta geológica minera las cruces identificación de problemas estructurales en los taludes.....	166

Figura 4-3 perfil topográfico de un punto en el tramo carretero donde se muestra que no existe discontinuidad por la falla normal..... 167

Índice de tablas

Tabla 2-1 datos de las estaciones seleccionadas para el estudio.....	22
Tabla 3-1 recomendaciones de mejoramiento propuestas para el talud 1 en el 2009 al inicio de su construcción.....	29
Tabla 3-2 recomendaciones para la estabilización del talud 2 (Chávez y Arreygue 2009)	37
Tabla 3-3 recomendaciones para la estabilidad del talud tres. (Chávez y Arreygue 2009)	43
Tabla 3-4 tabla de recomendaciones para la estabilidad del talud 4.....	48
Tabla 3-5 Recomendaciones de estabilidad marcadas por zonas. (Chávez y Arreygue 2009)	55
Tabla 3-6 recomendaciones de mejoramiento para talud 6. (Chávez y Arreygue 2009)	59
Tabla 3-7 recomendación de medios para estabilizar el corte por zonas.....	63
Tabla 3-8 recomendaciones de estabilidad por zonas del talud 8 (Chávez y Arreygue 2009)	70
Tabla 3-9 métodos de estabilización recomendados para el talud 9.....	74
Tabla 3-10 métodos de estabilización ubicados por zonas. (Chávez y Arreygue 2009)	79
Tabla 3-11 propuestas de estabilización para el talud 11 identificado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009)	85
Tabla 3-12 recomendaciones por zonas de métodos para estabilizar el talud 12 (Chávez y Arreygue 2009)	89
Tabla 3-13 presentación de tratamientos por zonas para el talud 13. (Chávez y Arreygue 2009)	95
Tabla 3-14 tratamientos que son propuestos para cada zona del talud 14. (Chávez y Arreygue 2009)	100
Tabla 3-15 métodos de estabilización de taludes recomendados para el corte 15. (Chávez y Arreygue 2009)	104
Tabla 3-16 tratamientos propuestos para el talud 16 (Chávez y Arreygue 2009)	107
Tabla 3-17 tratamientos que se recomienda para cada zona del talud 18. (Chávez y Arreygue 2009)	114
Tabla 3-18 tratamientos recomendados para el talud indicado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009)	118
Tabla 3-19 tratamientos que se recomienda para cada zona del talud 20. (Chávez y Arreygue 2009)	122
Tabla 3-20 medios de estabilización recomendados por zonas para el talud 21 (Chávez y Arreygue 2009)	131
Tabla 3-21 recomendaciones de estabilización para el talud 24. (Chávez y Arreygue 2009)	145
Tabla 4-1 resumen de la comparación de los estudios.....	170

1 Introducción

México es uno de los países del mundo con mayor variedad topográfica, cuenta con grandes planicies y también sistemas montañosos, donde es necesario construir camino para comunicar los distintos poblados que se han asentado en toda la extensión territorial de este.

En específico el estado de Michoacán, se encuentra dentro de dos provincias fisiográficas que están formadas por un sistema montañoso muy escarpado y complicado, estas son la Sierra Madre del Sur y el eje Neovolcánico. En estos lugares existen muchos poblados y cabeceras municipales que requieren ser comunicadas con caminos asfaltados, ya que los caminos que comunican a estos sitios son terracerías muy complicadas y peligrosas.

La zona que se estudiará dentro de este trabajo se encuentra en el municipio de Tumbiscatío de Ruiz, dicho municipio se localiza dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur. El tramo carretero a estudiar se localiza en la subprovincia Cordillera Costera del Sur.

En este municipio se tenía la necesidad de un camino asfaltado que diera comunicación con la mayoría de sus poblados para el mejoramiento de la producción económica y comunicación social. Pero existía la problemática de la ruta por donde se trazaría la vialidad, ya que el municipio en cuestión de orografía tiene condiciones muy problemáticas y el trazo a realizar, tendría muchos problemas relacionados con la presencia de zonas muy escarpadas, con inclinaciones grandes y por ende se presentarían problemas de taludes, ya que los cortes necesarios serían muy grandes e inseguros.

En el año 2009 se inicia la construcción de un camino asfaltado, que comunica a los poblados de Platanal, Potrerillos de Coria, Las Cruces, el Caulote, Caramicuas, Los Chivos, La Herradura y también comunica al municipio con la Carretera Federal 37. Esta ruta presenta complicaciones de cortes en taludes en la zona que comunica a Tumbiscatío de Ruiz con los chivos. Donde es necesario que se realicen estudios de estabilidad de taludes para dar una solución a esta problemática y sobre todo mantener en buen estado la carretera durante su periodo de diseño.

Para realizar este estudio se requiere de especialistas en la materia, por ello se solicita los servicios de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha, los cuales realizan un estudio a detalle del problema que se presenta y determinan las soluciones más viables y seguras para mejorar la estabilidad del tramo carretero. Los doctores crean un documento donde se plasman los problemas y dan solución a la problemática, el documento se titula **(ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATÍO, TRAMO 40+000 AL 52+000.)**. En él se encuentra detalla lo que se debe de

realizar para que se mantengan estables los taludes y lograr tener una vialidad segura y que permanezca en servicio durante su periodo de diseño.

Sin embargo, el constructor por alguna razón decide no atender a las indicaciones que le son mostradas en el estudio (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) y las consecuencias en la actualidad son muy grandes, ya que a 7 años de la construcción de la vialidad se han presentado muchos deslizamientos de materiales en los taludes y ha provocado en muchos puntos del tramo carretero la privación del paso vehicular; creando la necesidad de abrir unas terracerías alternas para la circulación, también se ha producido un peligro latente para las personas que por necesidad circulan diariamente.

1.1 Objetivo

Realizar una revisión del estado que presentan los taludes que conforman al tramo carretero que se determina, para el análisis y comparación con el estudio que se efectuó al inicio de la vialidad, para ver la asertividad de los estudios geotécnicos en estabilidad de taludes y concientizar a los constructores de la importancia de estos estudios en un proyecto carretero.

1.1.1 Objetivos específicos

- Realizar un estudio a detalle del estado actual que presentan los taludes que conforman el tramo carretero que se estudia.
- Revisar la influencia geológica de la zona en los cortes y detectar fallas, foliaciones, fracturas y su influencia en el comportamiento de los taludes.
- Realizar un estudio de morfología de la zona y revisar, qué influencia tienen las pendientes en el comportamiento de los taludes.
- Realizar un estudio hidrológico y revisar cuál es la influencia de la lluvia en los taludes.
- Revisar si es tomado en cuenta el documento (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) para la construcción de la vialidad.
- Revisar si los problemas de estabilidad que son previstos en el (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) son los que han surgido e identificar otros que no fueron previstos en este estudio.
- Revisar si los métodos que se proponen como solución en (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) hubieran sido eficientes y solucionado la problemática que se presenta.
- Concientizar a los constructores y personal en general de la gran importancia que tiene los estudios geotécnicos en los proyectos carreteros.

1.2 Justificación

México invierte miles de millones de pesos en reparación de daños cada año, esto principalmente debido a las inestabilidades de taludes que se presentan en distintas partes del país, ya sea en carreteras de alta especificación o en vialidades secundarias. Esto es debido al desinterés de realizar estudios adecuados que den sustento a los proyectos, o por el costo que le representa a un constructor realizar las obras que son requeridas en un estudio geotécnico para dar estabilidad a un talud.

Con la intención de concientizar a los constructores sobre esto, se decide realizar un estudio en el **CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000** ya que se cuenta con el antecedente de un estudio que fue realizado al inicio de la construcción de esta vialidad en el año 2009 que lleva por nombre **(ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.)**

Ambos estudios serán comparados para tratar de revisar cuál es el estado actual de este tramo carretero, qué tipo de fallas han ocurrido, dónde han ocurrido estas fallas, qué tratamiento le fue dado a los taludes al inicio y si habrían sido previstos en el estudio geotécnico inicial los problemas que se encuentran en la actualidad.

Esta comparación se realiza debido a que el estado que presenta este tramo carretero a 7 años de su construcción es desastroso, ya que la inestabilidad de los taludes han destruido muchas partes de la vialidad y han provocado que algunos puntos de la misma estén obstruidos por completo; por lo que el municipio ha considerado más viable abrir una terracería para la circulación que remover el material de algún deslizamiento, y porque se ha convertido en un peligro latente para las personas que circulan por ella día a día por necesidad.

Con la comparación de estos dos estudios se tratará de concientizar a los constructores de cuáles son los problemas que se pueden presentar si deciden no tomar en cuenta o evitar realizar un estudio geotécnico, y trataremos de reflexionar en la importancia económica y social que dichos estudios representan en un proyecto carretero.

2 Localización

2.1 Localización política de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en el país de México, el cual está ubicado en el continente americano. En la división política de este país la localización del tramo carretero a estudiar es en el estado de Michoacán de Ocampo, esto se puede ver con más claridad en la (Figura 2-1).



Figura 2-1 localización de la zona de estudio en las entidades federativas de la república Mexicana

Entre las divisiones municipales del estado de Michoacán, la zona de estudio está localizada dentro del municipio de Tumbiscatío de Ruiz, esto se puede ver con mayor facilidad en la (Figura 2-2), la cual nos muestra la división política del estado, y ubica el punto de estudio de este trabajo.



Figura 2-2 división municipal del estado de Michoacán de Ocampo, donde se muestra la ubicación del tramo carretero en estudio.

2.2 Localización fisiográfica de la zona de estudio

La república mexicana está dividida en 15 regiones fisiográficas las cuales representan los cambios de relieve del territorio nacional. (INEGI 2009)

Las regiones fisiográficas son: (INEGI 2009)

1. Península de Baja California.
2. Llanura Sonorense.
3. Sierra Madre Occidental.
4. Sierra y Llanura del Norte.
5. Sierra Madre del Sur.
6. Grandes Llanuras del Norte.
7. Llanura Costera del Pacífico.
8. Llanura Costera del Golfo Norte.
9. Mesa del Centro.
10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.
11. Península de Yucatán.
12. Sierra Madre del Sur.
13. Llanura Costera del Golfo.
14. Sierra de Chiapas y Guatemala.
15. Cordillera Centroamericana.

En la (Figura 2-4) se puede observar las distintas regiones fisiográficas de la república Mexicana y cuál es la extensión territorial que ocupan de dicha república, se dividen por colores las 15 provincias fisiográficas.

Al igual se puede observar en la (Figura 2-4) que la zona de estudio se encuentra localizada dentro de la sierra madre del sur, la cual en la que está marcada de color azul marino y el punto de estudio está marcado de color rojo.



Figura 2-4 Representación de las provincias fisiográficas de la república Mexicana y ubicación de la zona de estudio dentro de estas.

2.3 La Región fisiográfica Sierra Madre del Sur,

Es una cadena montañosa localizada en el sur de México. Limita al Norte con la Provincia del Eje Neovolcánico; al Este, tiene límites con la Provincia de la Llanura Costera del Golfo del Sur y la Provincia de la Cordillera Centroamericana; y en la porción Oeste y Sur, limita con el Océano Pacífico. Políticamente abarca territorio de los estados de Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz. (INEGI 2009).

La provincia de la Sierra Madre del Sur se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste a sureste. Se inicia al sureste de la Bahía de Banderas, en el estado de Jalisco donde hace contacto con la Cordillera Neovolcánica, y continúa hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca. Tiene una longitud de 1.200 kilómetros, una anchura promedio de 150 kilómetros y una altura media de 2,000 msnm.; su punto más alto es el cerro QuieYelaag a una altura de 3710 msnm, en el sur de Oaxaca (Martínez Andrés G 2015).

Este sistema montañoso tiene la característica de situarse muy cerca de la costa del océano Pacífico (promedio 75 km), razón por la cual la planicie costera es sumamente angosta y hasta llega a desaparecer (Martínez Andrés G 2015).

La Sierra Madre Sur es la provincia de mayor complejidad geológica de México, y sus montañas están formadas por rocas de diversos tipos. Podemos encontrar rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provocó el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad (Martínez Andrés G 2015).

Los climas subhúmedos cálidos y semicálidos imperan en la mayor parte de la provincia. En ciertas regiones elevadas, incluyendo algunas con extensos terrenos planos, como los Valles Centrales de Oaxaca, rigen climas semisecos templados y semifríos; en tanto que al Oriente, colindando con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas (Martínez Andrés G 2015).

Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo. El mayor sistema fluvial de la Provincia, corresponde al del Río Balsas, con importantes afluentes, como el Río Tepalcatepec y el Río Cutzamala (Martínez Andrés G 2015).

Para su estudio la Sierra Madre del Sur se han definido 10 subprovincias Fisiográficas (Martínez Andrés G 2015).

Las cuales son.

- Sierras de la Costa de Jalisco y Colima
- Cordillera Costera del Sur
- Depresión del Balsas
- Depresión del Tepalcatepec
- Sierras Y Valles Guerrerenses
- Sierras Orientales
- Sierras Centrales de Oaxaca
- Mixteca Alta
- Costas del Sur
- Sierras Y Valles de Oaxaca

Para mayor claridad de estas subprovincias se puede ver en la (Figura 2-5) la cual nos muestra cuál es la distribución y ubicación de estas dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur.

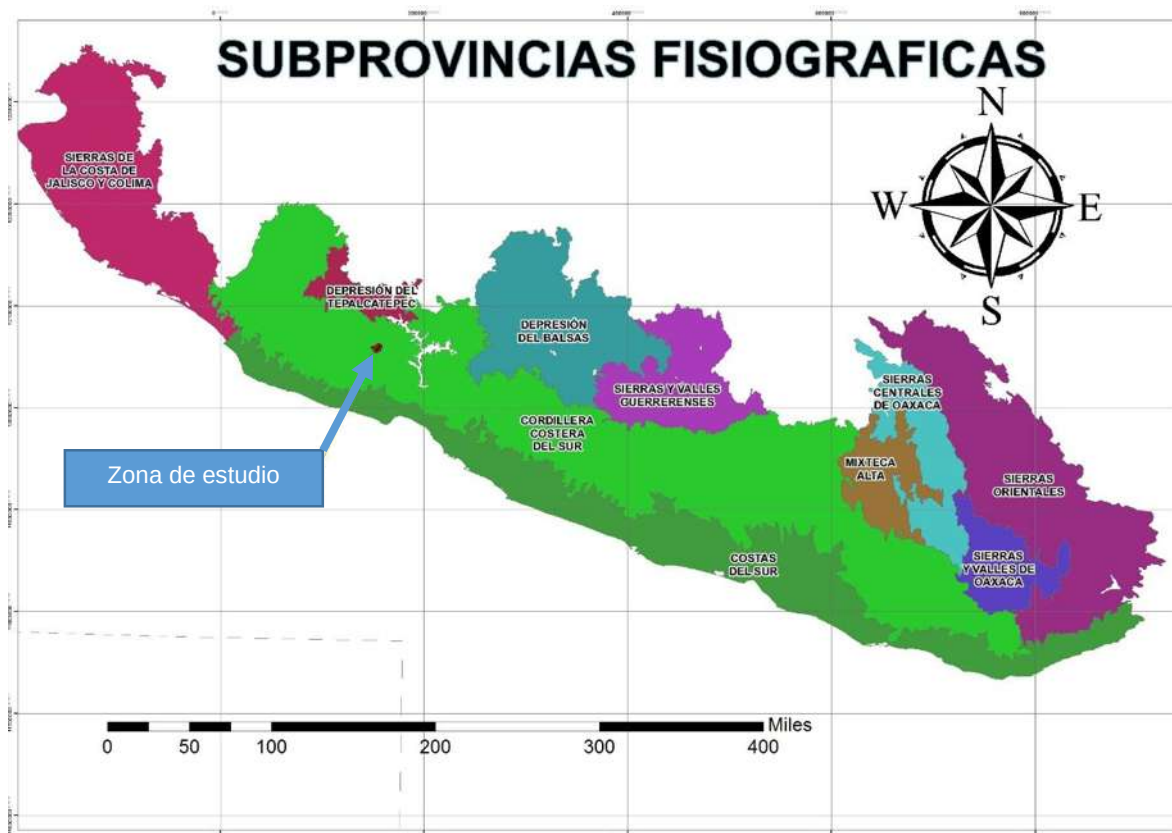


Figura 2-5 representación de la distribución y ubicación de las subprovincias fisiográficas dentro de la Sierra Madre del Sur y la ubicación de la zona de estudio dentro de las subprovincias fisiográficas.

Como se puede observar en la (Figura 2-5) el tramo carretero que está en estudio se localiza dentro de la subprovincias fisiográfica Cordillera Costera del Sur.

Las subprovincias de la Cordillera Costera del Sur se forma a lo largo de las costas michoacanas, guerrerenses y oaxaqueñas, desde la pequeña llanura costera del río Coahuayana hasta el puerto de Salina Cruz se extiende una cadena angosta y continua de montañas de baja y mediana altitud, cuyas bases quedan muy próximas a la línea litoral, o bien coinciden con ella. Un brazo del conjunto se extiende tierra adentro, entre el volcán de Colima y Tancítaro, para formar parte del territorio jalisciense, constituyendo así esta subprovincia.

Ya que el tramo de carretera en estudio se encuentra dentro de la subprovincia Cordillera Costera del Sur la cual pertenece a la provincia Sierra Madre del Sur es de esperarse que presente relieves muy escarpados y pendientes grandes; para ver con mayor claridad esto, nos podemos apoyar de las figuras (Figura 2-6, Figura 2-7, Figura 2-8), las cuales nos muestran en qué condiciones se presentan los cortes y cuál es la problemática general respecto a inclinaciones y pendientes de este tramo carretero en estudio, las figuras que se muestran son:

- Un mapa de pendientes, en el cual se puede ver las inclinaciones en grados.
- Un mapa de elevaciones, donde se puede apreciar las alturas que presentan las montañas respecto al nivel del mar.
- Una imagen de Google Earth.

En cada una de estas imágenes se puede ver el trazo carretero y la ubicación de cada uno de los 30 cortes que se estudiarán en este trabajo.

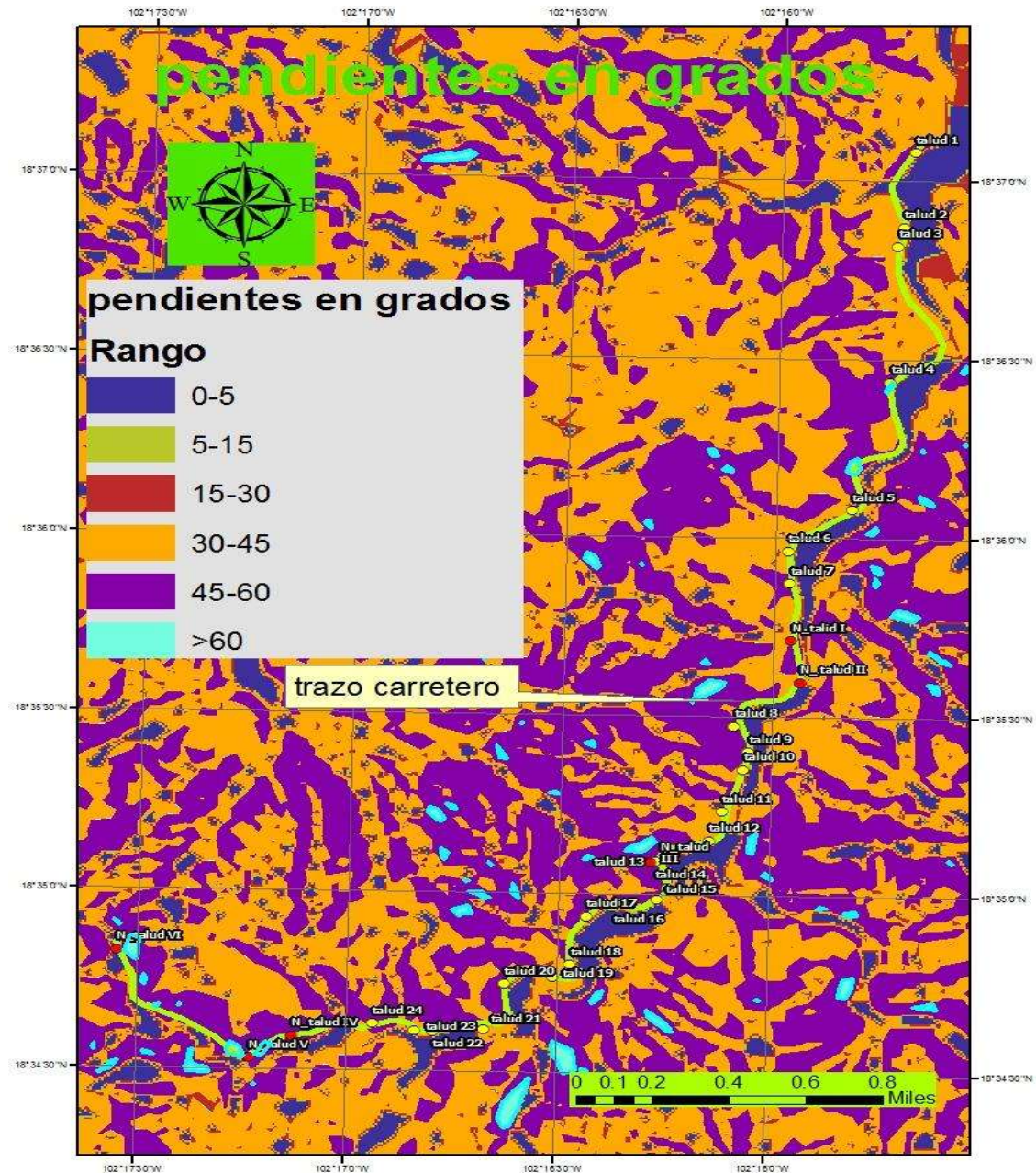


Figura 2-6 mapa de pendientes y ubicación de estrazo carretero y cada uno de los taludes.

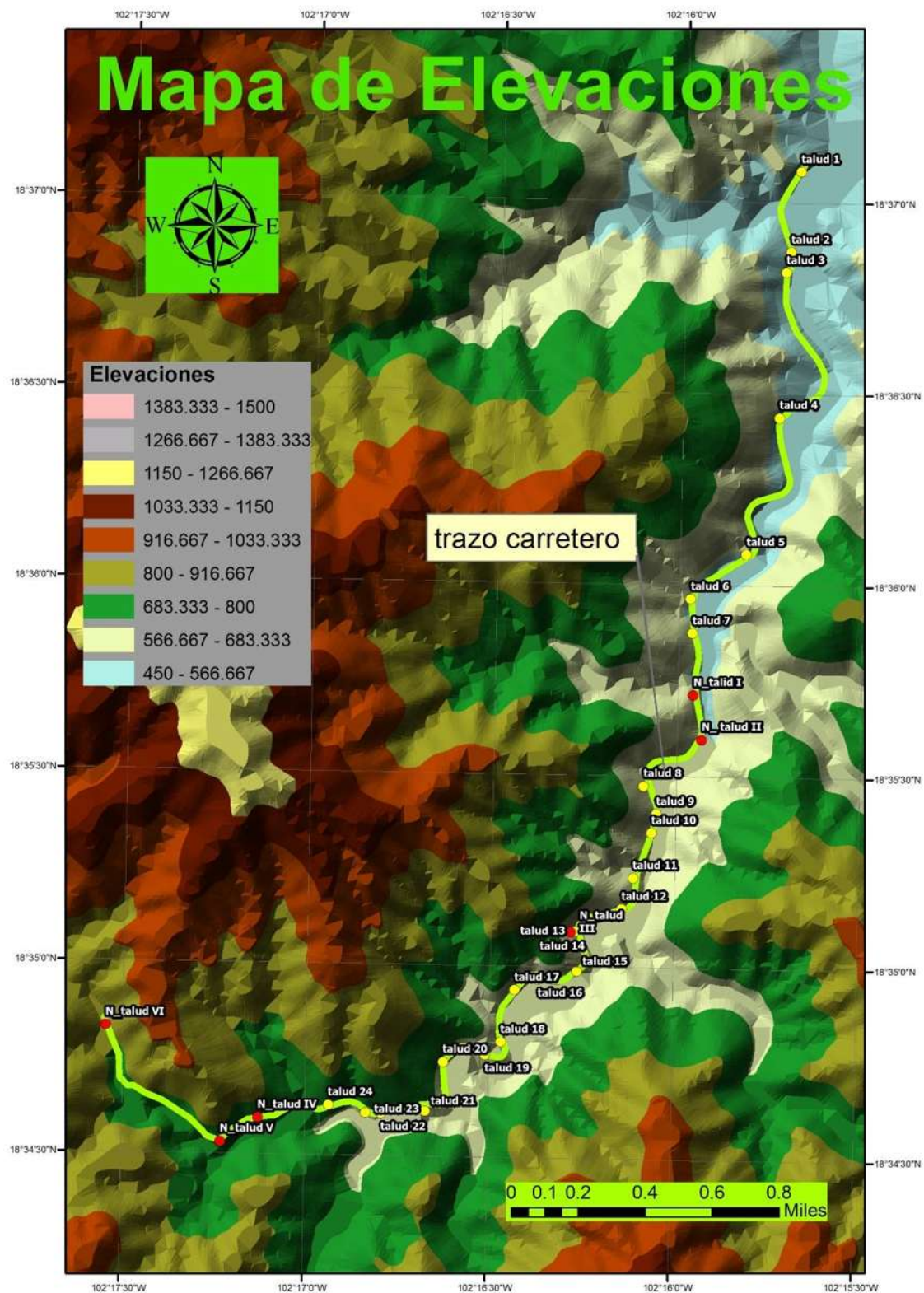


Figura 2-7 mapa de elevaciones.

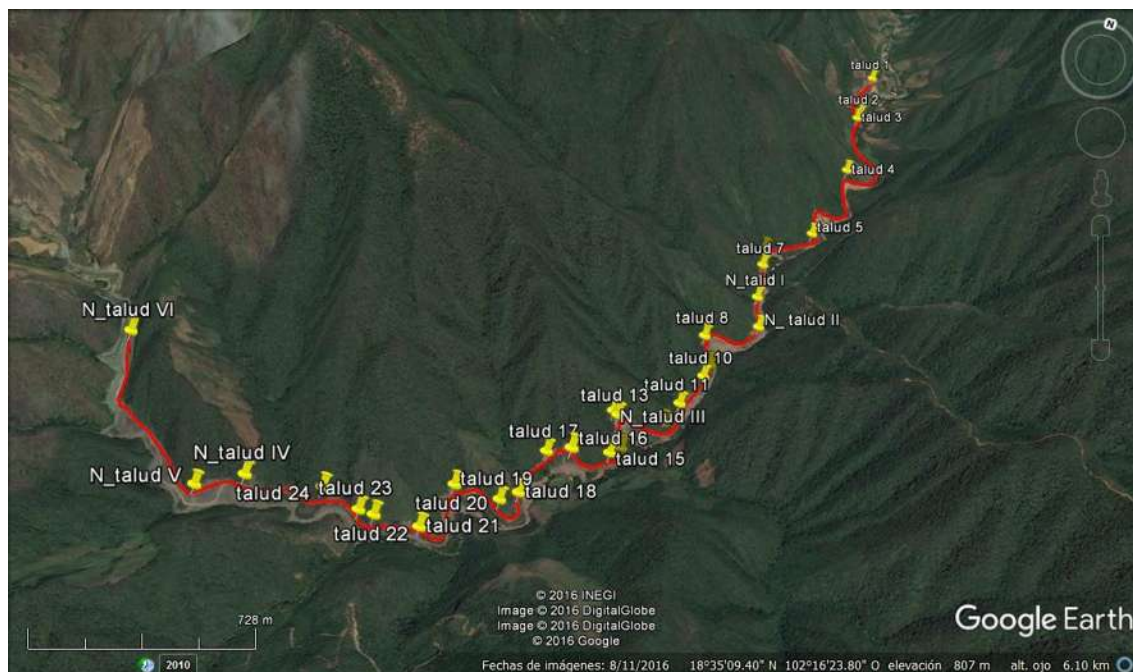


Figura 2-8 imagen de google earth donde se puede ver el relieve y la ubicación de las zonas en estudio

Como era de esperarse, en las figuras (Figura 2-6, Figura 2-7, Figura 2-8), se ve con mayor claridad que la zona donde se construyó esta vialidad es una zona muy escarpada. La cual presenta inclinaciones de 45-60 grados en promedio; lo que nos genera un problema con los cortes y por ello esta zona requiere del estudio a detalle de la estabilización de cada corte que en ella aparece, para lograr dar seguridad a esta vialidad.

2.4 Localización geológica o litológica de la zona de estudio.

Para el estudio geológico o litológico en México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), contiene datos detallados que están divididos en cartas geológicas o litológicas de toda la república Mexicana.

Uno de los productos que él (INEGI) presenta es su carta geológica de la república Mexicana.

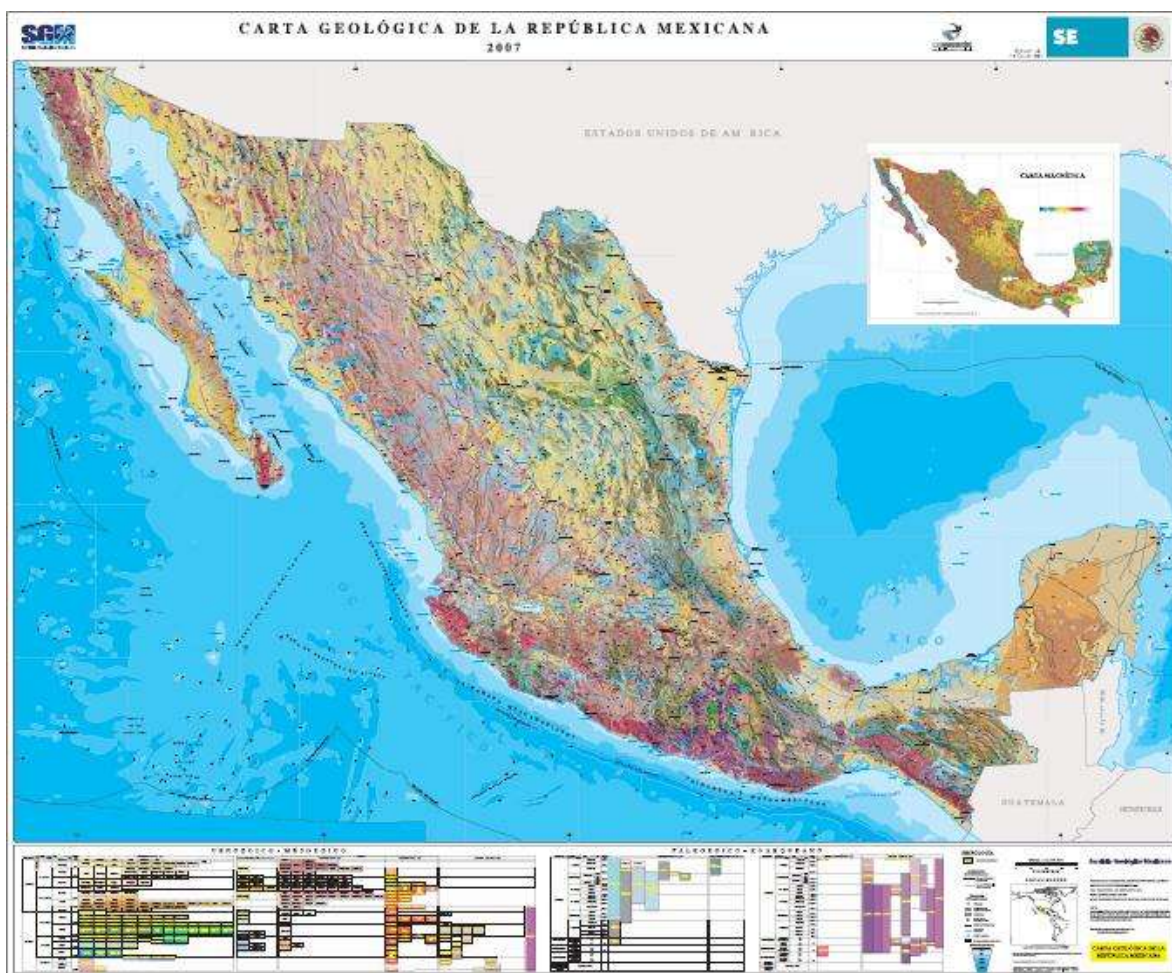


Figura 2-9 carta geológica de la república Mexicana del el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2007)

Esta carta contiene los datos geológicos de toda la república Mexicana para facilitar el estudio y la comprensión de la misma, está dividida en cartas geológicas por localidades, esto con el fin de que la información de dichas cartas sea más precisa.

La zona de estudio que es de interés para este trabajo se localiza en la carta geológica General Francisco Villa (las cruces) E13-B69. En el estado de Michoacán de Ocampo, en el municipio de Tumbiscatío de Ruiz.

2.5 Carta Geológica-Minera General Francisco Villa (Las Cruces), E13-B69, Mich., Esc. 1:50,000

La carta Las Cruces se ubica en la parte sur-oeste del estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas 18° 30' a 18° 45' de latitud norte, y 102° 00' a 102° 20' de longitud oeste, con una superficie de 974 km². Queda comprendida en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, subprovincias de la Cuenca Balsas-Mezcala y de Taludes Meridionales. En la clasificación de Terrenos tectono-estratigráficos, en el Terreno Guerrero, subterrenos Zihuatanejo-Huetamo, Arcelia y Teloloapan (INEGI 2010).

Estratigráficamente la unidad más antigua corresponde a una secuencia terrígena constituida por lutita, arenisca de grano fino, y grauvaca, la cual se encuentra intensamente deformada y en partes metamorfoseada, con desarrollo de boudinage y foliación bien definida. Se trata de la Formación Varales (TRJ(?)MAR-F), la cual aflora ampliamente en la porción oeste-suroeste de la carta, y su edad es Triásico Inferior al Jurásico. No aflora su base y se encuentra intrusionada por rocas cristalinas del Jurásico-Cretácico (Granito Tumbiscatío, JoKhGr-Gd) y del Paleoceno-Eoceno (Intrusivo Arteaga, Tpae(?) Gr-Gd). Se encuentra cubierta en forma discordante por la secuencia vulcanosedimentaria de la Formación Tepalcatepec, y por rocas andesíticas terciarias (TeoTA-A). La Formación Tepalcatepec, cuya edad para esta región se considera del Aptiano-Albiano, se encuentra expuesta a lo largo de una franja irregular orientada al NW-SE, de la parte media-sur a la esquina nor-oeste de la carta. Su litología es variada, la mayor parte constituida por toba andesítica, andesita y toba riolítica con intercalaciones de limolita y caliza (KapaTA-Lm). Corona al evento volcánico caliza de estratificación gruesa (KapaCz) con intercalaciones de calcarenita y conglomerado calcáreo, la parte superior presenta niveles de riolitas y tobas riolíticas (Ka(?)TR-R). Está afectada por el Granito Tumbiscatío y el Intrusivo Arteaga; discordantemente sobreyace, a las rocas de la Formación Varales y subyace a las andesitas y tobas andesíticas de la secuencia volcánica de la Sierra Madre del Sur (TeoTA-A), en algunos casos, en contacto tectónico por falla normal con dirección NW-SE. La roca andesíticas (TeoTA-A) son las más extensamente distribuidas en la carta, afloran en los sectores norte, oriente y hacia las esquinas nor-oeste y sur-este, en franjas irregulares que siguen una dirección aproximada al NW-SE. La unidad está conformada por brechas volcánicas, tobas y derrames andesíticos y menormente por tobas y brechas riolíticas-dacíticas y riolitas, normalmente intercaladas. La edad es Eoceno- Paleoceno, y están afectadas en el extremo nor-este de la carta por un intrusivo de edad Eoceno-Oligoceno informalmente denominado Intrusivo La Huacana (TeoGr-Gd). Le sobreyacen discordantemente rocas riolíticas (TomTR-R), las cuales están conformadas por flujos, ignimbritas, tobas y brechas riolíticas. Los mejores afloramientos están presentes hacia las porciones nor-este y sur-este de la carta, orientados

irregularmente a lo largo de una franja NW-SE, con exposiciones menores en la esquina sur- oeste y la porción poniente-centro. Esta unidad es del Oligoceno-Mioceno. (INEGI 2010)

Las rocas intrusivas están representadas por el Granito Tumbiscatío (JoKhGr-Gd), el Intrusivo Arteaga, (TpaeGr-Gd) y el Intrusivo La Huacana (TeoGr-Gd). El primero de ellos únicamente aflora en la esquina sur-oeste de la carta, y afecta a las rocas del Triásico-Jurásico, está considerado como granito-granodiorita de hornblenda-biotita. El Intrusivo Arteaga presenta una diferenciación magmática de granito a granodiorita, cuarzomonzonita y diorita, tiene sus mejores afloramientos en la parte sur y sur- oeste de la carta y afecta a las unidades cretácicas y pre-cretácicas. El Intrusivo La Huacana, se clasificó como granito-granodiorita con diferenciación a cuarzomonzonita, expuesto en la esquina nor-este de la carta, en donde afecta únicamente a la unidad andesítica terciaria. Se considera de importancia desde el punto de vista de yacimientos porque se le relaciona con el aporte de mineralización, principalmente de Au y Cu. (INEGI 2010)

Derivado de los procesos compresivos y distensivos ocurridos en la región, se han documentado tres tipos de deformación. La primera y más antigua corresponde a deformación dúctil constituida por foliación; la segunda es de carácter dúctil-frágil representada por fallamiento inverso y evidencias de plegamiento; y la tercera corresponde a un proceso frágil, representado por fallas normales, en algunos casos con componente lateral. (INEGI 2010)

La foliación se presenta en las rocas metamórficas de la Formación Varales, y es paralela a los planos de estratificación; en forma incipiente se observa en las rocas cretácicas. La deformación dúctil-frágil incluye fallas inversas que afectan solamente a la Formación Varales. La deformación frágil presenta dos patrones, el NW-SE y el NE-SW. Para el primero las fallas más importantes son Tepalcatepec, Caramicuas, Las Carretas, y Ordeña Vieja. El sistema NE incluye las fallas La Nolzaca, Manzanillo, La Piedra, Condembaro, El Capiri, La Aruchita y Vallecitos. (INEGI 2010)

En la carta -ubicada en el dominio del Terreno Guerrero-, el basamento es el Complejo Arteaga, con una cobertura cretácica conformada por rocas volcanosedimentaria del Subterreno Zihuatanejo, las que a su vez están cubiertas por la secuencia volcánica de la Sierra Madre del Sur. (INEGI 2010)

El Complejo Arteaga está conformado por las unidades Esquisto Arteaga y Varales, que se depositaron en un ambiente intraoceánico del Triásico. La convergencia de las placas norteamericana y farallón adoptó una posición burdamente paralela a la margen pacífica, lo que originó un arco de islas cuya evolución alcanzó su máxima intensidad en el Jurásico tardío-Cretácico temprano, tiempo en el que se desarrolla una secuencia vulcano-sedimentaria cercana a la línea de costa (Formación Tepalcatepec). Durante el Cretácico Medio continuó la evolución de vulcanismo intra-oceánico, para posteriormente, durante el Cretácico

tardío, paulatinamente acrecionarse al continente de Norteamérica. La evolución tectónica del sur de México continuó con la subducción de la placa de Farallón y el reactivamiento del arco volcánico, aunque en esta ocasión con firma calcoalcalina en un ambiente continental caracterizado por un evento orogénico de acortamiento convergencia predominante hacia el oriente, el cual está relacionado en tiempo y estilo de deformación con la orogenia Laramide, y consecuentemente con el origen del vulcanismo terciario que conformó la Sierra Madre Occidental, y parte de la Sierra Madre del Sur. (INEGI 2010)

En la (Figura 2-10) podemos ver una parte de la Carta Geológica-Minera General Francisco Villa (Las Cruces), E13-B69, Mich., Esc. 1:50,000. Este fragmento de la carta es de suma importancia para este trabajo, ya que podemos ver con claridad que es la zona donde se localiza el tramo carretero en estudio. En esta misma figura, se ve con claridad que la carta presenta solo dos tipos de rocas y algunos detalles de discontinuidades y fallas entre otros, esto aparece en la zona que influye en el trazo carretero. Al igual podemos ver la localización de cada uno de los 30 taludes que se estudiaron en este trabajo.

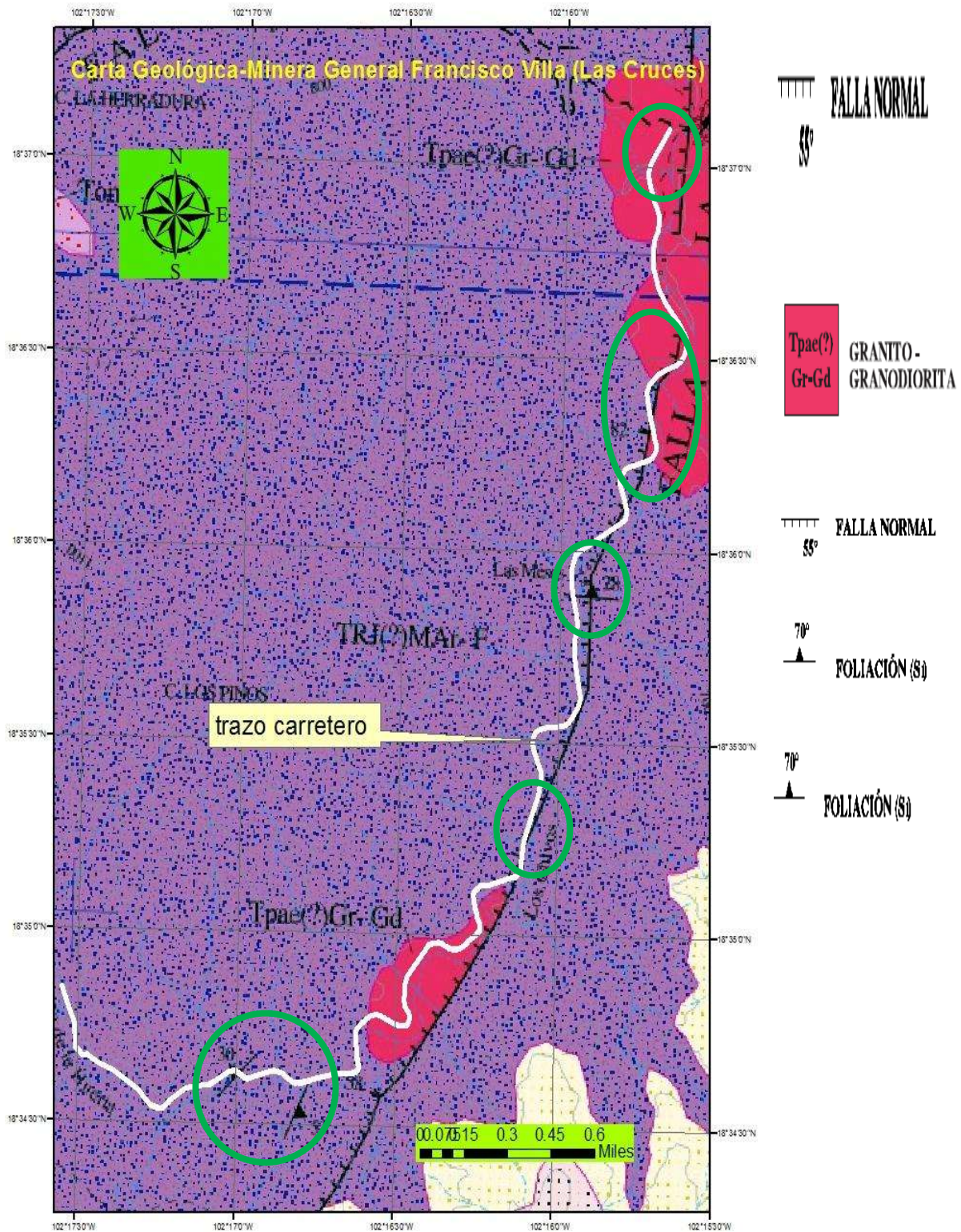


Figura 2-11 ubicación de los detalles en la carta geológica minera que afectan al tramo carretero. (INEGI 2010)

En la (Figura 2-11) se ubican los detalles de la carta geológica minera que influyen en el tramo carretero, también se puede ver que la vialidad está construida sobre dos tipos de roca; para mayor claridad se tratan cada uno de estos puntos por separado.

Las rocas que afloran en todo el tramo carretero en estudio son, (Granito-Granodiorita y Metaarenisca-Filita). En mayor proporción se encuentra la Metaarenisca-Filita, el Granito-granodiorita solo se presenta en dos pequeñas partes.

Metaarenisca-Filita: Roca de bajo grado de metamorfismo (metamorfismo por carga de sedimentos), intermedio entre una pizarra y un esquisto. Los planos de foliación son ahora observables a simple vista debido al aumento del tamaño de los cristales micáceos que los componen. Los mencionados planos poseen un aspecto terso y brillante, presentando suaves ondulaciones en su superficie. (PolitecnicaVila).

Granito-Granodiorita: Granodiorita de textura granítica. Compuesta por un alto porcentaje de biotita y menor contenido en feldespatos (con predominio de las plagioclasas) y cuarzo que el granito. El porcentaje de feldespatos es mayor que el porcentaje de cuarzo. (PolitecnicaVila).

En la (Figura 2-11) se puede ver que todo el tramo en estudio está siendo afectado por una falla normal, otro de los problemas que presentan unos puntos del tramo carretero son foliaciones y una fractura medida.

Falla normal: Traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce uno o varios desplazamientos relativos entre los bloques que separa. El vector desplazamiento es vertical o subvertical con extensión del movimiento relativo de los bloques. (INRGI 20011).

Fractura medida: Traza del plano de ruptura de la roca sin desplazamiento entre los bloques. Obtención del dato en campo, determinando el valor real. (INRGI 20011).

Foliación: Cuando los minerales que conforman una unidad geocronolitológica de origen metamórfico, tienen un arreglo subparalelo en láminas o bandas. . (INRGI 20011).

2.6 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Se realizó un estudio hidrológico con la finalidad de calcular la precipitación media anual en esta zona, para ello se tomaron las estaciones climatológicas que se presentan en la (Tabla 2-1), en esta misma, se pueden ver los datos de precipitación media anual de cada estación y con estos datos se realizó un estudio con el método de isoyetas para conocer la precipitación de la zona de estudio.

Precipitación anual en la cuenca: Si en la cuenca en estudio se cuenta con suficiente información pluviométrica de cuando menos 20 años, la precipitación

anual se determina a partir del análisis de los registros de las estaciones ubicadas dentro y vecinas a la cuenca, mediante el método de Polígonos de Thiessen o Isoyetas. (NOM-011-CNA-2000).

Nombré	Clave	X	y	Pma
ANTUNEZ	16006	-102.20	19.01	768.70
EL CAJON	16158	-102.75	18.97	771.40
EL ZAPOTE	16047	-101.72	18.91	570.20

Tabla 2-1 datos de las estaciones seleccionadas para el estudio.

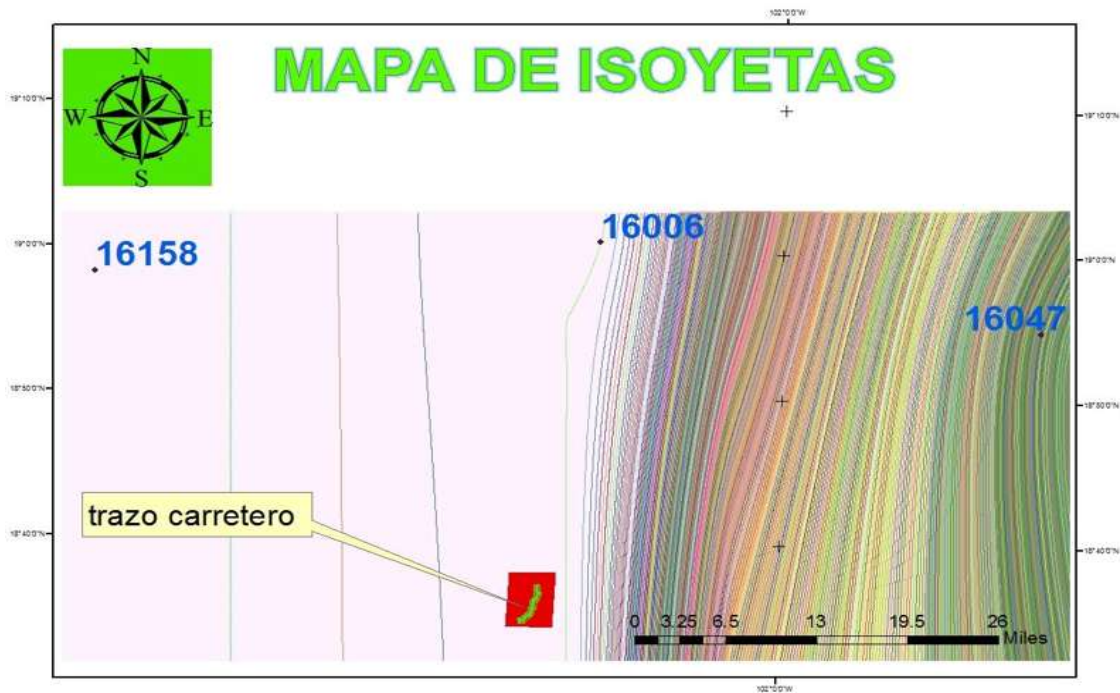


Figura 2-12 Mapa de isoyetas que presenta la precipitación media anual de la zona de estudio.

Como se puede ver en la (Figura 2-12) las isoyetas que influyen en la zona de estudio, corresponden a la precipitación de la estación 16006, con ello podemos decir que la precipitación media anual que tiene la zona de estudio es la misma que presenta la estación 16006 la cual es de (768.70 mm). Esto nos dice que en un año en esta zona precipitara (768.70 (L) (m^2)).

3 DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES

El tramo en estudio consta de 12 km donde se realizaron cortes con diferentes alturas, esto con la finalidad de hacer el nuevo camino carretero asfaltado que conectará a Las Cruces con Tumbiscatío.

Los tipos de materiales, deslizamientos y mecanismos de falla que se observaron en campo y que por lo general se presentan en la mayoría de los cortes, se describen en forma muy general a continuación (Chávez y Arreygue 2009):

a) El macizo de roca es del tipo andesita, la cual tiene un intemperismo muy acelerado y esto ha hecho que la roca se vaya alterando y se fracture, volviendo su color ocre y en algunos puntos se puede apreciar que la roca está oxidada, lo que ha provocado que la roca se vaya debilitando. Esta roca en su estado sano es de color gris oscuro y con una resistencia muy alta. A medida que se va alterando su resistencia va disminuyendo.

b) Se tiene un material de color negro que corresponde a una milonita (roca metamórfica), el cual en general se encuentra muy estratificado y muy alterado e intemperizado, lo que da paso a que se vayan convirtiendo en lajas y con el paso del tiempo se llegue a convertir en gravas y arenas.

c) Los depósitos de talud, son niveles de materiales que han sido depositados en la cercanía, es decir es material que no ha recorrido grandes distancias y estos pueden ser materiales que se desprendan de las partes altas o en su defecto material de pequeños deslizamientos en masa que se hayan generado en la parte alta de los cerros. En estos casos se observan fragmentos de roca de diferentes dimensiones, es decir desde bloques hasta gravas y todos tienen aristas, además este estrato se encuentra cementado en una matriz de material fino de color rojo.

d) Material aluvial, este depósito se puede apreciar con materiales de diversos tamaños y posicionados en diferentes eventos, ya que los materiales más grandes se observan en la parte baja y los finos en la parte superior. Además, es característico que los niveles que contienen bloques de diferentes dimensiones, corresponden a eventos de lluvias excepcionales (con un gasto bastante grande, llevándose todo lo que encuentran a su paso y escurriendo por sus cauces naturales). Lo particular de estos depósitos es que todos los fragmentos de roca y gravas están redondeados. Estos niveles de materiales se encuentran cementados por materiales granulares y finos.

e) Depósito de material granular y fino de color rojo, el cual está constituido principalmente por arenas, limos y arcillas colocados en espesores de diferentes dimensiones. Estos depósitos pudieron ser formados por la presencia de agua (escorrentía de las lluvias) o por la acción del viento. A este tipo de fenómenos se les conoce mejor por: erosión, transporte y depositación o sedimentación.

f) Cobertura vegetal, es el estrato superior donde se desarrolla toda la vegetación, su espesor no es muy grande, pero en algunos sitios puede ser mayor ya que se encuentran arbustos y matorrales grandes.

g) Los escurrimientos naturales que se observan en todos los taludes, son sitios que se tienen que considerar para realizar alguna obra de prevención, ya que si se dejan de esta forma la erosión y los deslizamientos en masa continuarán, no obstante, la intervención que se haga al frente del talud.

h) Falla tipo planar: esta falla tiene lugar en rocas de resistencia media o alta afectadas por fallas o diaclasas, este tipo de ruptura consiste en el deslizamiento de una masa de roca a lo largo de un plano de discontinuidades que ha quedado descansando por la cara del talud. (Ramírez Alejano 2004).

I) Falla en cuña: esta falla es un tipo de deslizamiento traslativo que está controlado por dos o más discontinuidades (estratificación, diaclasa, esquistosidad, etc). Este tipo de deslizamiento general mente se da en macizos rocosos resistentes, con discontinuidades bien marcadas. Este tipo de rotura es sin duda una de las más comunes en taludes escavados en roca. (Ramírez Alejano 2004).

J) Falla por vuelco: este tipo de falla aparece cuando principalmente el rumbo del plano de discontinuidad coincide aproximadamente con el del plano del talud y además tiene un fuerte buzamiento asía el interior del macizo rocoso. (Ramírez Alejano 2004).

K) Falla circular: este tipo de falla es más común es suelo y rocas muy blandas de baja calidad y muy alterados, la ruptura se produce a través de la masa o macizo rocoso sin seguir discontinuidades siguiendo la línea de menor resistencia. Se produce a lo largo de una superficie de deslizamiento interna de forma aproximadamente circular y cóncava. (Ramírez Alejano 2004).

En seguida se dará una breve descripción y comparación de cada uno de los taludes, señalando la litología involucrada en cada lugar: discontinuidades principales, deslizamientos en masa que se han presentado, etc. En cada talud se presentan fotos unidas acompañadas de un diagrama de la estructura que se visualizó en el campo.

En la siguiente sección se describe el estado anterior y actual de los taludes. Se resume el estado del talud de las condiciones de 2009 que se toma del estudio **(ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.)** de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha.

3.1 Talud Uno (40+000 al 40+080).

3.1.1 Trabajos realizados en 2009

3.1.1.1 Descripción general del talud.

El talud uno presenta un rumbo de 30° e inclinación promedio del talud de 65° y dirección de buzamiento de 115° .

En este corte se puede observar que en general, está constituido por una roca andesita, la cual se encuentra alterada y en algunos sitios muy oxidada. Llegando al color ocre. En la parte baja se aprecia que la roca está muy fracturada, lo que debilita el talud y esto puede provocar que se tenga caída de fragmentos de rocas.

En este corte se han presentado dos tipos de movimientos, en la parte superior se presentó un deslizamiento del tipo cuña, mientras en la parte baja se presentó un deslizamiento planar, los dos tipos de movimientos fueron en roca. Además, se pueden ver algunas discontinuidades en la roca, como se puede apreciar en la (Figura 3-1)

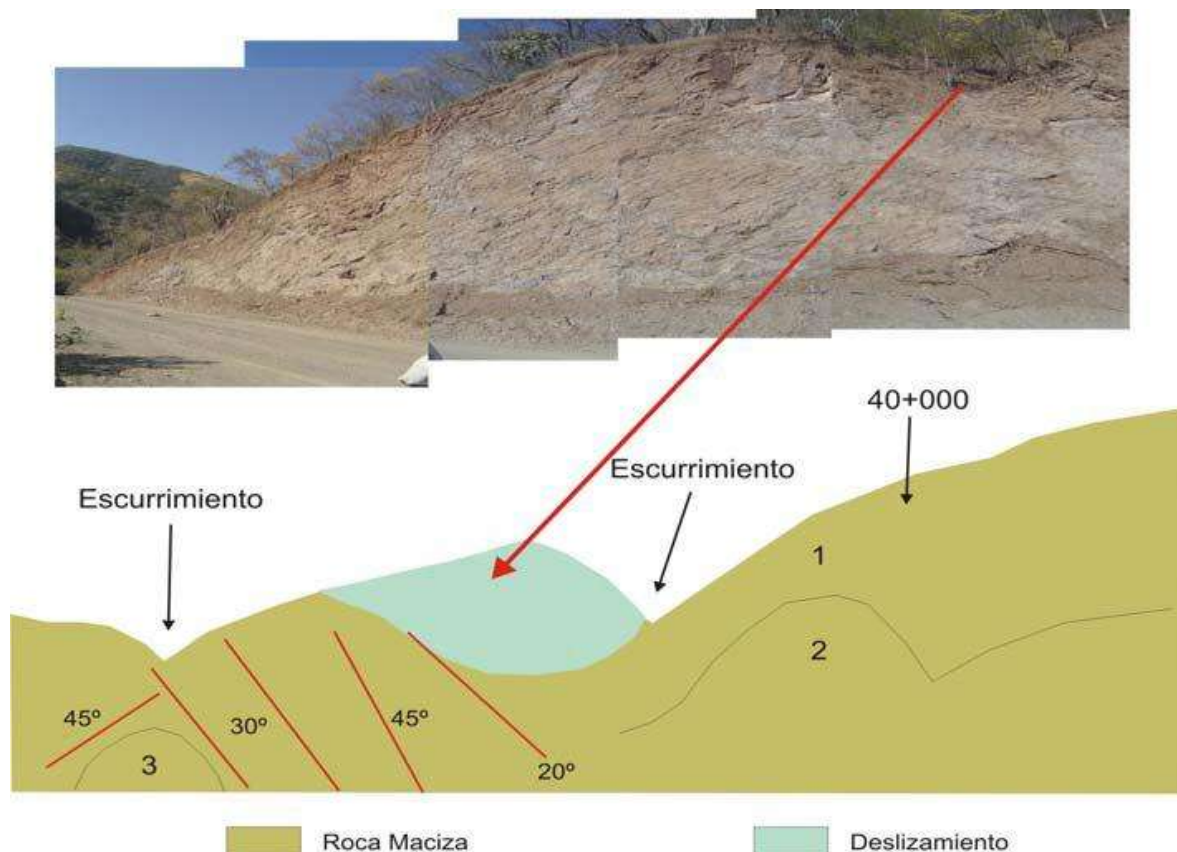


Figura 3-1 - Perfil del talud uno, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009)

3.1.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 1 (40+000 al 40+080).

La zona más alta es la que tiene problemas de estabilidad, puesto que se han presentado movimientos, en la roca. Por esto se realizaron análisis cinemáticos

con la información recabada en campo. Y se presentan en la (Figura 3-2) y (Figura 3-3) los análisis, en ambos se observa que está al límite la estabilidad por falla planar.

Las discontinuidades de esta zona son lisas onduladas, sin relleno, con un JRC de 15 ver (Figura 3-4). Con la información anterior se infiere un ángulo de fricción pico de 45° . Y con esto se puede ver que la resistencia al corte depende sólo de la fricción. Causando con esto que los boques estén en equilibrio crítico. Generando el problema de que en presencia de agua de lluvia se podría presentar presiones de poro en las discontinuidades y esto llegaría a iniciar otro movimiento.

Con los datos anteriores se realizó un análisis de estabilidad de taludes proponiendo una falla tipo planar. El talud se encontraba en equilibrio límite, además se consideró la presencia de agua en la discontinuidad al 30% y un coeficiente sísmico de 0.15g horizontal ver (Figura 3-5).

Del análisis se verificó que es necesario anclar la zona con una fuerza de 76 t por metro, para tener un factor de seguridad de 1.10, adecuado para estos casos.

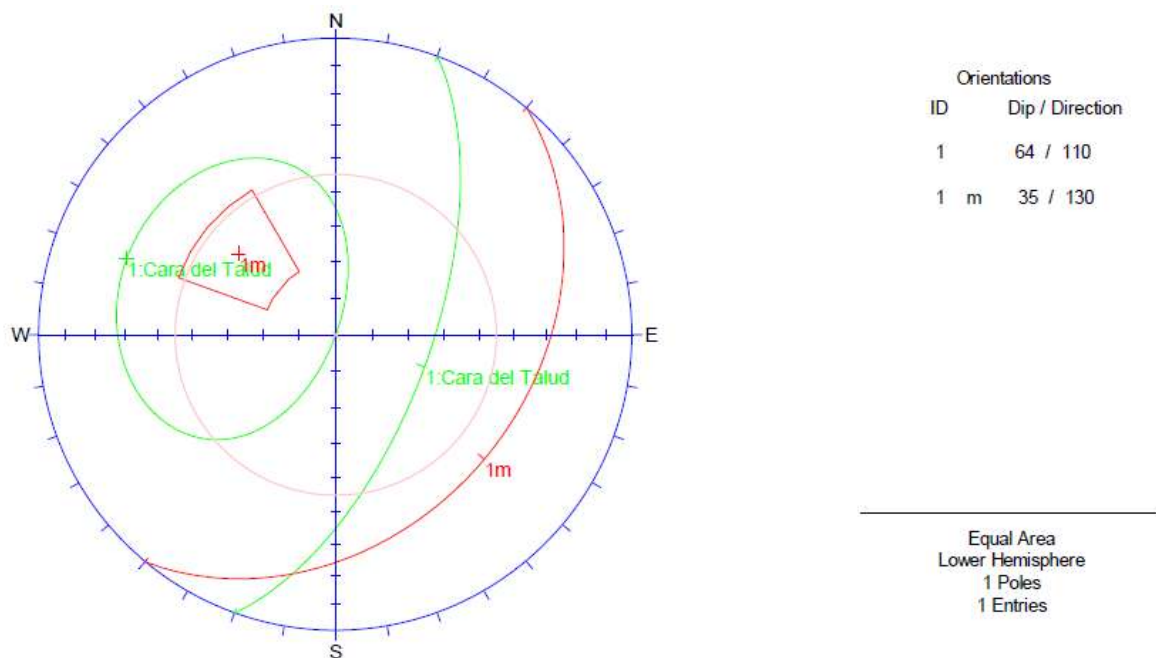


Figura 3-2 Análisis de estabilidad cinemática, Talud 1 lado derecho zona crítica. (Chávez y Arreygue 2009)

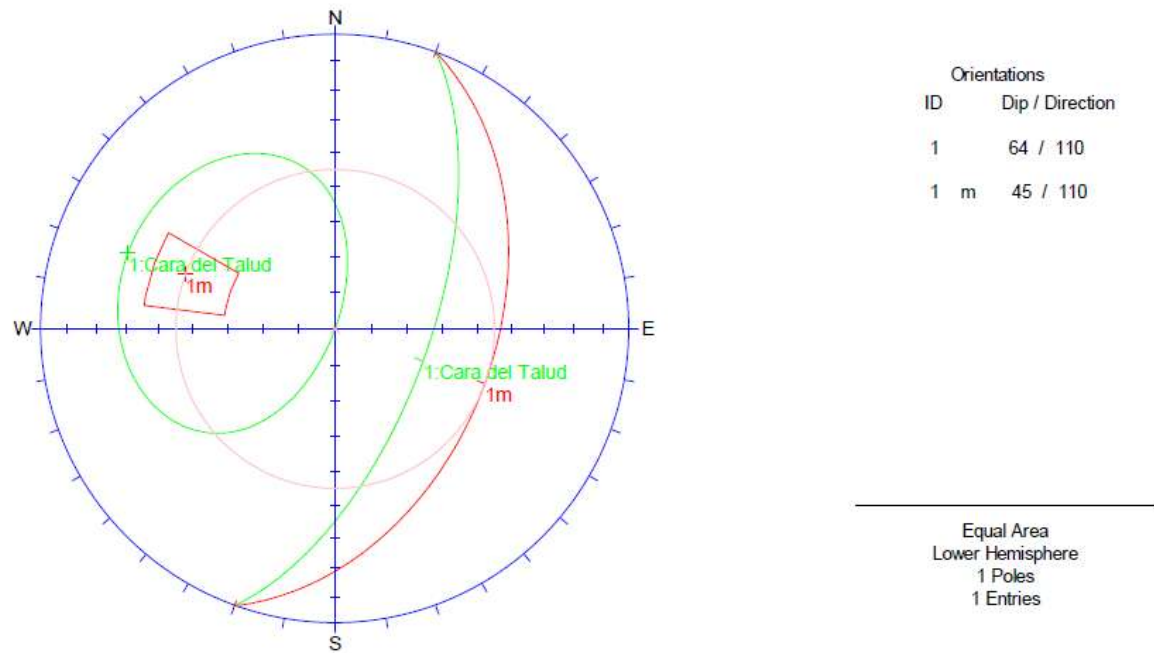


Figura 3-3 *Análisis de estabilidad del talud 1 lado izquierdo zona crítica. (Chávez y Arreygue 2009)*



Figura 3-4. *Detalla de las discontinuidades del talud 1. (Chávez y Arreygue 2009)*

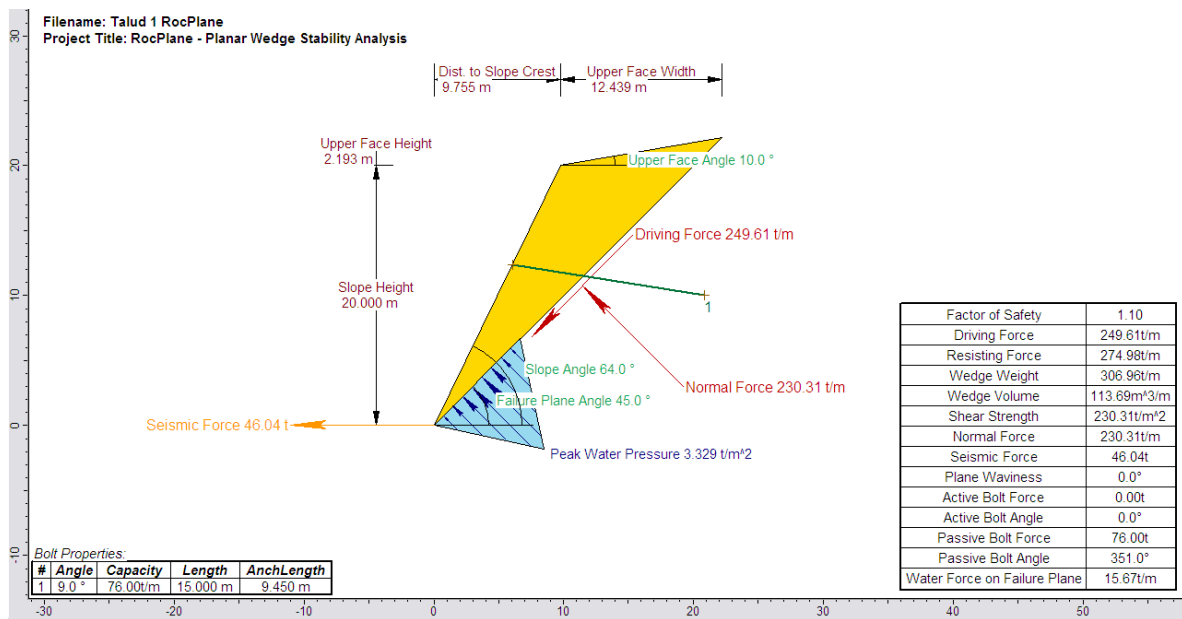


Figura 3-5. Análisis de estabilidad del Talud 1. (Chávez y Arreygue 2009).

3.1.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 1.

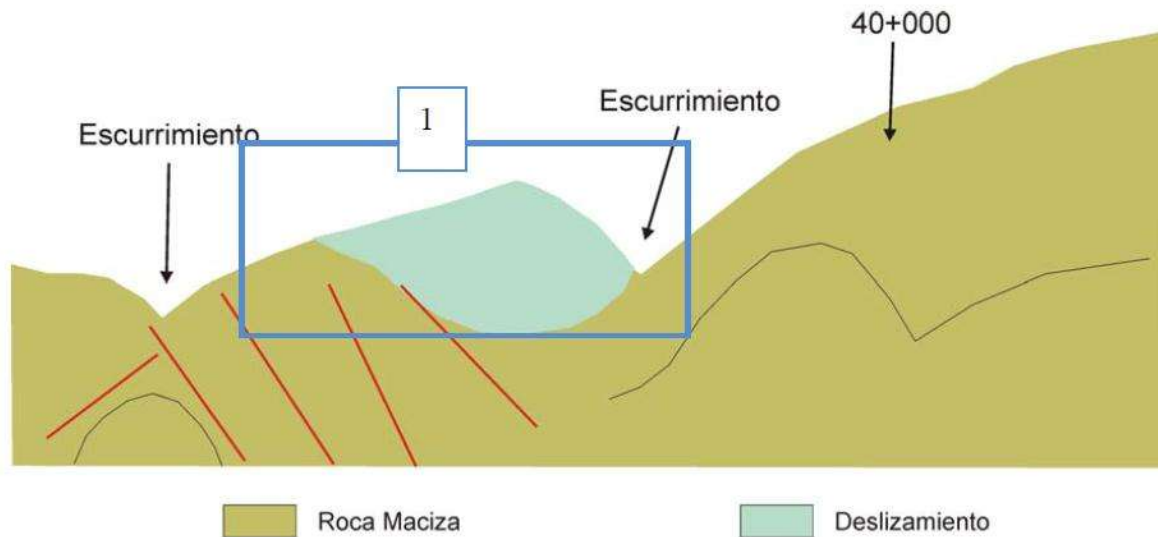


Figura 3-6 detalles del perfil y la litología del talud 1 (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1	Malla de triple torsión anclada (colgada en la parte inferior)
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático
1	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-1 recomendaciones de mejoramiento propuestas para el talud 1 en el 2009 al inicio de su construcción.

3.1.2 Trabajo realizado en (2016)

3.1.2.1 Estado actual del talud

El talud uno, a 7 años de su construcción, presenta un estado estable, esto se puede ver en la (Figura 3-7)

La parte izquierda del talud uno ha presentado movimientos pequeños de roca y suelo. A este corte se le construyó una berma para su mejoramiento, la cual está funcionando adecuadamente, ya que la altura del corte es muy grande la berma se construyó a la mitad aproximadamente, para los caídos de la parte más alta, esto se puede ver en la (Figura 3-8)

En la parte de la derecha al inicio del talud no fue construida la berma y esta parte es crítica, ya que presenta rocas muy fracturadas en la zona más alta del talud a punto de caer; son rocas de tamaños considerables que pueden provocar el bloqueo por completo de la vialidad en la situación más favorable, pero pueden provocar un accidente mayor si un vehículo circula en ese momento por la vialidad. También presenta muchos caídos de roca hacia la zona de rodamiento y cunetas de desagüe, esto se puede ver en la (Figura 3-9)



Figura 3-7 fotografías del talud uno del 2017 donde se puede ver la forma y estado en que se encuentra.



Figura 3-8 fotografía de la parte izquierda del talud 1 donde se ve la berma y un movimiento de suelo.

En la (Figura 3-8) se muestra la parte izquierda del talud, donde es fácil ver que este corte tiene una altura considerablemente grande, e identificar la berma que está construida aproximadamente a la mitad de la altura del talud, al igual que se puede observar que existen movimientos de material de roca y suelo.

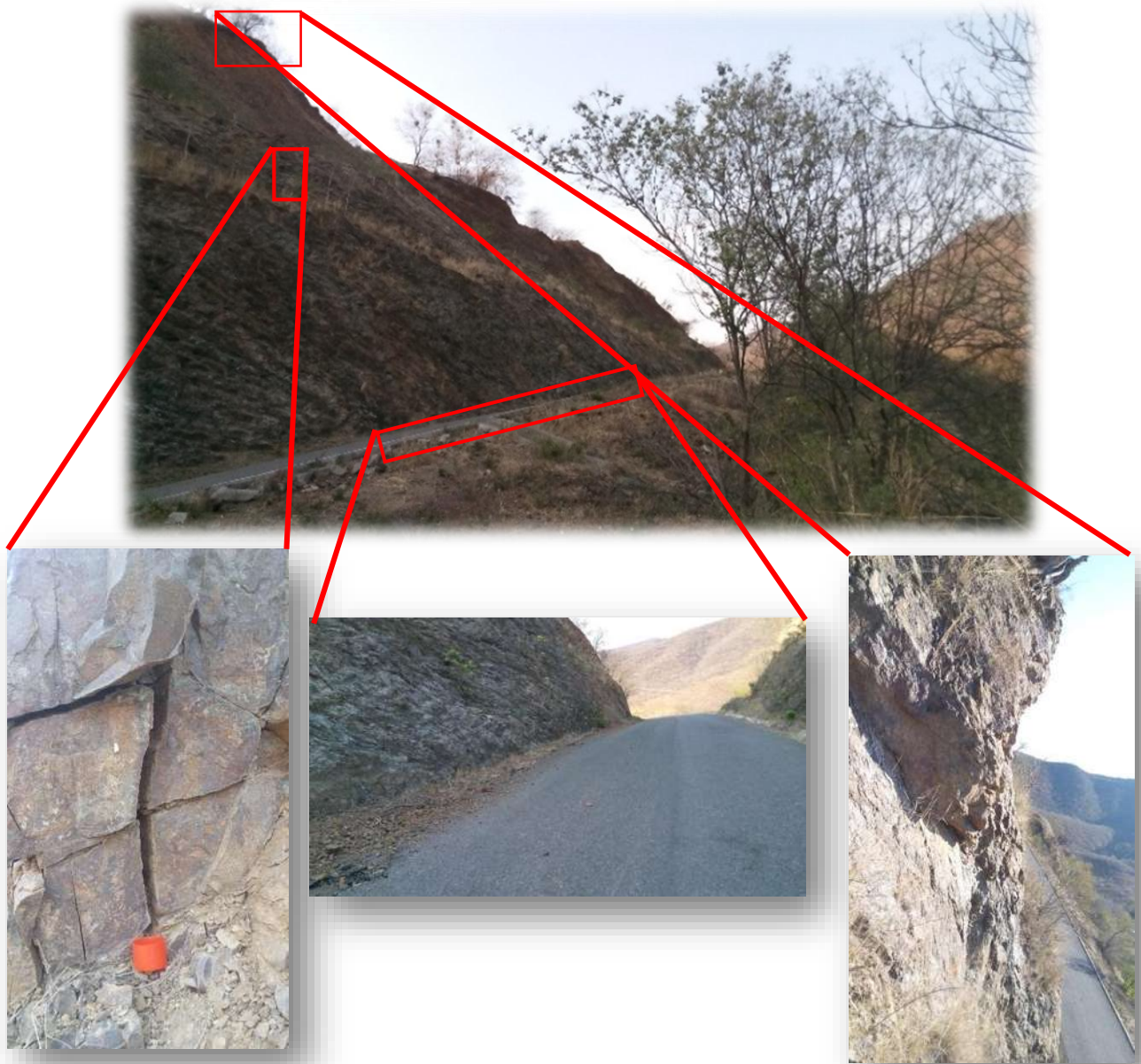


Figura 3-9 fotografías de la parte derecha del talud 1 donde se puntualizan problemas importantes.

En la (Figura 3-9) podemos apreciar que en la parte de la derecha del talud se presentan problemas más graves, que, en la parte de la izquierda, esto porque no tiene la berma y los caídos de la roca son directos a la zona de rodamiento y cunetas de desagüe. Esta parte del corte es muy peligrosa, ya que presenta rocas en la zona alta que están a punto de caer y son un riesgo latente para los conductores que, en el caso más favorable, al circular se encontrarán con la roca obstruyendo el camino, el cual sería un problema porque no hay visibilidad suficiente para frenar, ya que se encuentra en una curva y podría provocar un

choque; en el caso más desfavorable es que el conductor circule justo en el momento en que la roca se desprenda y pueda caer sobre su carro. En las fotos de esta imagen se puede ver con claridad que la roca está muy agrietada por los problemas de intemperismo.

3.1.3 Conclusión de la comparación de los estudios del 2009 y el 2016

Al revisar el talud uno 7 años después de su construcción, se puede ver que no fueron tomadas en cuenta las indicaciones de estabilidad que fueron propuestas al inicio de su construcción, a causa de esto este corte presenta un riesgo latente para el conductor que circula por esta vialidad.

En conclusión, si se hubiesen utilizado las recomendaciones que están marcadas en la (Tabla 3-1) se habrían evitado estos problemas, por ejemplo, la colocación de la malla habría evitado los caídos de rocas pequeñas, el concreto lanzado habría evitado el intemperismo y agrietamiento de la roca y el anclaje habría eliminado los deslizamientos de materiales (roca y suelo). Por lo que la vialidad sería segura para transitar.

3.2 Talud Dos (40+370 al 40+440).

3.2.1 Trabajos realizados en 2009

3.2.1.1 Descripción general del talud.

Este corte tiene un rumbo de 15° , inclinación del talud de 75° y con dirección de buzamiento de 110° . En el corte se pueden ver cuatro materiales diferentes en la estructura del talud,

En el perfil de la (Figura 3-10), del lado derecho se pueden ver un material de talud con fragmentos de roca de dimensiones media y con aristas, además este estrato se encuentra cementado en una matriz de material fino de color rojo.

En la parte intermedia se tiene un depósito de material granular y fino de color rojo, del lado izquierdo del talud se observa que la mayor parte de la roca es una andesita, la cual está muy alterada y muy fracturada lo que provoca que su color sea ocre, presenta muchas discontinuidades que son causantes de que la roca se fragmente. Se tiene una discontinuidad preferencial que corta todo el talud, como se puede observar en la (Figura 3-10)

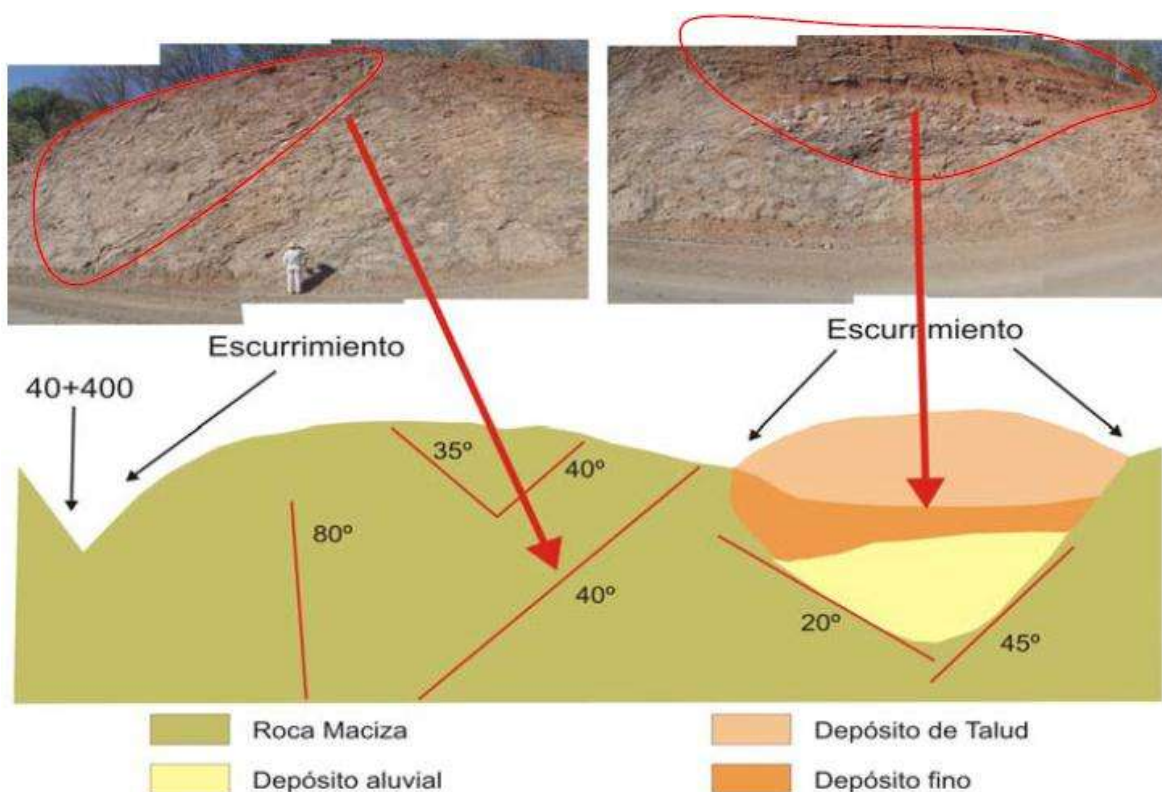


Figura 3-10 Perfil del talud dos, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.2.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 2.

Se obtuvo de campo un JRC= 6-8, lo cual corresponde a un ángulo de fricción pico de 42° . En esta zona se realizó un análisis de estabilidad cinemático el cual se presenta en la (Figura 3-11). Se observa que la discontinuidad mencionada prácticamente se encuentra en equilibrio crítico, la presencia de flujo de agua puede empeorar las condiciones y provocar un deslizamiento importante en la zona.

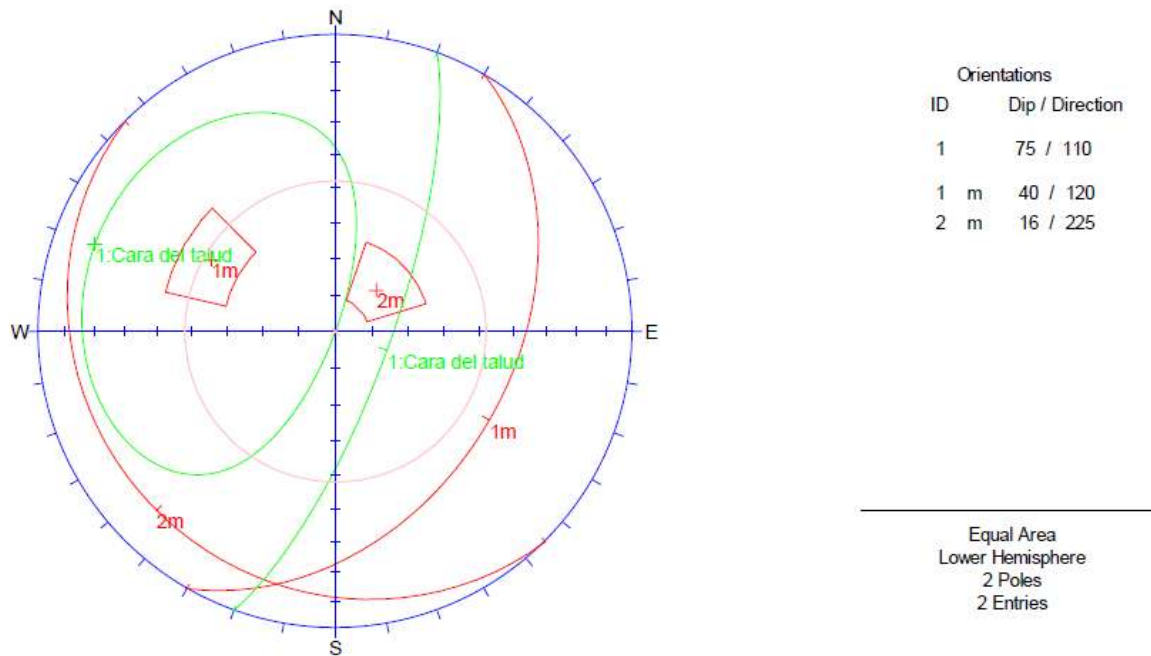


Figura 3-11 Análisis de estabilidad cinemático del talud 2, zona central. (Chávez y Arreygue 2009).



Figura 3-12 Detalle de discontinuidad, talud 2. (Chávez y Arreygue 2009).

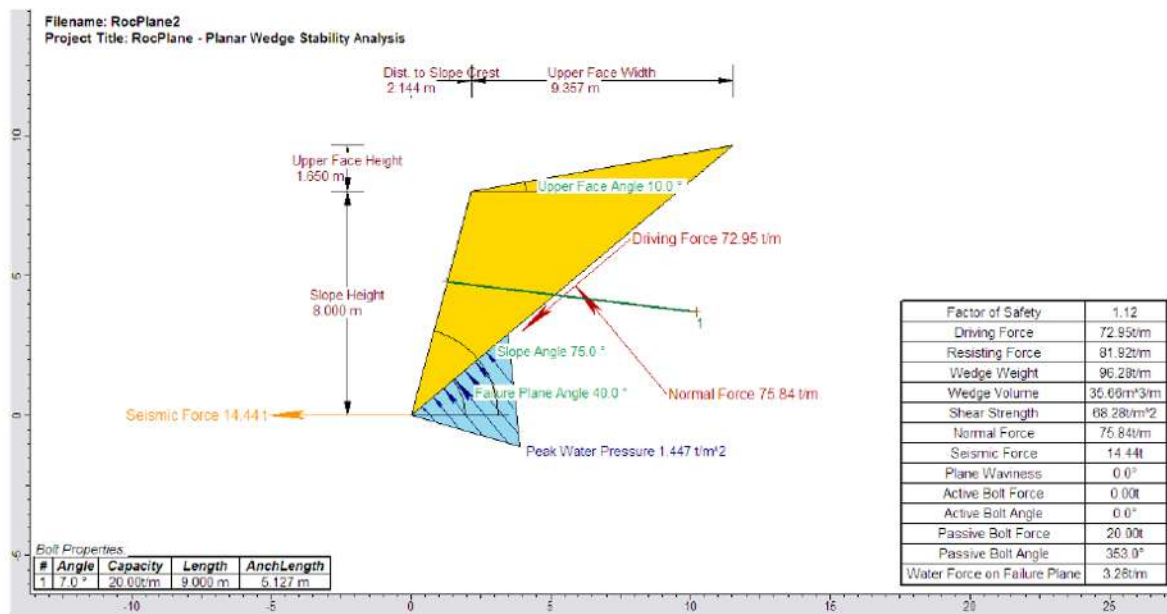


Figura 3-13 Análisis de estabilidad de taludes para el talud 2, en zona crítica de la izquierda. (Chávez y Arreygue 2009).

En la (Figura 3-13), se presenta el análisis de estabilidad de talud bajo las condiciones mencionadas. Se observa que se necesita una fuerza de anclaje de 20 toneladas por metro.

3.2.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 2.

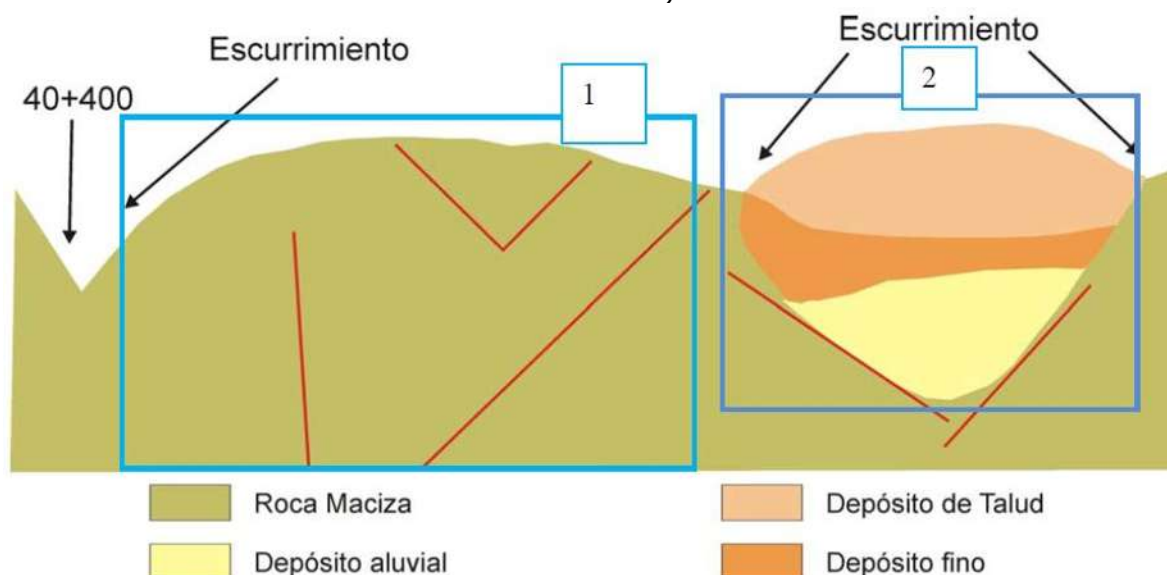


Figura 3-14 identificación de las zonas donde se propone mejoramiento o se proponen métodos de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2	Malla de triple torsión anclada
2	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm) (colocación de micro drenes, para aliviar presión de poro @ 3m)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm) (Colocación de microdrenes, para aliviar presión de poro)
2	Anclaje sistemático (anclas de 2 m a cada 3m)
1	Anclajes de 12, 9 y 6 m (primera línea, segunda y tercera) de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-2 recomendaciones para la estabilización del talud 2 (Chávez y Arreygue 2009).

3.2.2 Trabajo realizado en (2016)

3.2.2.1 Estado actual del talud

El talud dos, presenta condiciones estables tiene un deslizamiento de tipo cuña que provoca la obstrucción de la cuneta de desagüe y algunos caídos de rocas en la zona de rodamiento y cuneta de desagüe, esto se puede ver en la (Figura 3-15)



Figura 3-15 fotografías del talud 2 tomadas el 2016 donde muestra el estado que presenta actualmente.

Este talud es de una altura pequeña a comparación de los demás que se estudiaron. Presenta condiciones estables, solo muestra una falla en cuña y algunos caídos de rocas en las cunetas de desagüe esto lo pueden ver en la (Figura 3-16).



Figura 3-16 fotografía que detalla la falla de suelo en forma de cuña

En la (Figura 3-16) se puede distinguir con claridad que la zona donde se produjo la falla presenta dos planos de deslizamiento, que entre si forman una cuña formando al centro una línea de falla, en la imagen también se puede observar el montículo que se formó con el material que se deslizó y que este está obstruyendo parte de la vialidad y la cuneta de desagüe.



Figura 3-17 fotografías que muestran el estado de la roca que presenta el corte

En la (Figura 3-17) se ha realizado un acercamiento para ver con más claridad algunos detalles que presenta la roca que emerge en el corte, tales detalles son de suma importancia.

Como se puede ver, la roca presenta un agrietamiento a causa del intemperismo, el cual provoca que esta se desintegre en fragmentos más pequeños y estos, por efecto de la gravedad, caigan a las cunetas de desagüe o en ocasiones lleguen a la zona de rodamiento.

3.2.3 Conclusión de la comparación de los estudios del talud dos (2009 - 2016)

En la revisión del talud dos, 7 años después de su construcción, podemos concluir que es un talud con condiciones estables, puesto que solo presenta problemas no muy graves para el tránsito vial. Solo ha presentado un movimiento en cuña, demuestra muy pocos caídos, los cuales, por lo general, se quedan en la cuneta de desagüe y no representa un peligro muy grande para el conductor, pues es un corte de una altura pequeña y no tiene rocas muy grandes que puedan caer a un vehículo que transite por el lugar.

El talud no presenta ningún método de estabilización por esto se han presentado los deslizamientos y caídos de roca. Si se hubiesen utilizado algunos de los métodos y recomendaciones que están en la (Tabla 3-1) el talud no presentaría ninguna complicación, por ejemplo, si hubiesen utilizado la malla de triple torsión no habría caídos en la carretera o de haber colocado el anclaje no habría deslizamientos.

3.3 Talud Tres (40+460 a 4+500)

3.3.1 Trabajos realizados en 2009

3.3.1.1 Descripción general del talud.

El talud Tres tiene un azimuth de 5° , dirección de buzamiento de 95° y con una inclinación promedio de tu talud de 70° .

En la (Figura 3-18) se observa que éste talud está formado por una roca del tipo andesita, la cual tiene un intemperismo muy acelerado y esto ha hecho que la roca se vaya alterando y fracturada, lo que ha provocado que la roca se vaya debilitando. Además, se tienen la presencia de algunas discontinuidades, las cuales de una manera u otra favorecen el desprendimiento de rocas, ya que sobre el camino se pueden ver pequeños fragmentos de roca que constantemente están cayendo.

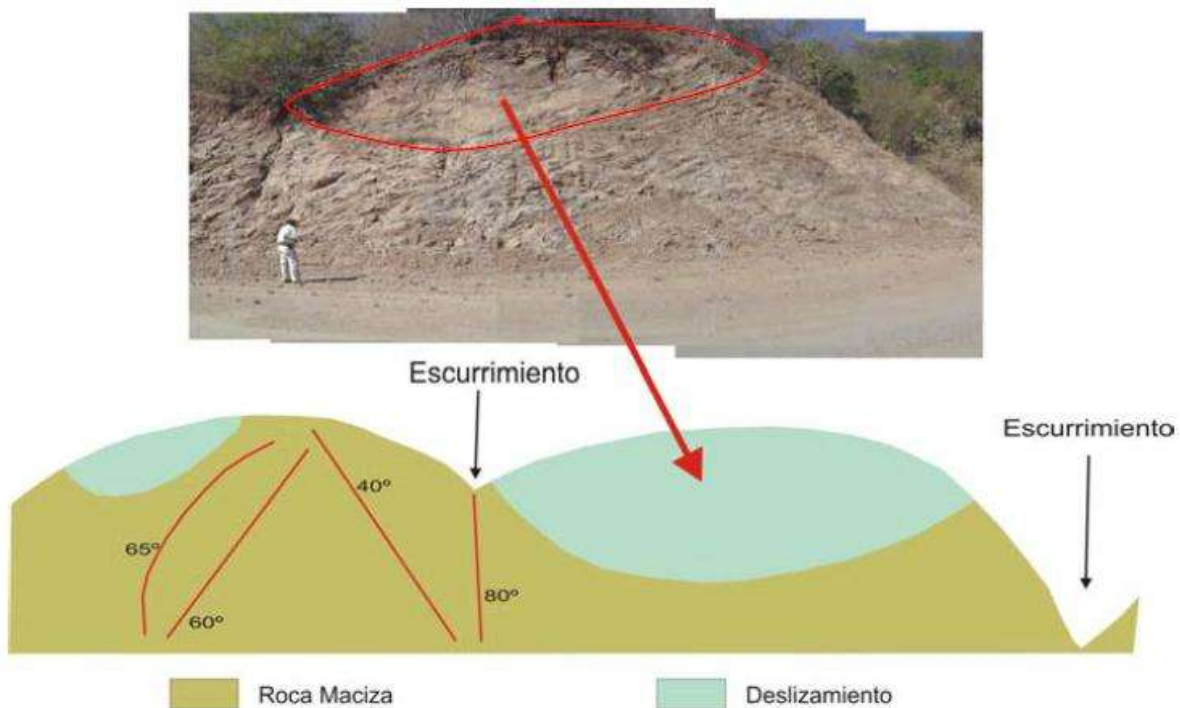


Figura 3-18 Perfil del talud tres, donde se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas (Chávez y Arreygue 2009)

3.3.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 3.

De acuerdo a la información recolectada en campo se realizó un análisis de estabilidad de taludes en la zona crítica. El ángulo de fricción pico se estimó de 42° , y se presenta la posibilidad de falla planar en la parte central superior del talud como se muestra en la figura (Figura 3-19).

Posterior Se realizó un análisis de estabilidad de taludes en la zona crítica, con una altura aproximada de 4 m, y en el resultado del análisis, se observa que es necesaria una fuerza de anclaje de 7 toneladas por metro de ancho. (Figura 3-20),

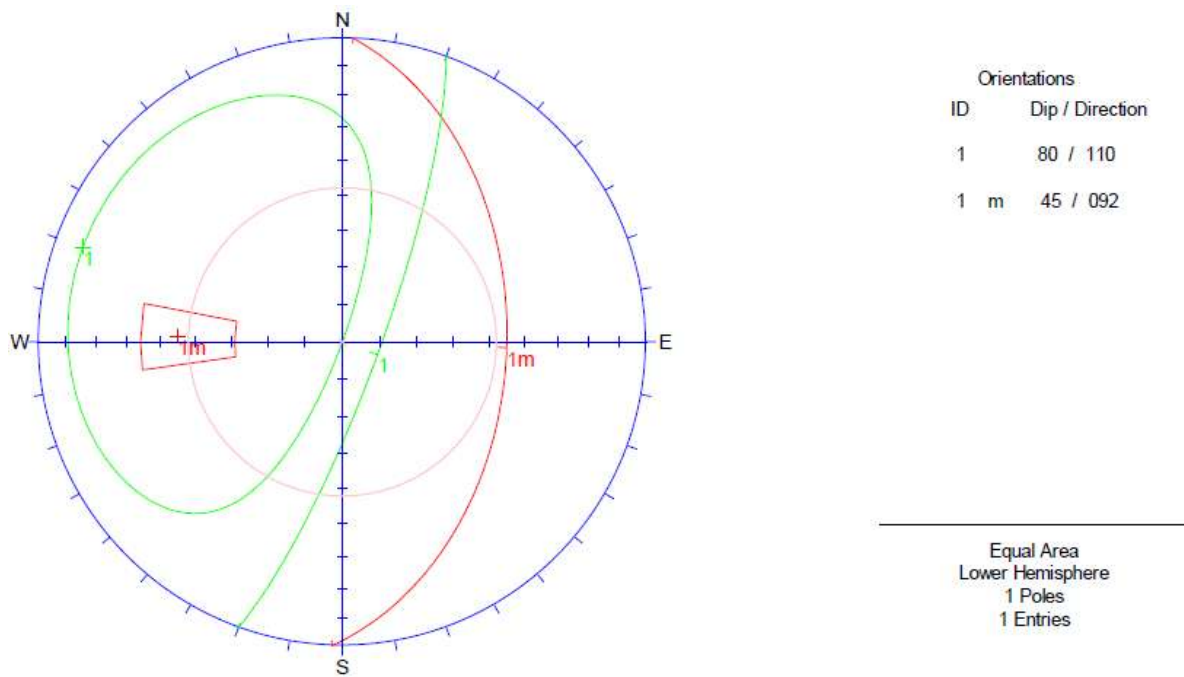


Figura 3-19 Análisis de estabilidad de taludes cinemático en la zona crítica del talud 3. (Chávez y Arreygue 2009).

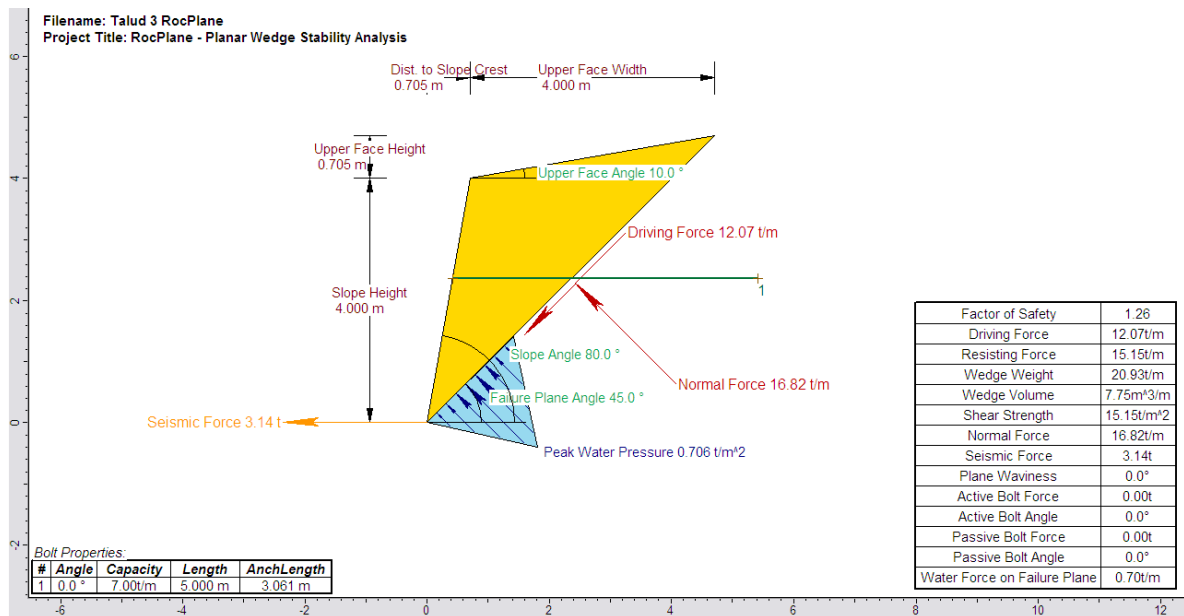


Figura 3-20 Análisis de estabilidad de taludes en el talud 3. (Chávez y Arreygue 2009).

3.3.2 Recomendaciones de estabilización, talud 3.

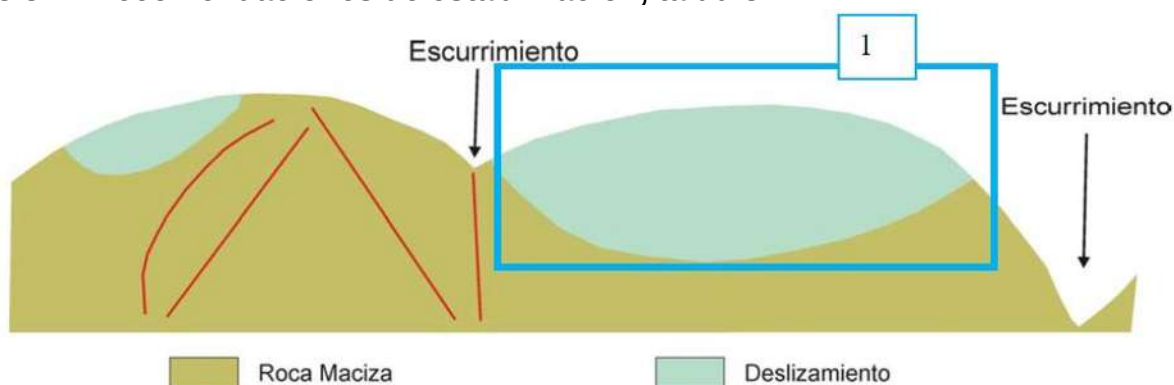


Figura 3-21 identificación de las zonas de riesgo del talud y lugares donde se necesita mejoramiento. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
1	Malla de triple torsión colgada en la parte inferior de la zona 1
1	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático
1	Dos líneas de anclajes de 5 y 3 m de long. En la parte superior @ 2.8 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-3 recomendaciones para la estabilidad del talud tres. (Chávez y Arreygue 2009).

3.3.3 Trabajo realizado en (2016)

3.3.3.1 Estado actual del talud

Como se puede ver con claridad en la (Figura 3-22) la cual nos muestra el talud en su totalidad. Este presenta condiciones estables, solo se puede ver algunos caídos de roca a las cunetas de desagüe. La roca que se encuentra en este corte, es una roca sana puesto que no tiene zonas de falla, solo presenta un grado de intemperización considerable, el cual está causando que se desintegren pequeñas partes de ella y está por gravedad caigan a las cunetas.



Figura 3-22 fotografía panorámica del talud tres

3.3.4 Conclusión de la comparación de los estudios del talud tres (2009 - 2016)

El talud tres, a 7 años de su construcción, está estable en su totalidad; presenta muy pocos caídos, pero no afectan la circulación.

Si se hubiera hecho caso a las recomendaciones, estos caídos no aparecerían porque con una colocación de la malla de triple torsión no tendría ningún problema este talud.

3.4 Talud Cuatro (41+200 al 41+400)

3.4.1 Trabajos realizados en 2009

3.4.1.1 Descripción general del talud.

Este talud tiene como rumbo 30° , dirección de buzamiento de 110° y su inclinación del corte es de 80° aproximadamente.

Este corte se caracteriza principalmente por una roca del tipo andesita, con un intemperismo alto, así como muy fracturada, de color ocre. También se tienen diferentes discontinuidades, algunas de mayor importancia y otras no tanto. Estas discontinuidades ayudan a que la roca se fracture y que en algunos casos han provocado los deslizamientos de los tipos planar y cuña. Del lado derecho y en la parte superior se puede ver un material aluvial, este depósito se puede apreciar con materiales de diversos tamaños, que corresponden a materiales de diferentes eventos, además no tienen aristas y se encuentran cementados por materiales granulares y finos. En la parte superior del lado izquierdo se tiene un depósito de talud, con fragmentos de rocas pequeños, además este estrato se encuentra cementado en una matriz de material de color blanco. Todo lo anterior se puede observar en la (Figura 3-23).

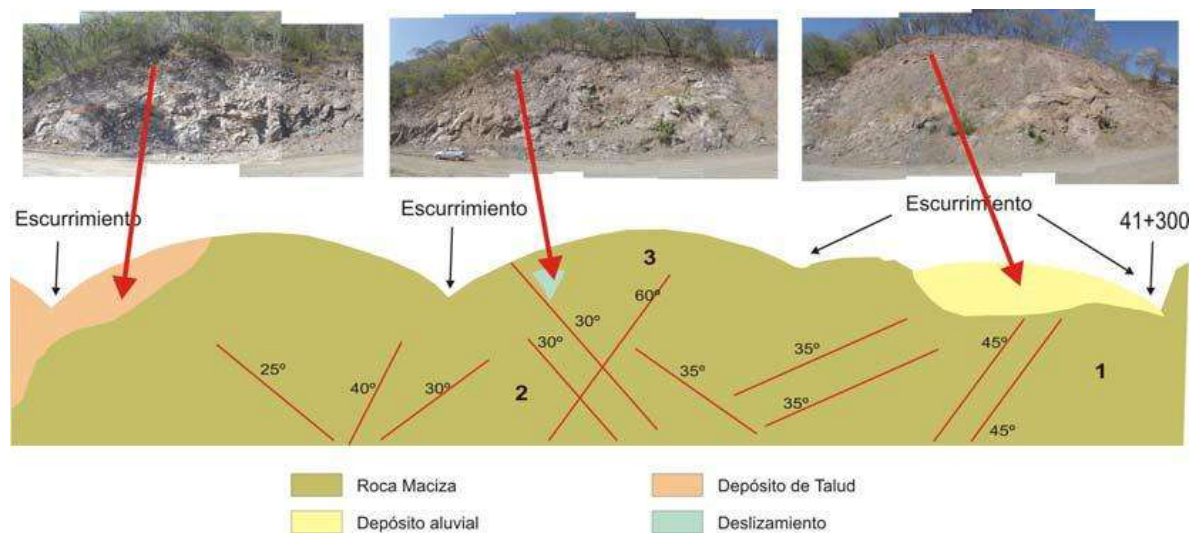


Figura 3-23 Perfil del talud cuatro, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.4.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 4.

En la (Figura 3-24) y (Figura 3-25) se muestran los análisis cinemáticos, tomado un ángulo de fricción pico de 42. Se observa en los análisis que existe la posibilidad de falla planar.

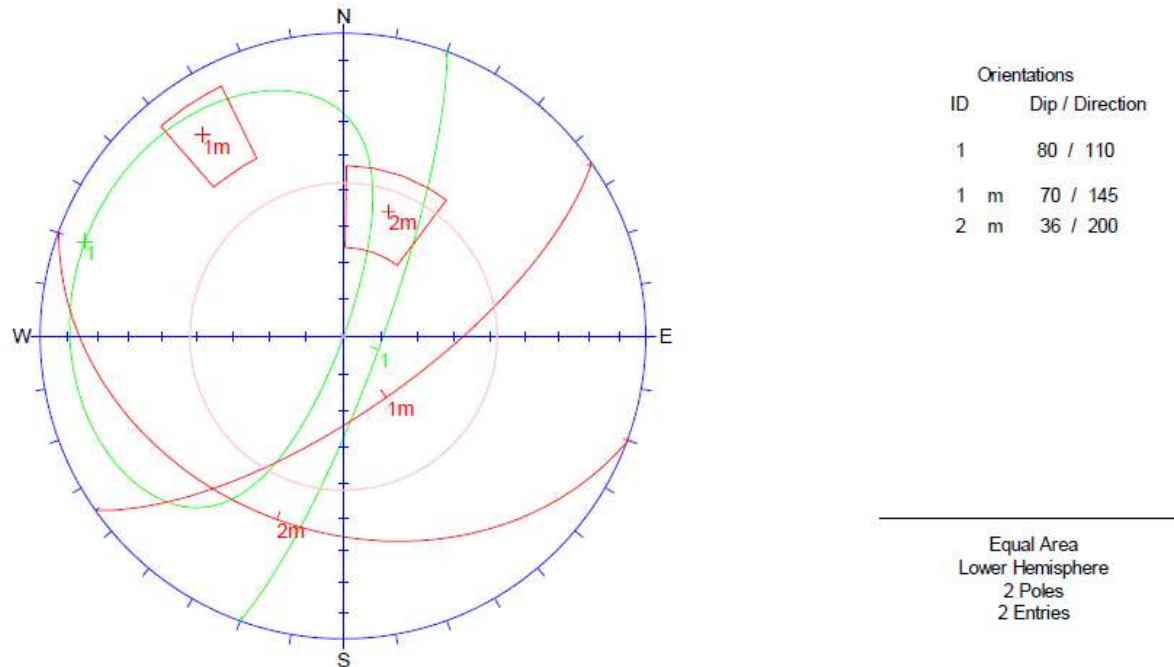


Figura 3-24 Análisis cinemático del lado derecho del talud. (Chávez y Arreygue 2009).

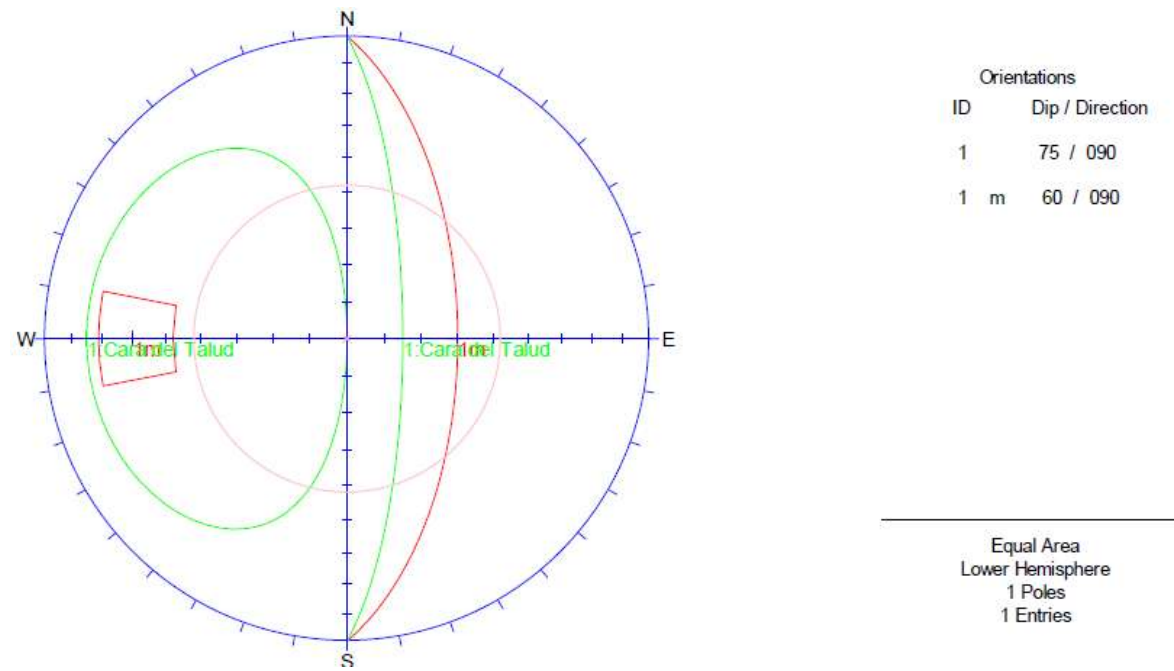


Figura 3-25 Análisis de estabilidad cinemático del talud 4, lado izquierdo. (Chávez y Arreygue 2009).

Se realizaron análisis sólo en los extremos que son los más críticos según los análisis cinemáticos. Los resultados se presentan (Figura 3-26) y (Figura 3-27) la zona del talud en su parte derecha necesita una densidad de refuerzo de 82 t/m de ancho. En el lado izquierdo se requiere una densidad de refuerzo de 168 t/m, más que en la anterior debido a la inclinación de las discontinuidades.

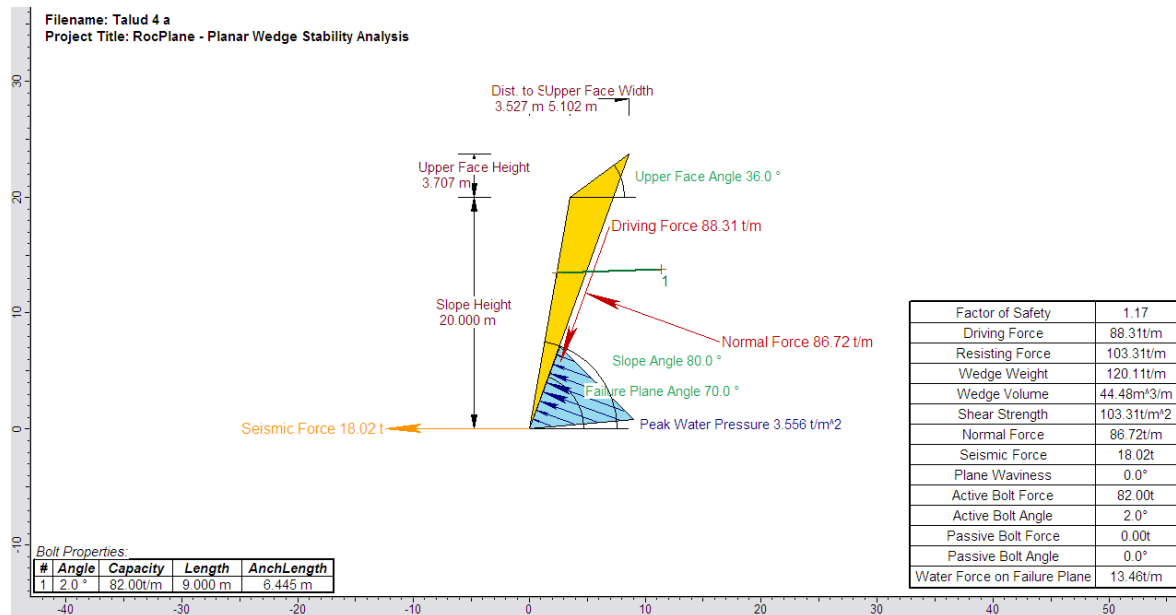


Figura 3-26 Análisis de estabilidad de talud 4 lado derecho. (Chávez y Arreygue 2009).

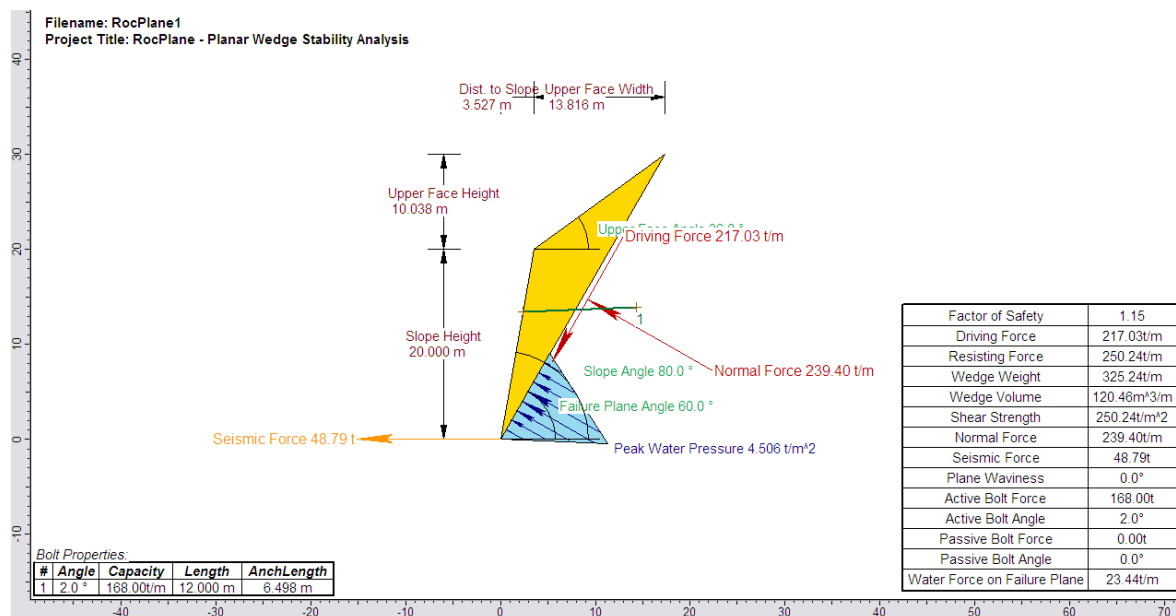


Figura 3-27 Análisis de estabilidad de talud del talud 4, lado izquierdo. (Chávez y Arreygue 2009).

3.4.2 Recomendaciones de estabilización, talud 4.

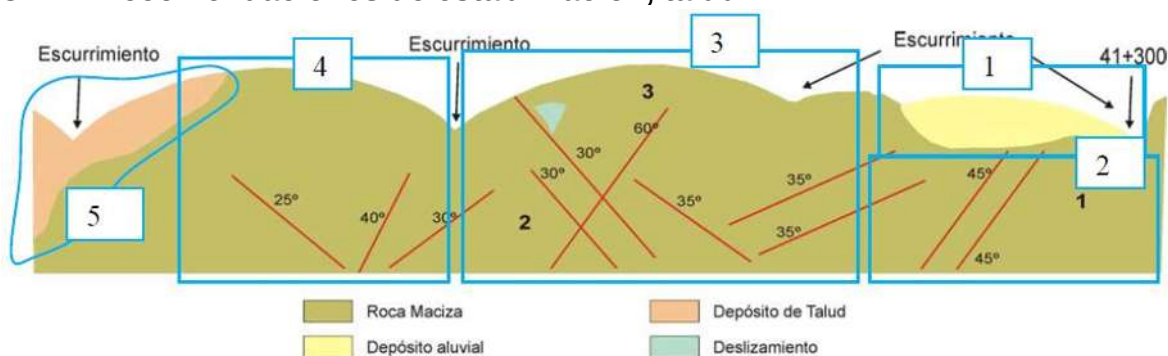


Figura 3-28 identificación de las zonas donde se necesita tratamiento. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
Todo el talud	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3,4,5	Malla de triple torsión anclada con anclas de 2 m de longitud @ 3 m en tres bolillo (para zona de depósitos 1 y 5).
1,5	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm) con micro drenes @ 3 m
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
3	Anclaje sistemático de longitud de 5m @ 3m en tres bolillo.
2,4	Líneas de anclajes de 9 y 6 m de long. (Uniformemente distribuidas en la altura del talud) @ 2.2 m en tres bolillo (zona 2)
	Líneas de anclajes de 12, 9 y 6 m de long. (Uniformemente distribuidas en la altura del talud) @ 1.6 m en tres bolillo (zona 4)
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berna

Tabla 3-4 tabla de recomendaciones para la estabilidad del talud 4

3.4.3 Trabajo realizado en (2016)

3.4.3.1 Estado actual del talud



Figura 3-29 fotografía panorámica de las condiciones del talud cuatro en el año 2016

Como se puede observar en la (Figura 3-29) el corte presenta inestabilidad, debido a que la roca que lo forma está totalmente agrietada y presenta caídos a la zona de rodamiento y cunetas de desagüe, la vialidad ha sido cerrada en muchas ocasiones por obstrucción total de alguna roca de tamaño grande que ha logrado caer hasta la zona de rodamiento. Pero a este corte le agregamos otro problema, está en contacto con un río y cuando se presenta la corriente de agua derivada de una tormenta grande, este río ha logrado llevar el agua hasta la zona de la vialidad, ya que, con la construcción del talud, fue tapado el paso del río y reencausado, pero la obra de reencause no fue lo suficiente para dar abasto con la cantidad de agua que circula con la corriente. Estos dos problemas han causado que la vialidad en esta zona sea un riesgo para el conductor.

El talud presenta un mejoramiento con una malla de triple torsión como puede verse en la (Figura 3-30) y ha sido de gran ayuda para la estabilización de este corte en esa zona, ya que mantiene a las rocas detenidas, pero no es suficiente porque ya ha sido vencida en muchos puntos y la roca ha caído hasta la cuneta de desagüe y otras han tapado la zona de rodamiento. En las partes de las esquinas del talud no presenta mejoramiento, y estas zonas son marcadas como de mayor riesgo en el trabajo de mejoramiento, por ello se ha tenido movimiento de materiales grandes capaces de impedir el paso de vehículos por esta vialidad. Es común que si circulas por ella en un día con lluvia puedas toparte con que ya no es posible pasar por este punto, debido a que un deslizamiento en estas partes ha tapado la vialidad.



Figura 3-30 fotografía donde muestra las zonas con mejoramiento y el tipo de este.

En la (Figura 3-30) se puede ver que el corte presenta un mejoramiento con una malla de triple torsión la cual ha sido de gran ayuda en esta zona, y también se puede ver que hay árboles que ayudan al mejoramiento. Esta parte del corte está estable gracias a los árboles y la malla.



Figura 3-31 se presenta un zoom de algunos puntos del corte donde se han presentado movimientos grandes de material los cuales son tipo planar

En la (Figura 3-31) se puede observar los puntos donde han ocurrido movimientos de material grande los cuales, cuando sucedieron, taparon la vialidad. En la actualidad ya ha sido removido el material de estos movimientos, pero el peligro de que otro movimiento de una magnitud capaz de tapar el camino suceda es latente, porque la roca presenta muchas grietas y existen un gran número de puntos donde está por ceder la roca y deslizarse.



Figura 3-32 Imágenes donde se puede ver el estado de la roca en el talud, las grietas.

En la (Figura 3-32) podemos ver con claridad cuál es el estado de la roca que forma este corte, como se puede observar la roca está muy agrietada y estas grietas presentan espaciamientos de una aproximado de 5 centímetros. Por ello es que la roca se desprende y cae en la vialidad.

3.4.4 Conclusión de la comparación de los estudios del talud cuatro (2009 - 2016)

Este talud ha presentado problemas de inestabilidad y provocado que la vialidad dejara de funcionar, en algunas ocasiones por movimientos de suelos grandes capases de tapar la carretera. Si se hubieran tomado en cuenta los medios de estabilización que son propuestos en este trabajo, el corte no tendría ningún problema, esto dado que al usar anclaje no se hubieran presentado deslizamientos porque cada ancla abrían estabilizado el suelo y roca, evitando que los materiales se desprendieran; al usar la malla de triple torsión las rocas pequeñas no caerían y al utilizar el concreto lanzado en la zona que se necesitaba hubiera evitado el intemperismo y agrietamiento de la roca, y esta no estaría cayendo en pedazos.

3.5 Talud Cinco (42+080 a 42+140).

3.5.1 Trabajos realizados en 2009

3.5.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se tiene un azimuth de 55°, dirección de buzamiento de 140° e inclinación de 75° aproximadamente.

El macizo rocoso está compuesto por roca poco alterada y fracturada de color ocre. Los signos de asteriscos en las discontinuidades muestran, que estas dos discontinuidades tienen rellenos de arcilla, material triturado y algo de fragmentos pequeños de roca ver la (Figura 3-33).

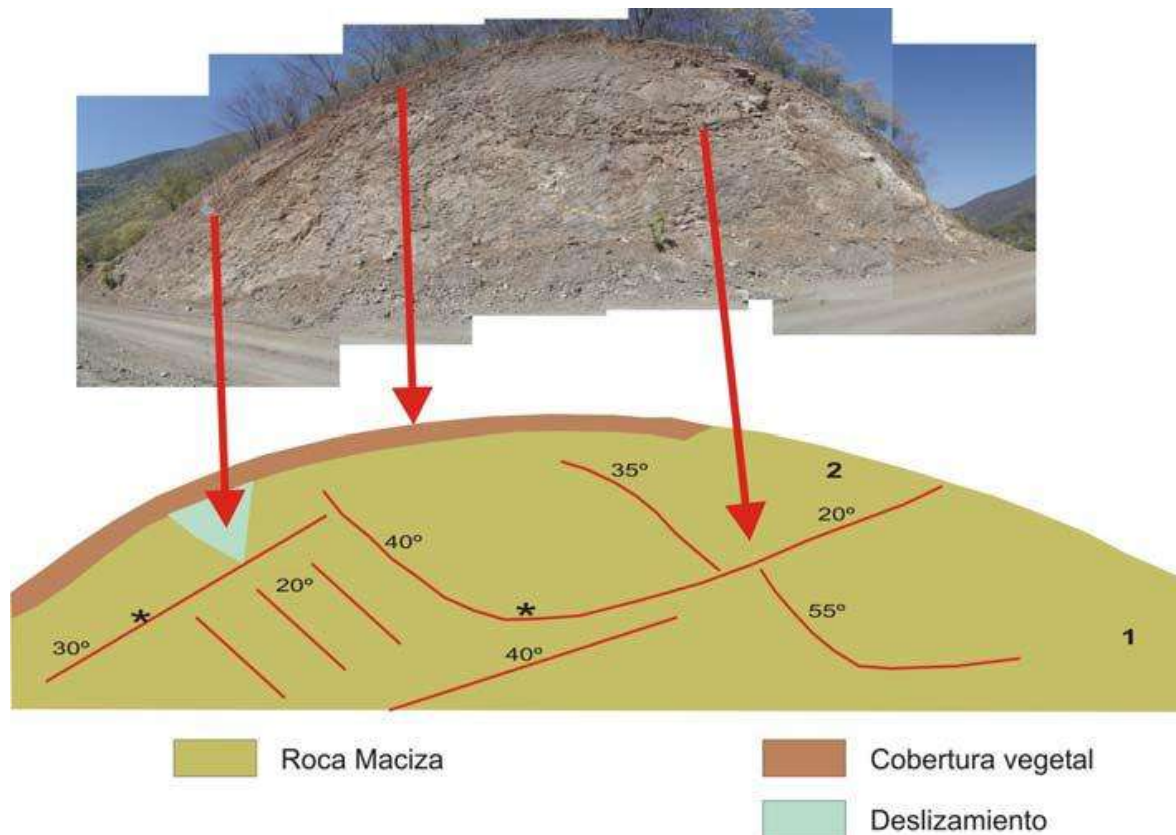


Figura 3-33 Perfil del talud cinco, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.5.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 5.

En la zona se realizó un análisis cinemático con las de discontinuidades propensas a que se produjera un caído. El ángulo de fricción pico se estimó en 50°, ver (Figura 3-34), donde se observa que la discontinuidad que aparece en arco está en equilibrio límite.

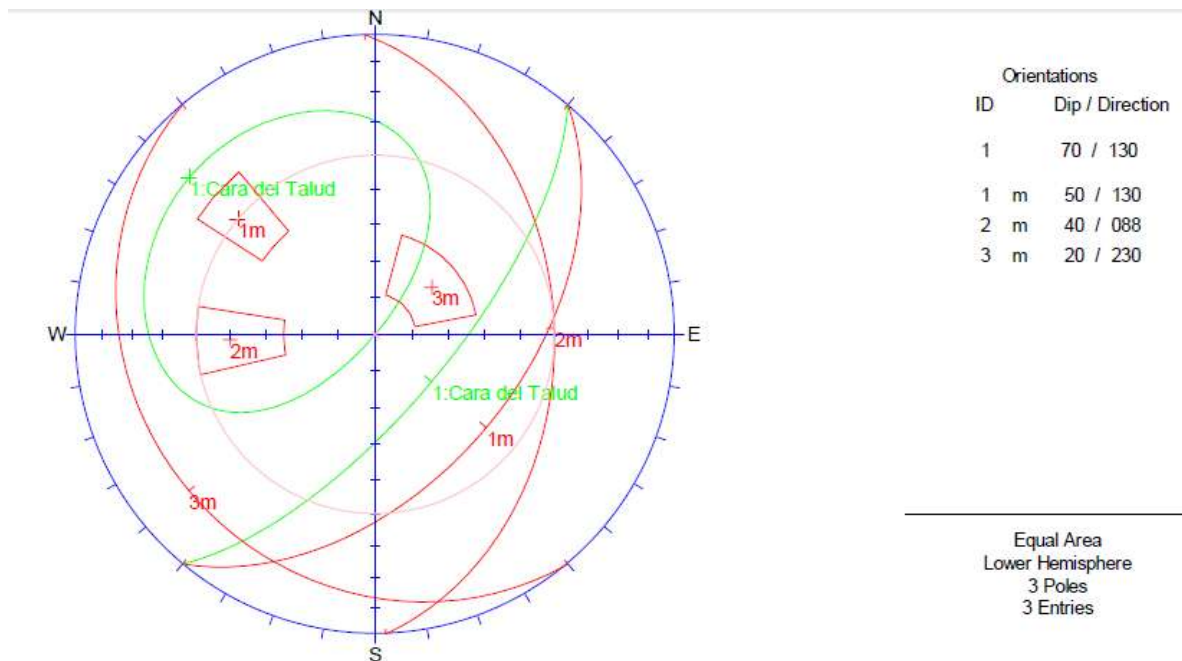


Figura 3-34 Análisis de Estabilidad cinemático para el talud No. 5. (Chávez y Arreygue 2009).

Se realizó un análisis de estabilidad en falla planar el cual se muestra en la (Figura 3-35). De donde se deriva que se requiere una fuerza de anclaje de 25 t/m.

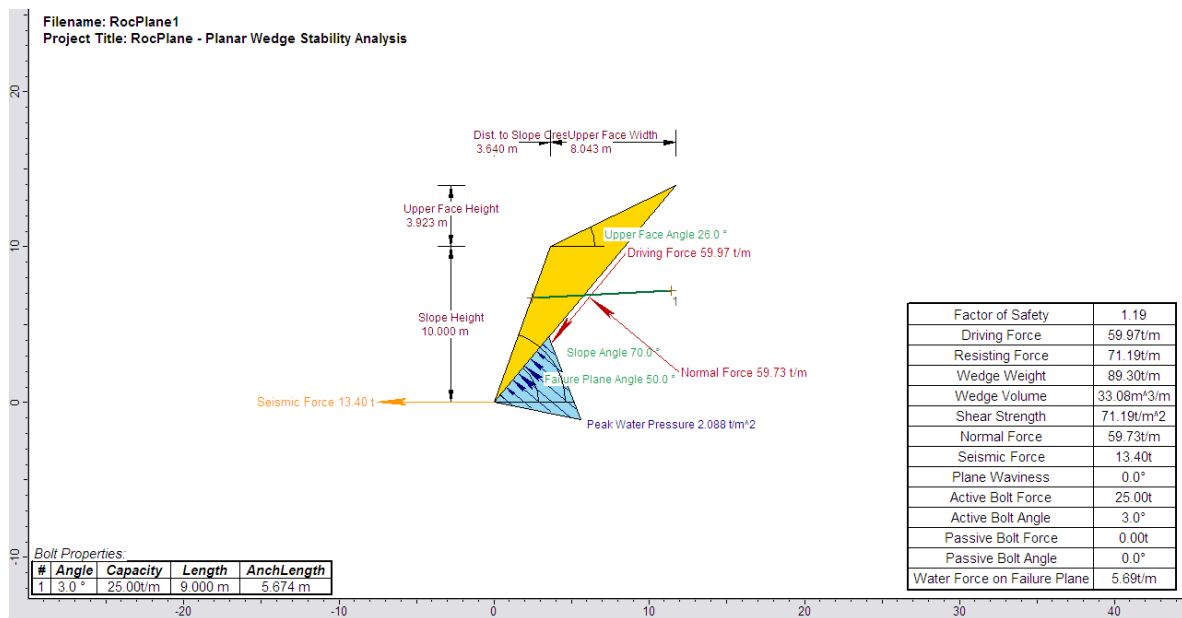


Figura 3-35 Análisis de estabilidad del talud 5 en falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

3.5.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 5.

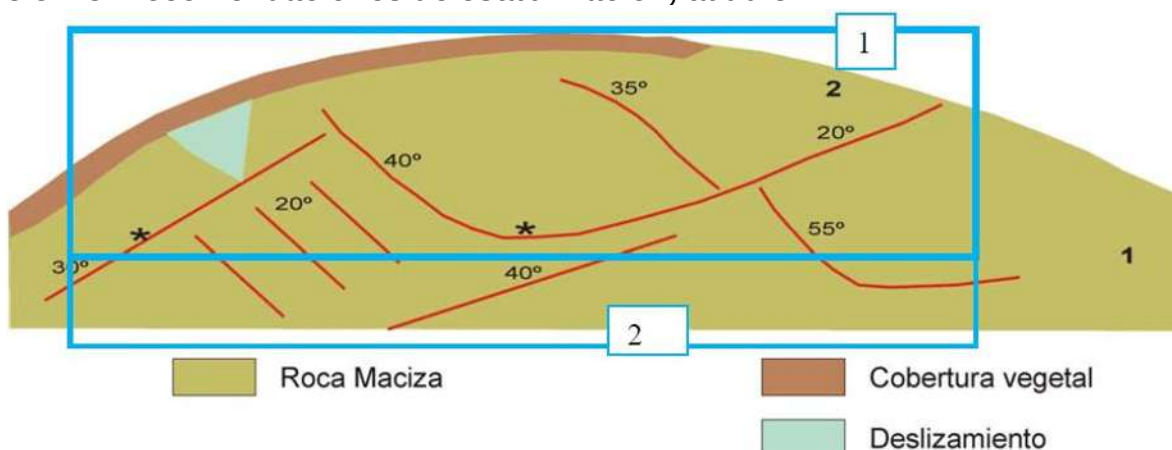


Figura 3-36 identificación de zonas de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2	Malla de triple torsión colgada
1	Malla de triple torsión anclada Concreto lanzado primario (espesor 3 cm) Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1	Anclaje sistemático Líneas de Anclaje de 9, 6, 3 m de long. (distribuidas uniformemente en la altura) @ 3.0 m en tres bolillo Muro de contención de gaviones Muro Alcancía de gaviones Abatimiento de taludes Construcción de Berma

Tabla 3-5 Recomendaciones de estabilidad marcadas por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.5.2 Trabajo realizado en (2016)

3.5.2.1 Estado actual del talud

Este talud presenta una condición estable, el único problema que se muestra en este corte son caídos no muy constantes a la zona de rodamiento y cunetas de desagüe; tales caídos son rocas pequeñas que no presentan problemas graves. Esto es fácil de ver en la (Figura 3-37)



Figura 3-37 fotografía panorámica de la totalidad del talud 5 tomada en el 2016



Figura 3-38 Identificación del estado que presenta el corte.

Como se puede advertir en la (Figura 3-38) el corte presenta mayormente condiciones estables, salvo los problemas ya antes mencionados. No le fue colocado ningún medio de estabilización como le fue recomendado, por ello presenta estos pequeños inconvenientes.

3.5.3 Conclusión de la comparación de los estudios del talud cinco (2009 - 2016)

El talud es estable y no presenta más que pequeños caídos por efecto del intemperismo. Sin embargo, si tan solo hubieran utilizado un método de los que fueron recomendados el corte estaría en perfectas condiciones, por ejemplo: colocar la malla de triple torsión sería la solución para los caídos.

3.6 Talud Seis (42+430 a 42+510)

3.6.1 Trabajos realizados en 2009

3.6.1.1 Descripción general del talud.

Este talud tiene un rumbo de 10° , dirección de buzamiento de 100° e inclinación promedio de 75° .

Está constituido por varios materiales, los cuales están depositados en diferentes formas, del lado derecho principalmente y en la base de todo el talud se observa un material color negro el cual corresponde a una milonita. Del lado izquierdo se tienen diferentes estratos de material depositados horizontalmente. El estrato inferior corresponde a un depósito de material aluvial. Enseguida, se tiene un depósito de material de talud de fragmentos de roca. Por último, en la parte superior se puede ver un estrato de material de cobertura vegetal todo esto se puede apreciar en la (Figura 3-39)



Figura 3-39 Perfil del talud seis, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.6.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 6

En el presente talud no presenta problemas solo se recomienda proteger la roca contra desprendimientos superficiales y de la intemperie todo el talud.

3.6.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 6.

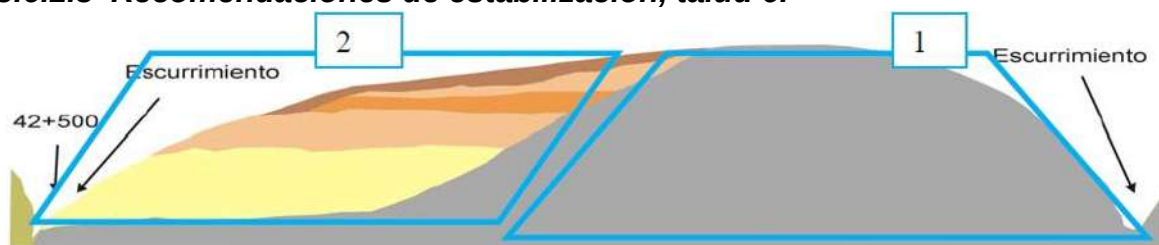


Figura 3-40 identificación de zonas donde se proponen mejoramientos. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2	Malla de triple torsión anclada con anclas de 3 m @ 3m en tres bolillo para la zona 2
2	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm) con microdrenes @ 2.5m
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1	Anclaje sistemático con anclas de 3m @ 2m entre sí en tres bolillo
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-6 recomendaciones de mejoramiento para talud 6. (Chávez y Arreygue 2009).

3.6.2 Trabajo realizado en (2016)

3.6.2.1 Estado actual del talud

Este corte presenta condiciones estables en su totalidad, no se le ha reportado ningún problema. Cuenta con una malla de triple torsión, la cual le da las condiciones de estabilidad que tiene este talud. Esto se puede ver con claridad en la (Figura 3-41).



Figura 3-41 fotografía del talud 6 donde se ve su estado tomada en el 2016.

3.6.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud seis (2009 - 2016)

El talud seis, a 7 años de su construcción, presenta condiciones totalmente estables, no tiene problema alguno y esto se debe a que fue tomado en cuenta uno de los métodos de estabilización que se les propuso. La malla de triple torsión le da la estabilidad al corte ya que evita que las rocas pequeñas que están sueltas caigan y obstruyan la vialidad.

3.7 Talud Siete (42+570 al 42+720).

3.7.1 Trabajos realizados en 2009

3.7.1.1 Descripción general del talud.

Este talud tiene un rumbo de 340° , dirección de buzamiento de 80° e inclinación promedio del talud de 75° .

En el perfil de la (Figura 3-42) se pueden ver diferentes materiales, del lado derecho se tiene la andesita, la cual está intemperizada y muy fracturada, por lo que se observa muy debilitada. En seguida, se tiene un gran depósito de material de talud color rojizo. En medio de éste nivel se tienen dos niveles horizontales de un depósito granular y fino de color rojizo, con espesores reducidos. En la parte inferior del lado izquierdo se tiene la roca negra del tipo milonita (roca metamórfica) muy estratificada, donde se pueden ver que la dirección de las estratificaciones está a favor del corte, por lo que se puede facilitar que se presenten deslizamientos sin ningún problema. Arriba del material negro se tiene un depósito de talud con fragmentos de rocas de dimensiones pequeñas empacadas en una matriz rojiza. En la parte superior de todo este corte se puede observar un macizo rocoso muy fracturado y dañado, donde se tienen bloques muy grandes que están próximos a caer



Figura 3-42 Perfil del talud siete, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.7.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 7.

En este caso en la parte central se encontraron discontinuidades críticas con las cuales se realizó un análisis de estabilidad cinemático. El ángulo de fricción pico

se estimó en 42° . De lo que resultó el análisis cinemático de la (Figura 3-43), en el cual se observa claramente de que existe posibilidad de falla planar.

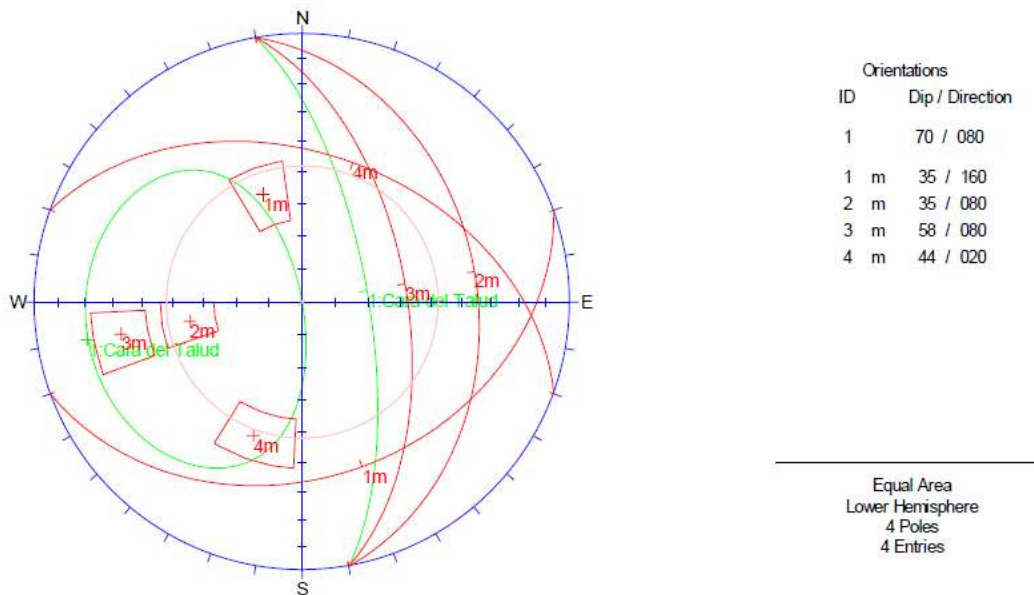


Figura 3-43 Análisis cinemático del talud 7b. Falla planar. (Chávez y Arreygüe 2009).

Se realizó un análisis de estabilidad con la geometría de campo. El análisis muestra que el talud se debe de reforzar con 34 t/m de ancho en el talud ver (Figura 3-44).

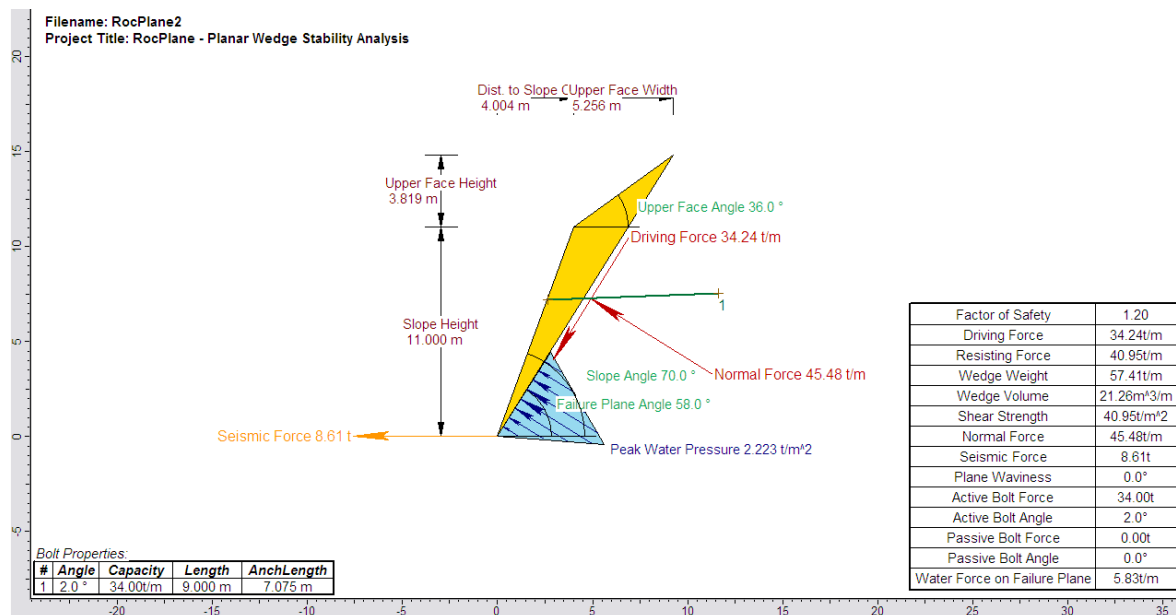


Figura 3-44 Análisis de estabilidad de Taludes para la parte central del talud 7. (Chávez y Arreygüe 2009).

3.7.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 7.

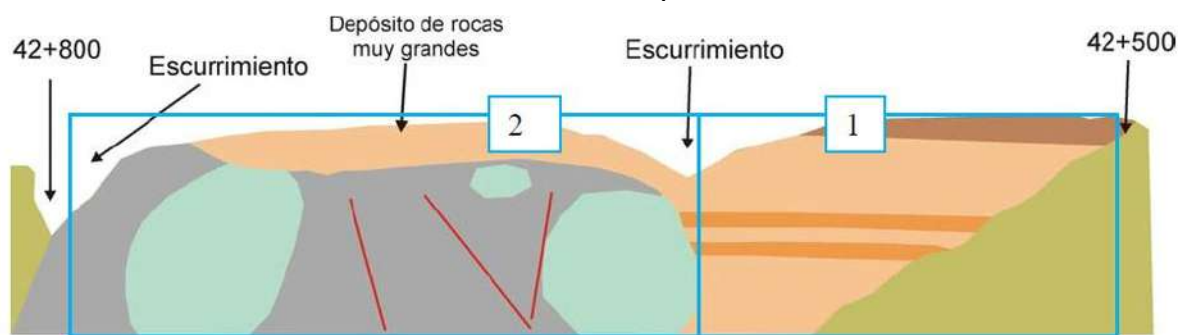


Figura 3-45 identificación de las zonas donde necesita ser estabilizado. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2	Amacice
2	Remover rocas en la parte superior propensas a caerse, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2	Malla de triple torsión anclada
1	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con microdrenes a cada 3 m
2	Concreto lanzado (Espesor 6 cm), con microdrenes a cada 2.5 m
1	Anclaje sistemático de 3 m de long. @ 2.5
2	Líneas de Anclaje de 9, 6 m de long. (distribuidas uniformemente en la altura) @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-7 recomendación de medios para estabilizar el corte por zonas.

3.7.2 Trabajo realizado en (2016)

3.7.2.1 Estado actual del talud

Este corte demuestra condiciones estables con algunos problemas como son pequeños deslizamientos de suelo que han tapado un carril de circulación de la vialidad y la cuneta de desagüe. Esto es más fácil de verse en la (

Figura 3-46)



Figura 3-46 imagen panorámica del estado que presenta el talud 7 en el 2016

A este corte le fue colocada una malla de triple torsión, la cual en unas partes sigue funcionando, pero en la mayoría ha sido vencida por el peso del material y este ha logrado llegar hasta la cuneta y la zona de rodamiento de la vialidad.



Figura 3-47 imagen donde se puntualizan zonas de problemas

En la (Figura 3-47) es posible ver que se han producido deslizamientos de suelo y rocas los cuales han logrado vencer la malla de triple torsión y alcanzado a llegar hasta la zona de rodamiento y tapar las cunetas de desagüe, al igual que se puede observar que ya han sido removidos para permitir el paso a los vehículos. En esta misma imagen se presenta un punto donde se puede ver que el agua ha arrastrado material y ha logrado pasar por encima de la malla y esta materia ha caído hasta la zona de rodamiento y provocado la obstrucción de la vialidad.

3.7.3 Conclusión de la comparación de los estudios del talud siete (2009 - 2016)

El talud siete presenta problemas de caídos y deslizamientos, debido a que no se tomó en consideración los medios de estabilización que se les fueron propuestos para este corte, de lo contrario, el corte no presentaría estos problemas, por ejemplo, remover el material de la parte superior de este corte hubiera evitado que esta al estar en presencia de lluvia se fuera deslizado por encima de la malla, y también si hubieran utilizado los anclajes como se les recomienda habrían evitado que el materia se deslizará y venciera la malla de triple torsión; esta malla ha servido de mucho en una gran parte de el corte solo que no es suficiente para evitar todos los problemas de este talud.

3.8 Talud Ocho (43+230 al 43+530).

3.8.1 Trabajos realizados en 2009

3.8.1.1 Descripción general del talud.

Este perfil está localizado en una curva muy larga por lo que se tienen cuatro datos: el primero es del lado derecho con rumbo de 50°, dirección de buzamiento de 145°, e inclinación de 75°; parte central lado derecho con azimuth de 90°, dirección de buzamiento de 235° e inclinación de 75°; parte central lado derecho con rumbo de 60°, dirección de buzamiento de 140° e inclinación de 80°. Por último, tenemos el lado izquierdo con azimuth de 350°, dirección de buzamiento de 80° e inclinación de 75°.

Se muestra la (Figura 3-48) en la cual se puede ver que, en la parte inferior del lado derecho, se tiene un depósito aluvial con fragmentos de roca de diferentes dimensiones. En la parte superior se tiene un estrato de material fino (arena, limo y arcilla). La parte central del lado derecho se tiene la andesita muy alterada, fracturada, y en algunos sitios muy estratificada. En la parte alta de la roca se tiene un tipo paleocanal, pero con depósito de talud y con material de diferentes tamaños (pocos fragmentos grandes), que tienden a ser alargados en general y cementados en una matriz fina de color rojiza; la dirección de éste es 100°, buzamiento de 165° e inclinación de 70°. El lado izquierdo en la parte inferior se puede ver un estrato de material aluvial. En la parte superior de la parte central se tiene un pequeño estrato horizontal de arena. En cambio, en la parte superior de todo el lado izquierdo se tiene un depósito de talud que va del color café claro hasta el rojizo. Del lado izquierdo se indica que en la parte superior se tiene un depósito de material más fino (arena, limo y arcilla) que tiende al color rojizo, ya que no se alcanzan a percibir fragmentos de roca.



Figura 3-48 Perfil del talud ocho, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.8.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 8.

En la zona central se realizó un análisis adicional de estabilidad cinemático, con un ángulo de fricción pico 42° . En la (Figura 3-49).se observa que se puede presentar falla en cuña.

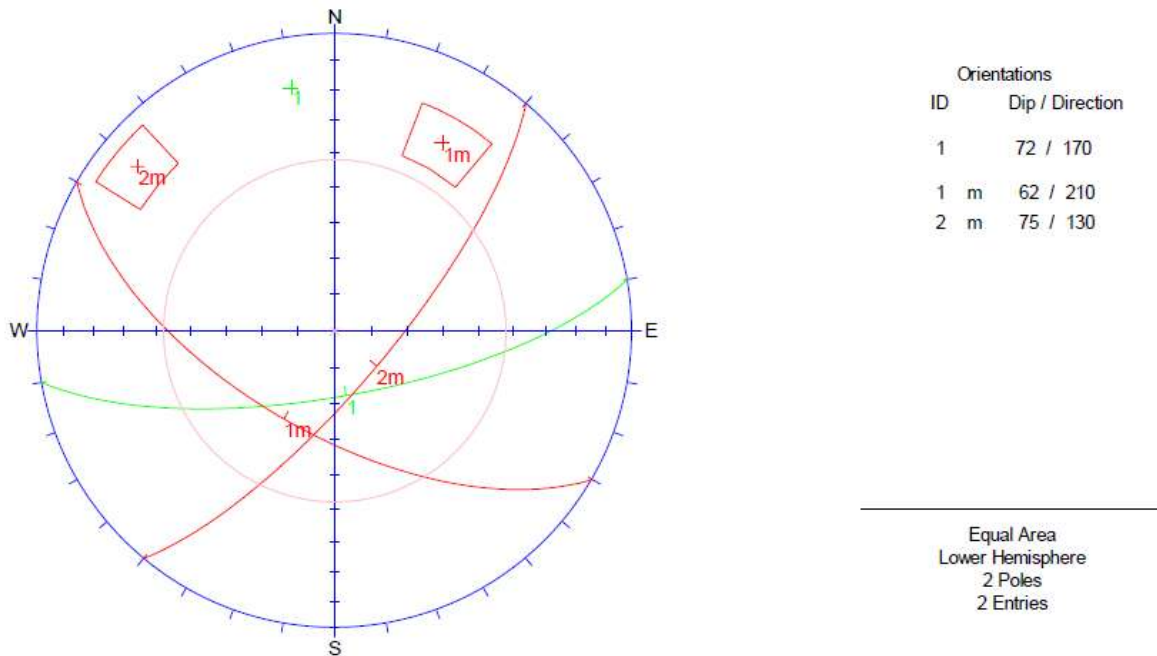


Figura 3-49 Análisis de estabilidad cinemático para el talud 8b. En cuña. (Chávez y Arreygue 2009).

Para esta zona se realizó un análisis de estabilidad y los resultados se muestran en la (Figura 3-50). Se observa que se necesitan 28 toneladas para estabilizar la zona.

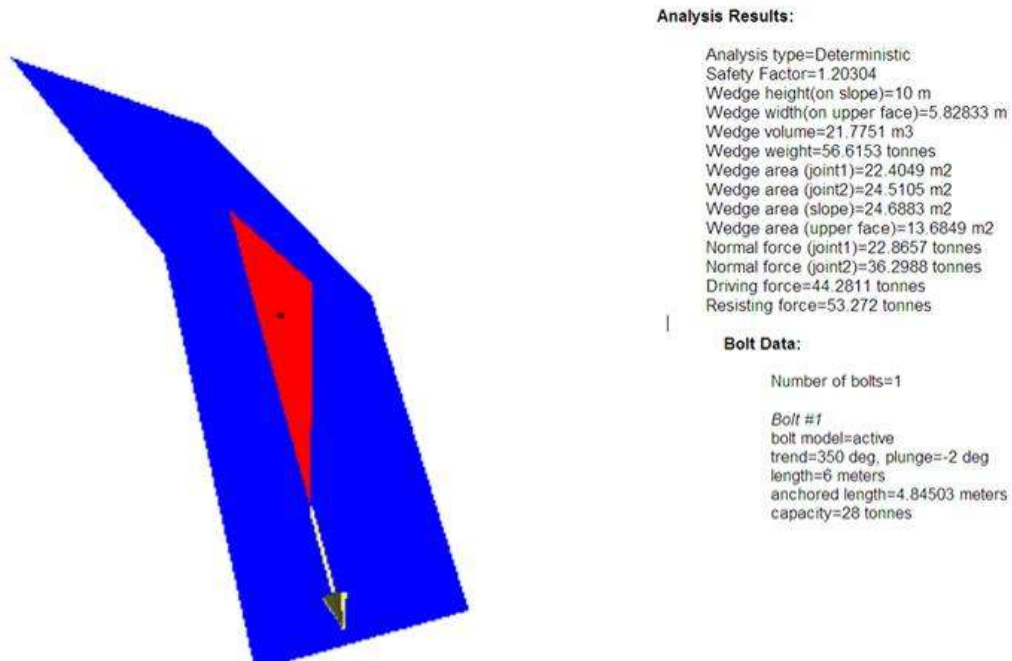


Figura 3-50 Resultados del análisis de estabilidad en cuña.

3.8.2 Recomendaciones de estabilización, talud 8.

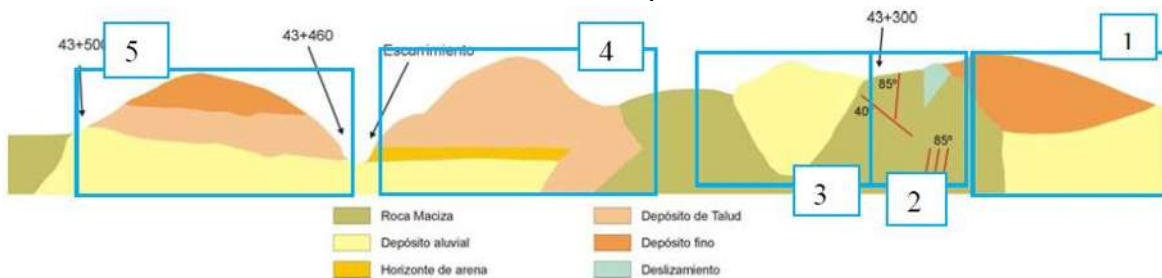


Figura 3-51 identificación de las zonas donde se necesita el refuerzo y que tipo de este. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
2	Amacice
3	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3,4,5	Malla de triple torsión anclada
1,3,4,5	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con micro-drenes @ 3 en tres bolillo
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1,3,4,5	Talud 1 y 3. Anclaje sistemático (anclas de 3 m de long. @ 3m en tres bolillo) Talud 4 y 5. Anclaje sistemático (anclas de 9 m de long. @ 3m en tres bolillo)
2	Anclajes de 6 m de long. @ 3 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-8 recomendaciones de estabilidad por zonas del talud 8 (Chávez y Arreygue 2009).

3.8.3 Trabajo realizado en (2016)

3.8.3.1 Estado actual del talud

El talud ocho muestra condiciones inestables se puede ver con claridad en la (Figura 3-52), ya que es común que se presenten movimientos de materiales que cubren la carretera por completo e impidan el paso de los vehículos, este corte representa un peligro latente, ya que en cualquier momento puede presentar deslizamientos porque el material que lo forma está a punto de caer y con la presencia de lluvia este peligro aumenta al filtrarse el agua en el material se llega a crear la presión de poro y hacer que el material, que en su mayoría es suelo, se comporte como un fluido y al no tener la inclinación adecuada se produzca un deslizamiento el cual es capaz de llegar hasta la carretera y depositarse en la misma tomando el ángulo de reposo que es necesario. En este punto de la vialidad ha sido necesario en muchas ocasiones cerrar para mover el material de un deslizamiento.

A este corte le fue colocada una malla de triple torsión colgada para su mejoramiento la cual no fue suficiente, ya que ha sido vencida por el peso del material y en la actualidad ya no funciona.



Figura 3-52 fotografía panorámica de talud 8 tomada en 2016

En la (Figura 3-53) se puede ver que el corte presenta muchos deslizamientos de suelo los cuales ya han sido removidos para permitir el paso de los vehículos. También es posible observar que la malla de triple torsión ha dejado de funcionar que no fue un método suficiente de mejoramiento que era necesario complementarlo con algún otro.

En la (Figura 3-53) también podemos ver que el material esta inestable que es un peligro latente ya que está a punto de presentarse otros deslizamientos y tapar la vialidad de nuevo. Se ve que presenta un escurrimiento donde ha sido arrastrado material de la parte más alta y depositado sobre la vialidad, esto a causa de que la obra de desagüe de ese escurrimiento ya fue totalmente tapada por el material del talud y el flujo que ahora escurre tiene que pasar por la carretera y la imposibilita para la circulación cada vez que llueve. Las cunetas de desagüe de este corte están totalmente tapadas por material de este mismo, por ello no funcionan cuando se requiere que desalojen el agua que llueve y esto provoca que la carpeta asfáltica se dañe por problemas de humedad y empiecen a aparecer baches en esta zona.



Figura 3-53 puntualización de los problemas del talud 8 en la zona de la derecha.

3.8.4 Conclusión de la comparación de los estudios del talud ocho (2009 - 2016)

El talud ocho presenta condiciones inestables, esto es debido a que no se toman en cuenta los métodos de estabilización que se han marcado para cada zona de este corte. Si los métodos se hubiesen tomado en cuenta el talud presentaría condiciones estables, ya que si se hubiese colocado los anclajes marcados por cada zona estos habrían creado unos bulbos de refuerzo en el suelo capaces de soportar el peso del material húmedo y no se presentarían los deslizamientos y en combinación con la malla habría evitado en la totalidad que existieran caídos o material del talud en la vialidad.

3.9 Talud Nueve (43+550 al 43+680).

3.9.1 Trabajos realizados en 2009

3.9.1.1 Descripción general del talud.

Este talud presenta un rumbo de 330° una dirección de buzamiento de 70° y con una inclinación promedio del talud de 65° . En este corte solamente se distinguen dos tipos de materiales.

Como se muestra en la (Figura 3-54) en el lado derecho se tiene un depósito de talud el cual está dividido en tres partes: el primero es un depósito con fragmentos de roca de dimensiones entre grandes y medios, el segundo corresponde a un depósito con fragmentos medianos empacados en una matriz de arena y limo de color rojo; el tercer nivel es un depósito de gravas empacadas en una matriz de arena y limo de color rojizo. En cambio, el lado derecho se observa que está constituido de la andesita fracturada y con pocas discontinuidades.

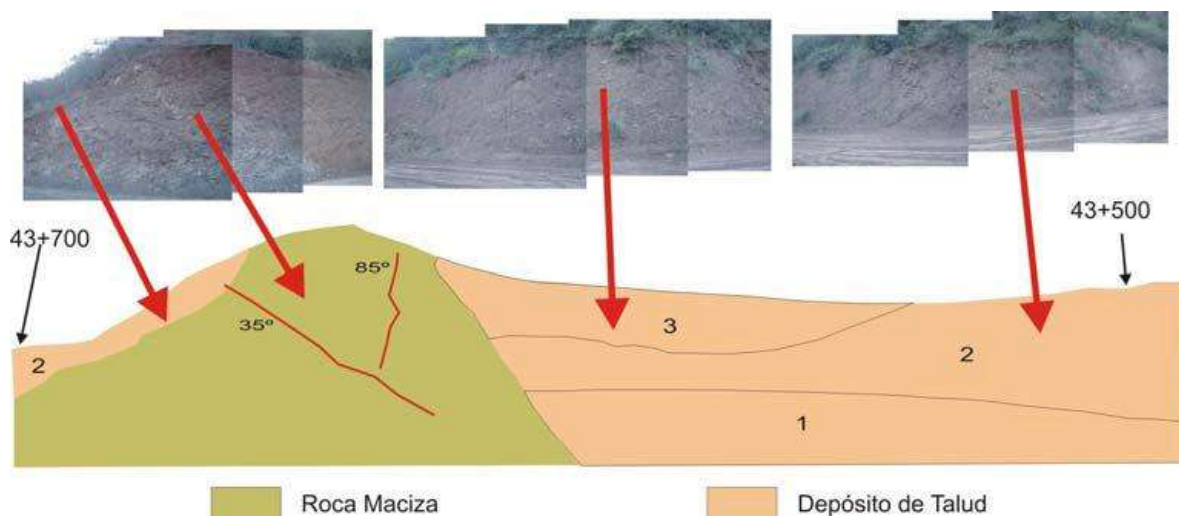


Figura 3-54 Perfil del talud nueve, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.9.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 9.

Este corte tiene susceptibilidad a la erosión progresiva, ya que tiene un ángulo de 37° . Por lo cual posteriormente se pueden generar movimientos importantes si no se confina.

3.9.2 Recomendaciones de estabilización, talud 9.

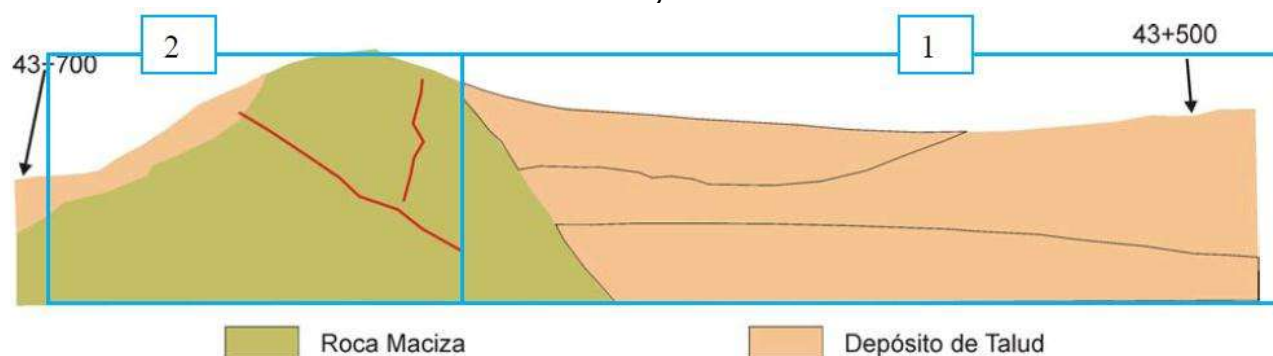


Figura 3-55 puntualización de zonas donde se debe de implementar un medio de estabilización para el talud. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2	Malla de triple torsión colgada
1	Malla de triple torsión anclada
1,2	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1	Anclaje sistemático con anclas de 6 m de longitud @ 3 m, colocadas en tres bolillo.
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-9 métodos de estabilización recomendados para el talud 9.

3.9.3 Trabajo realizado en (2016)

3.9.3.1 Estado actual del talud



Figura 3-56 foto panorámica del talud 9 tomada en el 2016.

El corte nueve a 7 años de su construcción presenta en una de sus partes inestabilidad ya que este punto está compuesto de un suelo al cual no le fue colocado ningún medio de estabilización y presenta deslizamientos capases de obstruir la vialidad y evitar el paso de vehículos, (Figura 3-56).



Figura 3-57 puntualización de los problemas que presenta el talud 8 en el 2016

En la (Figura 3-57) se puede ver como el corte presenta deslizamientos grandes que en su momento cubrieron por completo la vialidad, los cuales ya fueron removidos para permitir el paso de vehículos, pero en cualquier momento se puede presentar otro deslizamiento y más si se presenta lluvia.

Como se puede ver en la (Figura 3-57) los deslizamientos son de suelo y son deslizamientos de una magnitud grande capaces de obstruir la vialidad por completo.

3.9.3.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud nueve (2009 - 2016)

El talud nueve presenta deslizamientos en la zona que está compuesta por suelo, debido a que no fueron tomadas en cuenta las recomendaciones que son necesarias para esa zona, el material por el que está formando este talud, en su mayoría es suelo y los deslizamientos que este corte presenta son de tipo circular y de una magnitud capaz de obstruir la vialidad por completo y evitar el paso de vehículos. Si el constructor hubiera atendido a las indicaciones que le son hechas en la (Tabla 3-9) este corte estaría estable, por ejemplo: el usar las bermas habría evitado que los deslizamientos llegaran a la vialidad y las anclas hubieran hecho bulbos de presión en el suelo y lo habrían restringido a no deslizarse.

3.10 Talud Diez (43+830 al 43+940)

3.10.1 Trabajos realizados en 2009

3.10.1.1 Descripción general del talud

Este corte tiene un azimut de 00°, dirección de buzamiento de 90° e inclinación promedio de 80°. En general este corte es de la roca andesita de color gris, la cual está alterada y en algunos sitios se ve amarillenta por su oxidación.

En el perfil de la (Figura 3-58) se puede ver del lado derecho que se tienen dos cambios litológicos, el primero (abajo) es un depósito aluvial formado principalmente por bloques de dimensiones grandes, que también se tienen fragmentos más pequeños e incluso gravas, todos ellos están empacados en una matriz fina. El estrato superior es un depósito de talud, principalmente formado por gravas que están empacados en una matriz fina de color rojizo. En el lado izquierdo se tienen también dos litologías diferentes, el inferior corresponde también a un depósito aluvial formado principalmente por bloques de roca y empacados en una matriz fina. El otro estrato es un depósito de talud de término medio y empacado en matriz granular de color rojo.

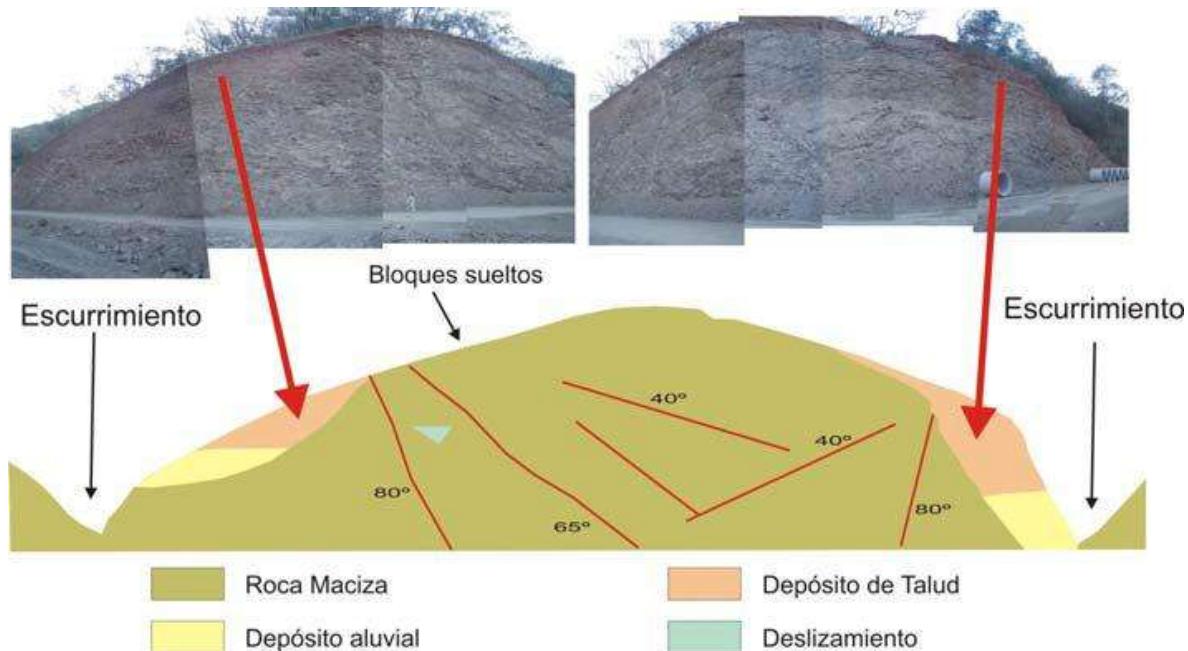


Figura 3-58 Perfil del talud diez, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.10.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 10.

Se realizó un análisis cinemático, con un ángulo de fricción pico de 42° . El cual es presentado en la (Figura 3-59), donde se puede ver que la discontinuidad 2m está como a 4° del equilibrio límite en falla planar.

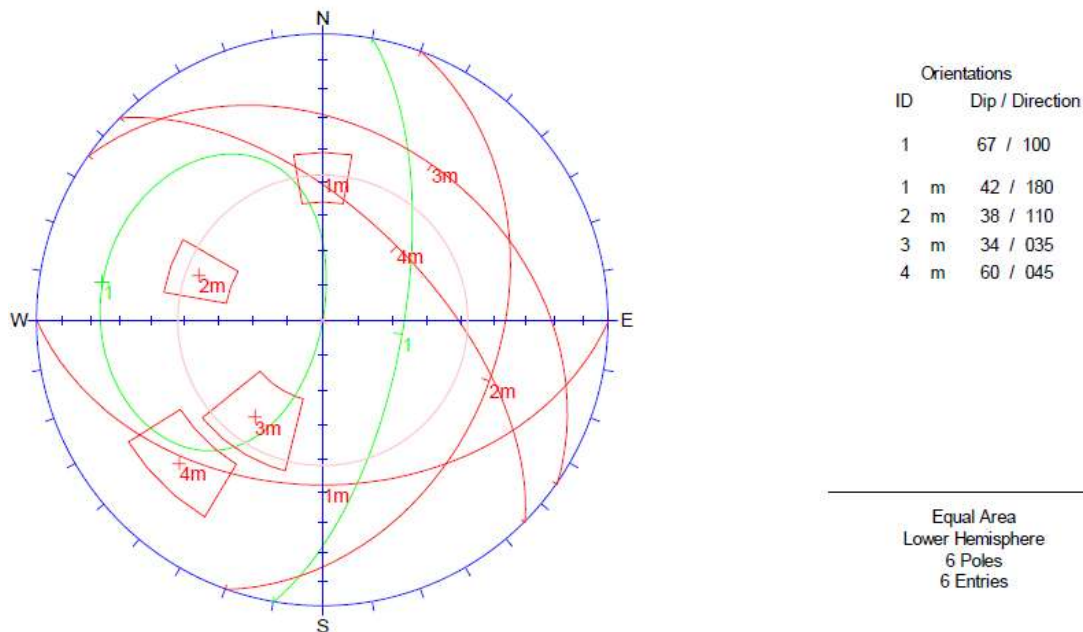


Figura 3-59 Análisis de estabilidad de talud cinemático. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

Se realizó el análisis con una altura de 15 m. El ángulo de estabilidad de talud de la parte superior es de 26° . El resultado del análisis nos indica que es necesario colocar un refuerzo por 112 t/m en la parte superior.

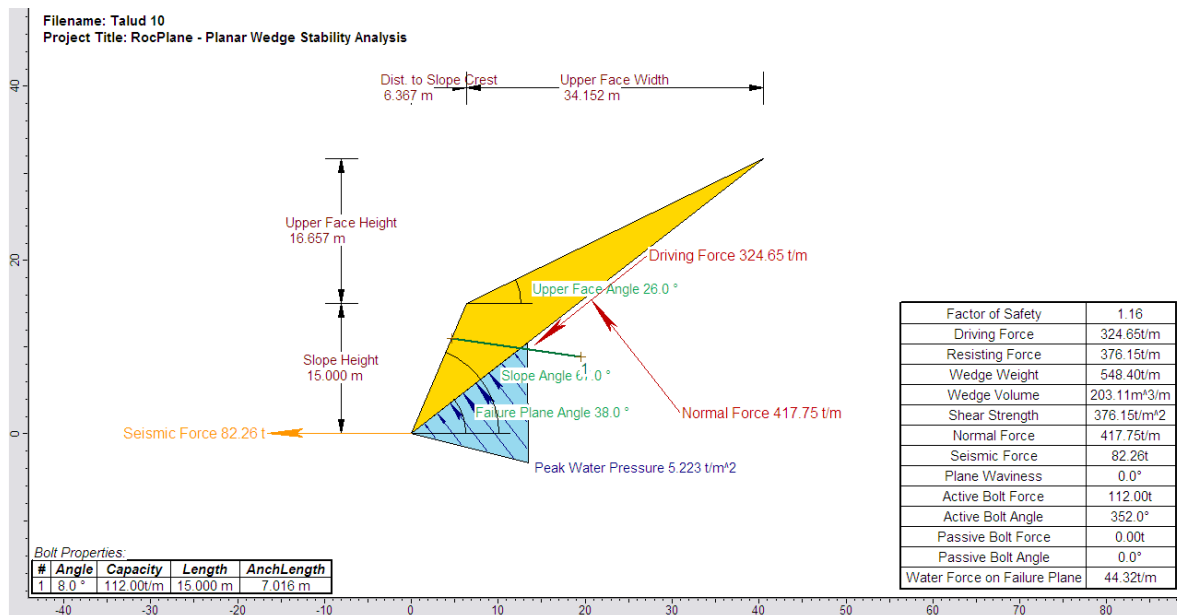


Figura 3-60 Análisis de estabilidad de la parte superior del talud 10. (Chávez y Arreygue 2009).

3.10.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 10.

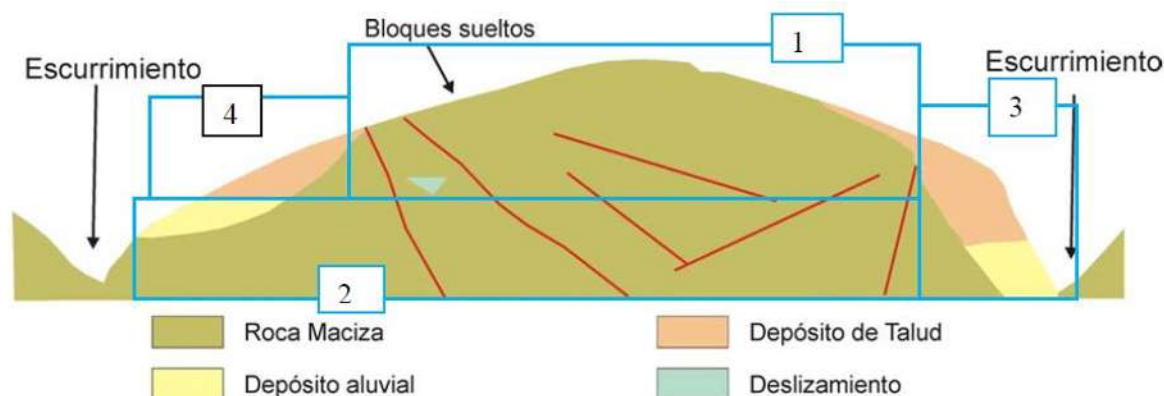


Figura 3-61 identificación de los puntos donde es necesario algún método de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3,4	Malla de triple torsión anclada
	En las zonas 3 y 4 sujetar la malla con anclas de 3 m de long. @ 3 m en tres bolillo.
3,4	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con microdrenes @ 2.5 m
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
2	Anclaje sistemático con anclas de 6 de long. Colocadas @ 2.5 m, en tres bolillo.
1	Líneas de anclajes de 15, 12, 12 y 9 m de long. @ 1.6 m colocadas en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-10 métodos de estabilización ubicados por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.10.2 Trabajo realizado en (2016)

3.10.2.1 Estado actual del talud

El talud diez está estable, esto se puede ver en la (Figura 3-62). En esta imagen panorámica de este corte vemos como el talud presenta condiciones estables, se ve que el corte tiene una malla de triple torsión y la materia vegetal que en él ha crecido le proveen refuerzo, estos dos medios han logrado mantener estable y en apariencia agradable a este talud. Solo presenta caídos de roca en las cunetas de desagüe estos fragmentos provienen de la parte superior del corte los cuales no son detenidos en la malla.



Figura 3-62 foto panorámica del talud 10 tomadas en el 2016.

A este talud le fue colocada una malla de triple torsión como medio de estabilización, la cual con la ayuda de la vegetación que ha nacido en el corte funciona muy bien y mantiene al mismo en condiciones estables y de una apariencia segura esto lo puedes ver con mayor claridad en la (Figura 3-63)



Figura 3-63 imagen del estado que presenta el talud 10 en el 2016

3.10.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud diez (2009 - 2016)*

El corte diez está estable a 7 años de su construcción esto gracias a la malla de triple torsión que le fue colocada y la materia vegetal que en él ha aparecido. Con esto podemos ver que el método que les fue propuesto al haber sido tomado en cuenta mantuvo el talud en condiciones adecuada.

3.11 Talud Once (43+980 al 44+100).

3.11.1 Trabajos realizados en 2009

3.11.1.1 Descripción general del talud

Este talud tiene un rumbo de 350° con dirección de buzamiento de 80° y una inclinación promedio de 80° .

En la (Figura 3-64) se puede apreciar que toda la parte baja del talud está formada por andesita, en este caso la roca está alterada y muy fracturada. En la parte intermedia se tiene un estrato formado por depósitos aluviales con fragmentos de roca, así como de gravas y cementado en material fino. Éste talud tiene bastantes discontinuidades que están afectando a la roca. Principalmente del lado izquierdo. Se tienen algunas discontinuidades con la presencia de rellenos que van desde una grava hasta llegar a una arcilla (marcados con una R).

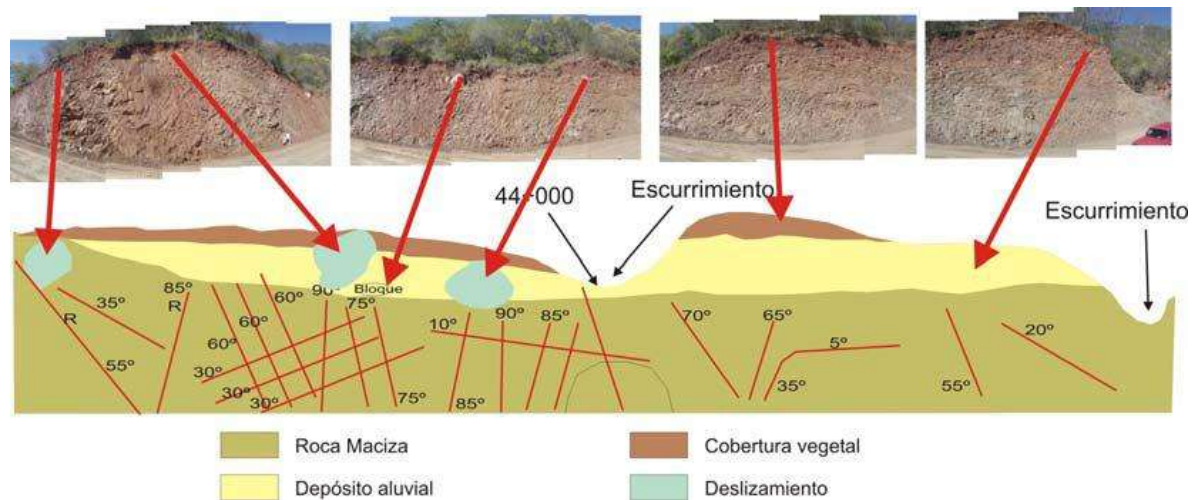


Figura 3-64 Perfil del talud once, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.11.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 11.

Se realizaron los análisis de estabilidad cinemáticos en las zonas más críticas las cuales se localizan en el lado izquierdo del talud. Dichos análisis se presentan en la (Figura 3-65) y en la (Figura 3-66). En ambos casos se utilizó un ángulo de fricción pico de 42° con cohesión cero. Se observa claramente que en ambos casos se puede presentar falla tipo planar.

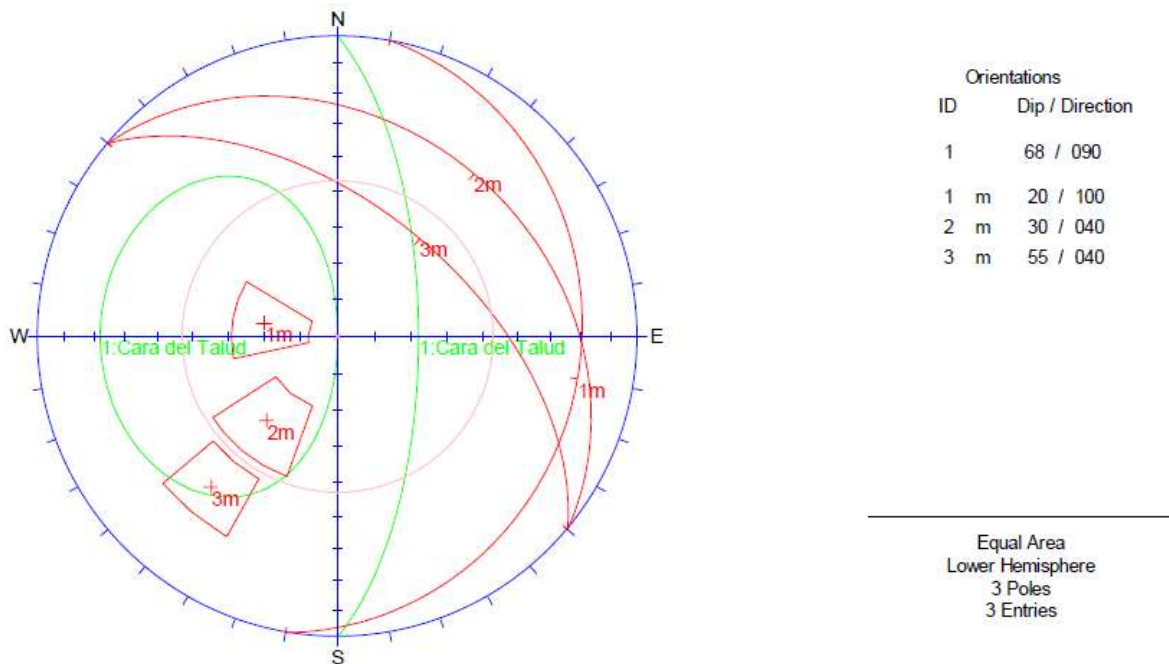


Figura 3-65 Análisis de estabilidad del talud 11c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

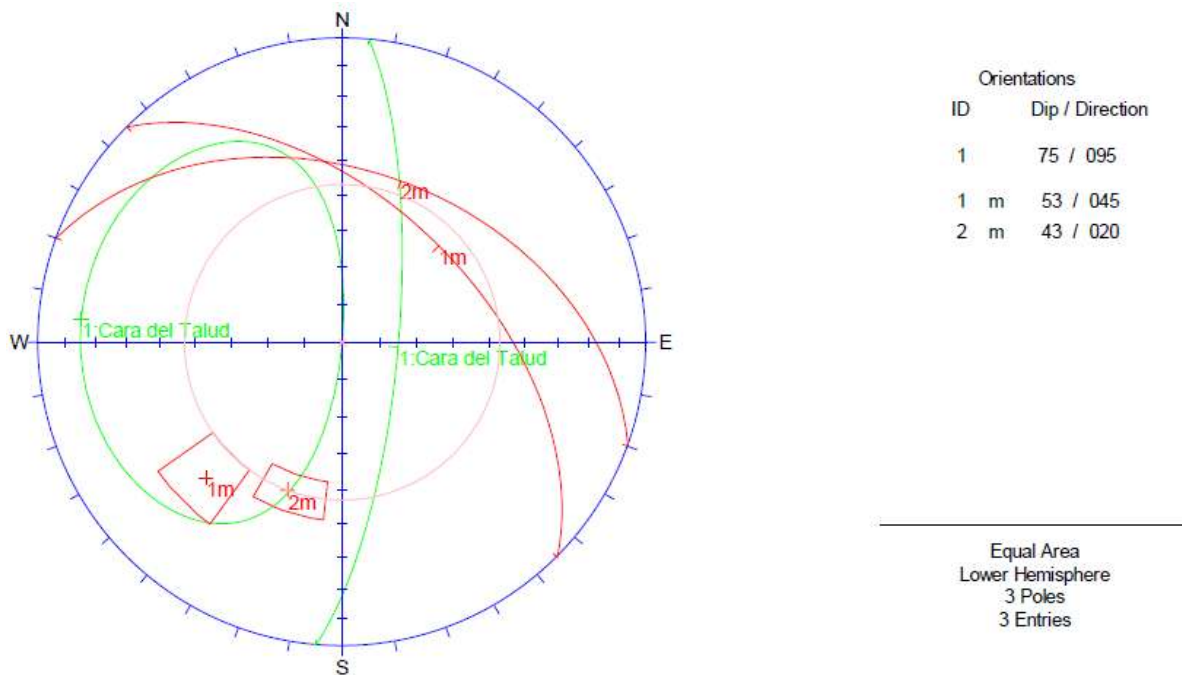


Figura 3-66 Análisis de estabilidad del Talud 11d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

Posterior mente se realizó un análisis de estabilidad de talud para las zonas antes mencionadas para así poder determinar la cantidad de anclaje necesario. Se observa en los resultados que es necesario realizar un refuerzo de 28 t/m en el talud 11c y en el 11d, se necesita un refuerzo de 56 t/m. los resultados se presentan en (Figura 3-67) y (Figura 3-68)

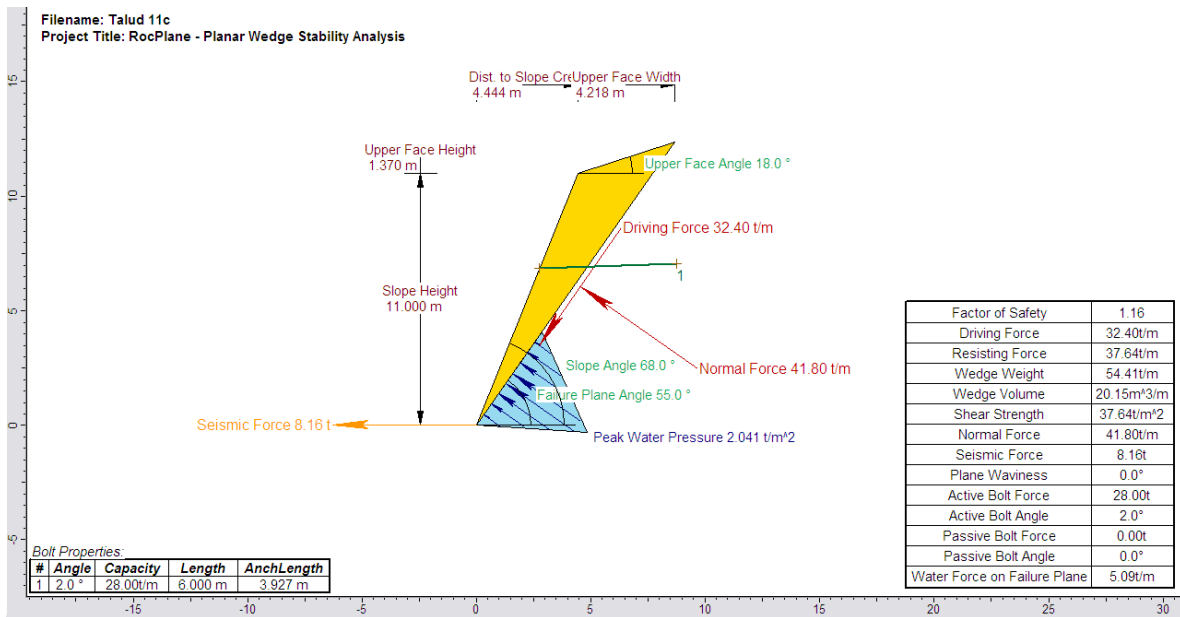


Figura 3-67 Análisis de estabilidad del talud 11c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

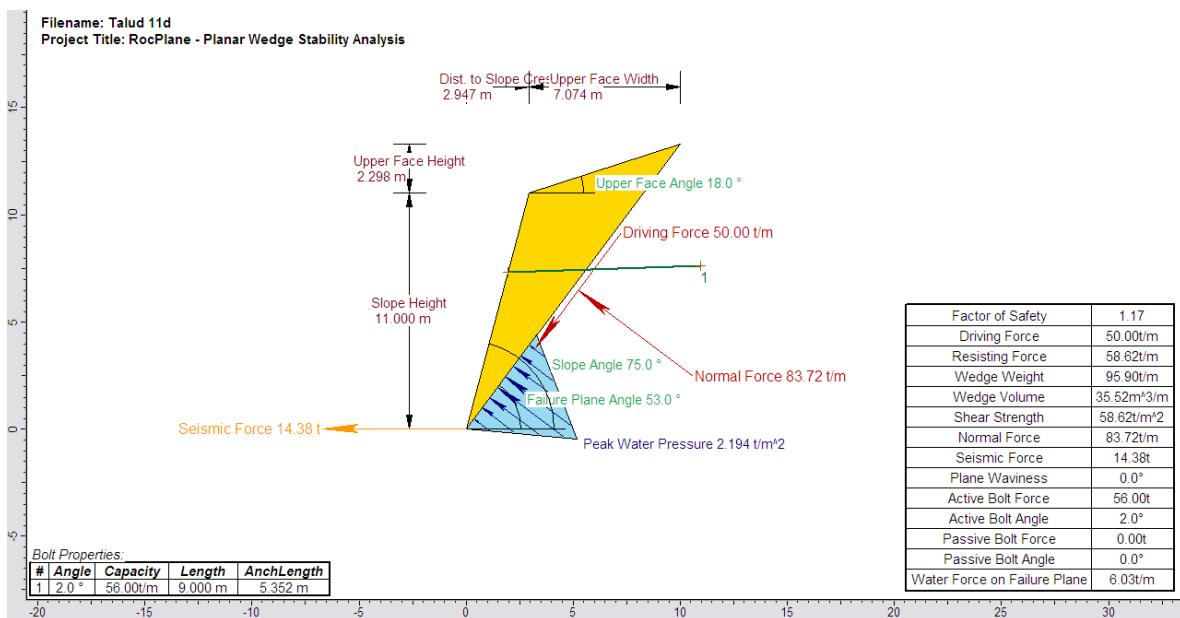


Figura 3-68 Análisis de estabilidad del talud 11d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

3.11.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 11.

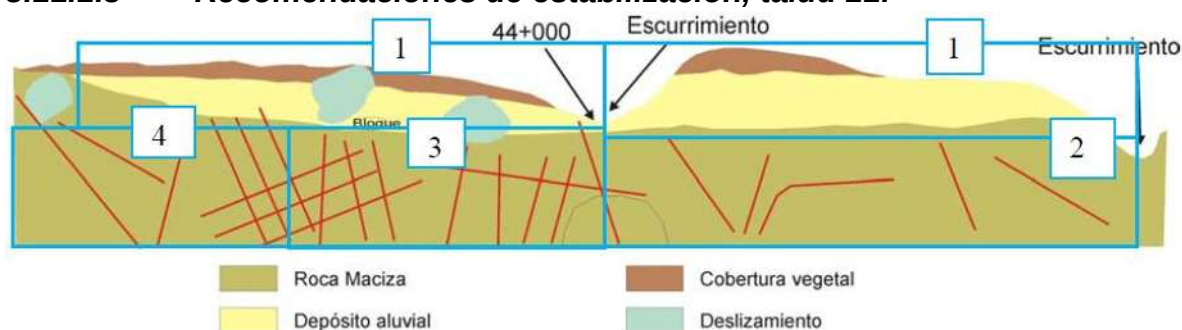


Figura 3-69 identificaciones de las zonas donde el talud 11 necesita un método de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
3,4	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2	Malla de triple torsión colgada
1,3,4	Malla de triple torsión anclada
1,3,4	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1,2	Anclaje sistemático En sección 1, colocar anclas de 2 m. de long. @ 3 m, en tres bolillo En sección 2, colocar anclas de 4 de long. @ 3 en tres bolillo
3,4	Anclajes En zona 3 Líneas de anclaje de 6 y 3 m de long. @ 2.3 m en tres bolillo En zona 4 Líneas de anclaje de 9 y 6 m de long. @ 2.3 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-11 propuestas de estabilización para el talud 11 identificado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.11.2 Trabajo realizado en (2016)

3.11.2.1 Estado actual del talud

El talud once presenta condiciones estables no muestra problemas graves, solo tiene caídos de rocas las cuales llegan hasta las cunetas de desagüe y zona de rodamiento, esto es fácil verlo en la (Figura 3-70).

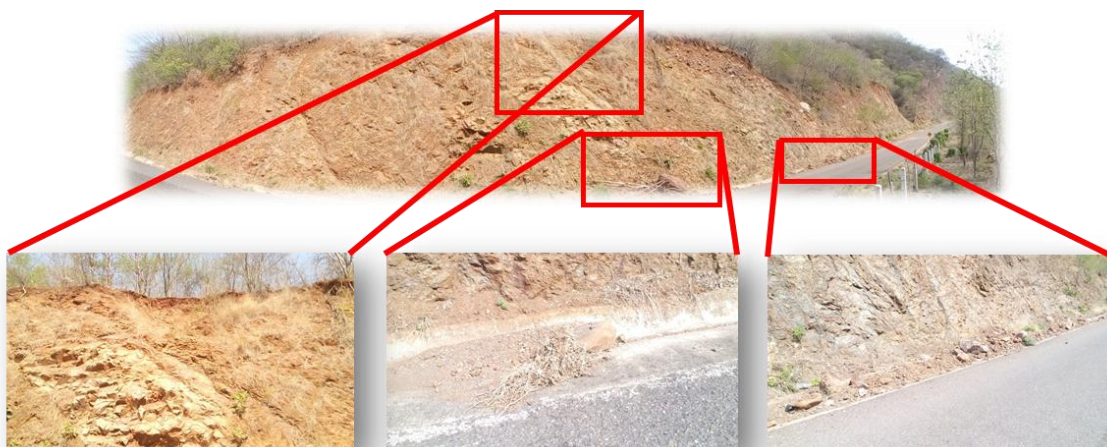
Como es fácil de apreciar, el corte no presenta ningún medio de estabilización, ya que no fue tomado ningún medio de los que fueron propuso en la (Tabla 3-11), si hubieran tomado en cuenta las indicaciones no habría problemas de caídos.



Figura 3-70 fotografía panorámica que muestra el estado que tiene el talud 11 en el 2016 a 7 años de su construcción.

En la (Figura 3-71) se puede ver los problemas que presenta este corte, los cuales son, que la roca presenta muchas grietas y se está deteriorando por causa del intemperismo, y esto provoca que se presenten pequeños movimientos. Otro de los problemas es que la roca también se deteriora en pequeños fragmentos y estos caen, provocando que se tape la vialidad al igual que las cunetas de desagüe y el material de suelo que presenta en la capa vegetal en la cima de corte es arrastrado por el escurrimiento de agua de lluvia y este se deposita en las cunetas de desagüe.

Como se ve en (Figura 3-71) el corte no presenta ningún medio de estabilización lo único que a la actualidad le ayuda es la vegetación que le ha nacido la cual le provee de un soporte a la roca para que esta no se deslice con facilidad.



3.11.3 Conclusión de la comparación de los estudios del talud once (2009 - 2016)

El talud once presenta condiciones estables al ser revisado 7 años después de su elaboración. Solo presenta problema de caídos y pequeños movimientos, los cuales ya fueron mencionados anteriormente, para que estos problemas no hubieran surgido, se pudo haber tomado en cuenta las recomendaciones de estabilización que les fueron hechas en la (Tabla 3-11). Por ejemplo, con la malla de triple torsión no habría caídos de roca ya que estas estarían atrapados en la malla, el concreto lazado evitaría que siguiera intemperismo la roca y no se estaría cayendo por fragmentos y el anclaje le hubiera dado soporte para evitar las fallas y que la roca se deslice. Esto por mencionar algunos métodos y su funcionamiento, con esto se puede crear la idea de que al haber utilizado las recomendaciones el talud no presentaría ningún problema.

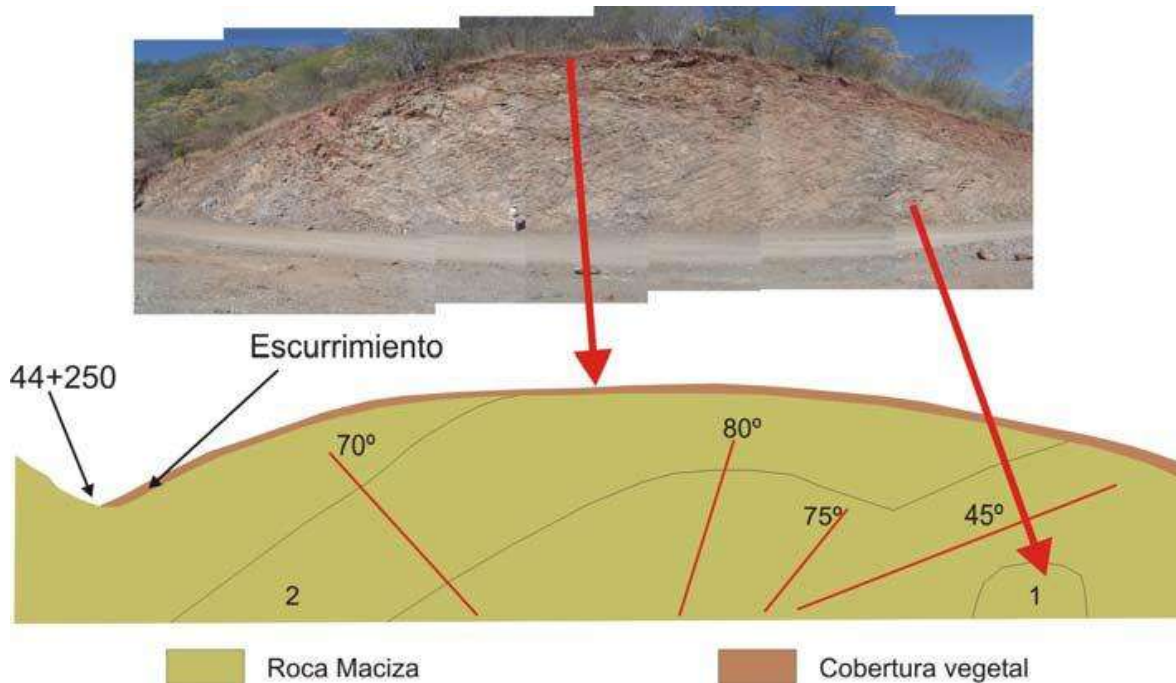
3.12 Talud Doce (44+170 al 44+220).

3.12.1 Trabajos realizados en 2009

3.12.1.1 Descripción general del talud.

Este talud tiene una dirección de buzamiento de 155° con un rumbo de 65° e inclinación de 75° en promedio.

En la (Figura 3-72) se puede ver que el corte está formado por una roca poco alterada y muy fracturada. Por lo que su resistencia es elevada. Se tienen pocas discontinuidades, que en este caso afectan poco.



3.12.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 12.

El talud tiene tendencia a desgranarse en su zona fracturada, hecho que más adelante puede provocar problemas de estabilidad mayor. Así que se recomienda proteger contra el intemperismo.

3.12.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 12.

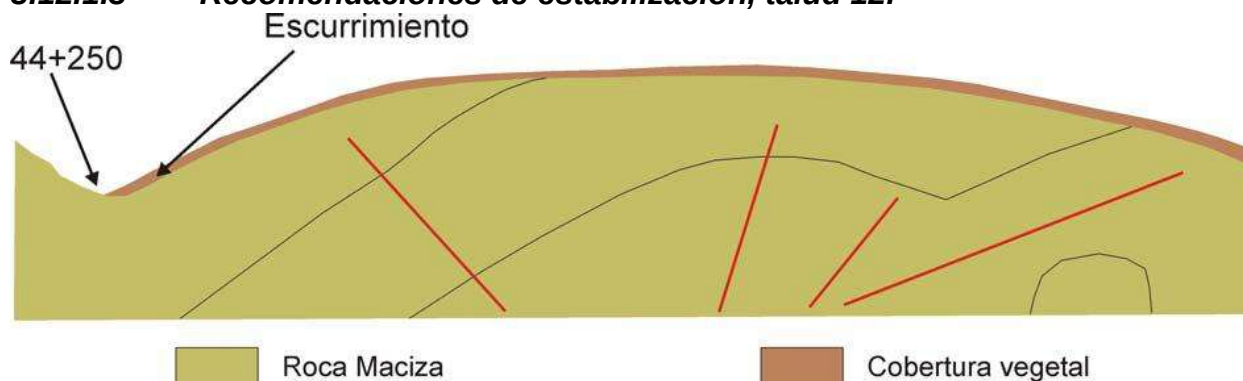


Figura 3-73 identificaciones de las zonas donde se requieren tratamientos de estabilización en el talud 12 (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
	Malla de triple torsión anclada
1	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-12 recomendaciones por zonas de métodos para estabilizar el talud 12 (Chávez y Arreygue 2009).

3.12.2 Trabajo realizado en (2016)

3.12.2.1 Estado actual del talud

El talud 12 presenta condiciones estables, a 7 años de su construcción, al ser una roca en su totalidad está aún estable, solo tiene problemas de intemperismo por causa del medio ambiente, la roca se degrada al ser intemperizada y provoca caídos a la zona de rodamiento y cunetas de desagüe. Es el único problema que se pudo ver en este corte y es fácil de apreciarlo en la (Figura 3-74)



Figura 3-74 imagen panorámica del talud doce tomada en el 2016



Figura 3-75 identificaciones de problemas del corte 12 en la imagen tomada en el 2016

En la (Figura 3-75) podemos ver con claridad que el corte no presenta ningún medio de estabilización, por lo que el intemperismo está deteriorando la roca y provocando que esta se desintegre en pequeños fragmentos los cuales con la gravedad están cayendo y al caer están tapando las cunetas de desagüe.

3.12.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud doce (2009 - 2016)*

El talud doce presenta condiciones estables, este corte no presenta ningún tratamiento para su estabilidad, a causa de esto este corte muestra el problema de caídos en las cunetas de desagüe y en la zona de rodamiento. Este problema se pudo haber evitado por completo si se hubieran tomado en cuenta los tratamientos que les son indicados en (Tabla 3-12). Como, por ejemplo, la malla habría evitado los caídos y el concreto lazado podría evitar el problema del intemperismo esto solo por mencionar algunas observaciones, de haber tomado en cuenta las recomendaciones.

3.13 Talud Trece (44+300 al 44+400).

3.13.1 Trabajos realizados en 2009

3.13.1.1 Descripción general del talud

Este corte se localiza en curva por lo que tiene doble información: el lado derecho está ubicado con un azimuth de 75° , dirección de buzamiento de 165° e inclinación de 70° ; el lado izquierdo con dirección de 00° , buzamiento de 90° e inclinación promedio de 75° .

En la (Figura 3-76), se puede ver que en este corte la parte inferior del lado derecho es roca del tipo andesita, alterada y fracturada, con discontinuidades que tienden a la vertical, además se tienen dos formaciones de roca mejor conocidas como cebollitas, las cuales también están muy alteradas. En la parte intermedia del mismo lado, se tiene un paleocanal formado principalmente de material granular de color café claro. En la parte superior se tiene un depósito de talud formado por gravas empacadas en materiales finos que tienden al color café claro. Y el lado izquierdo está formado todo por roca. Por esto mismo es la parte que tiene más discontinuidades, presentándose al centro dos discontinuidades preferenciales.

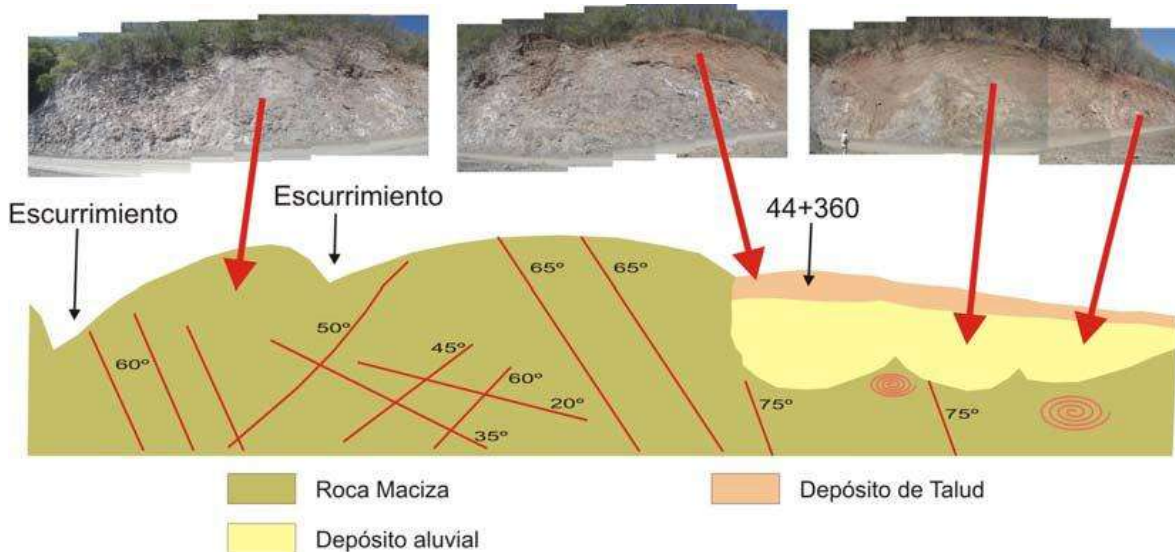


Figura 3-76 Perfil del talud trece, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.13.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 13.

Se realizó en la parte media y la parte izquierda un análisis de estabilidad para las discontinuidades que pueden causar inestabilidad del talud cinemático. El ángulo de fricción pico se determinó de 42° . Los cuales se muestran en la (Figura 3-77) y (Figura 3-78). En ellos se observa que existe posibilidad de falla planar.

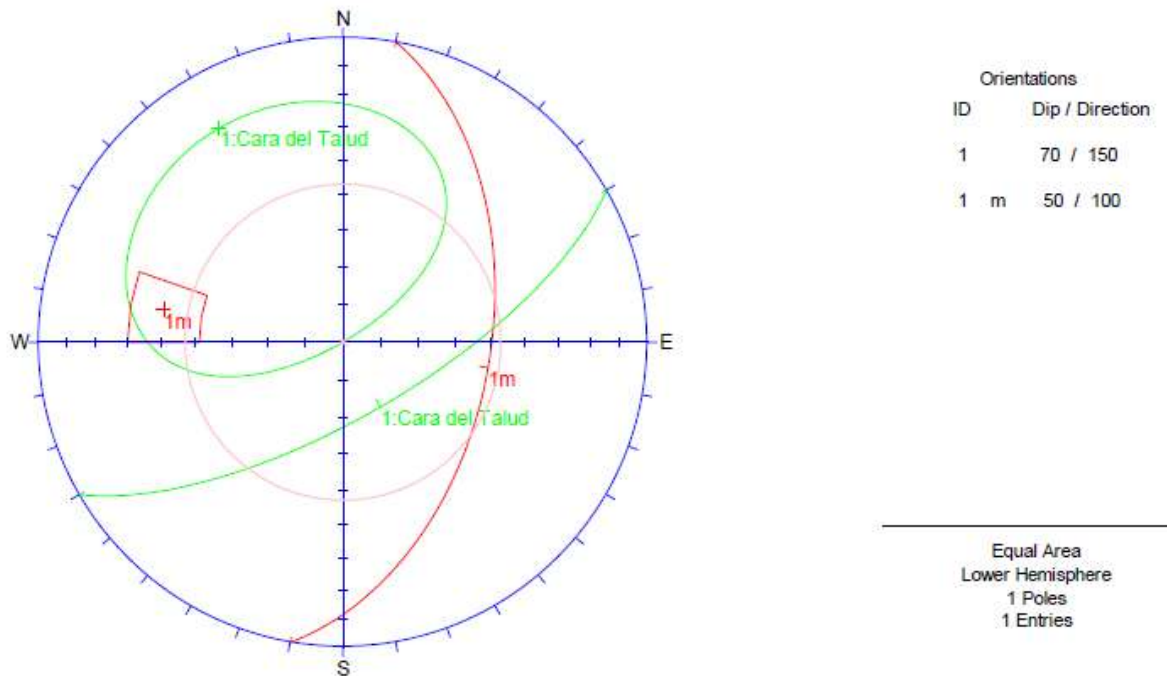


Figura 3-77 *Estabilidad de taludes cinemático del talud 13b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).*

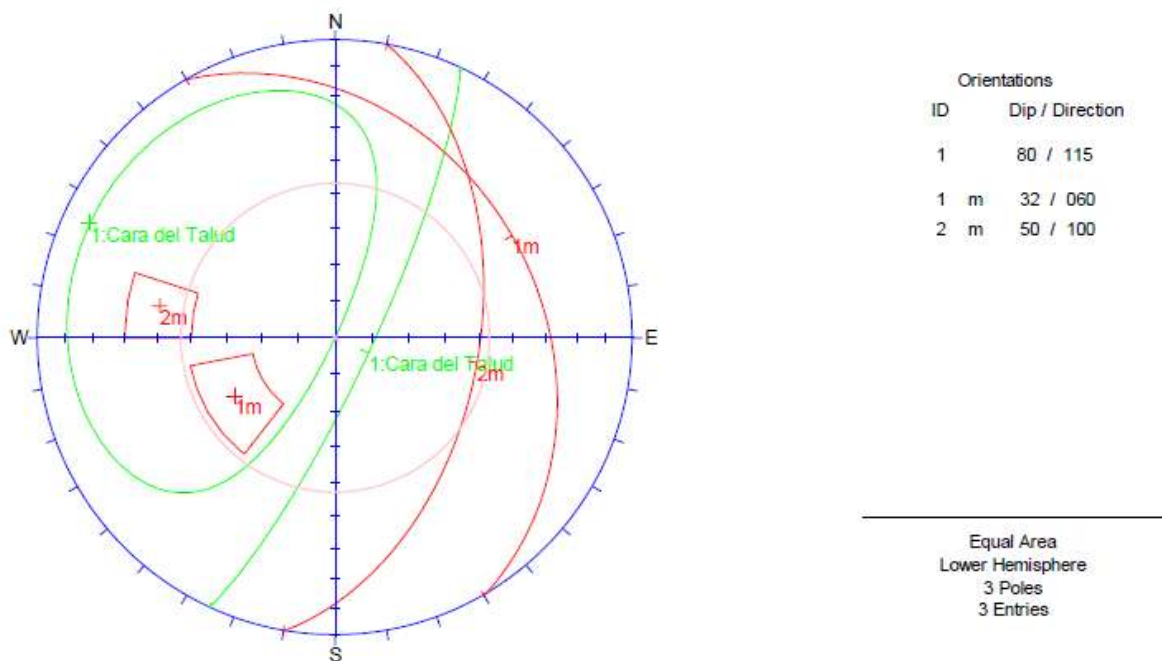


Figura 3-78 *Estabilidad de taludes cinemático del talud 13c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).*

Al realizar los análisis que se muestran en las (Figura 3-79) y (Figura 3-80). Se requiere de un refuerzo de 231 ton/m y de 112 ton/m en las zonas críticas de los taludes 13b y 13c.

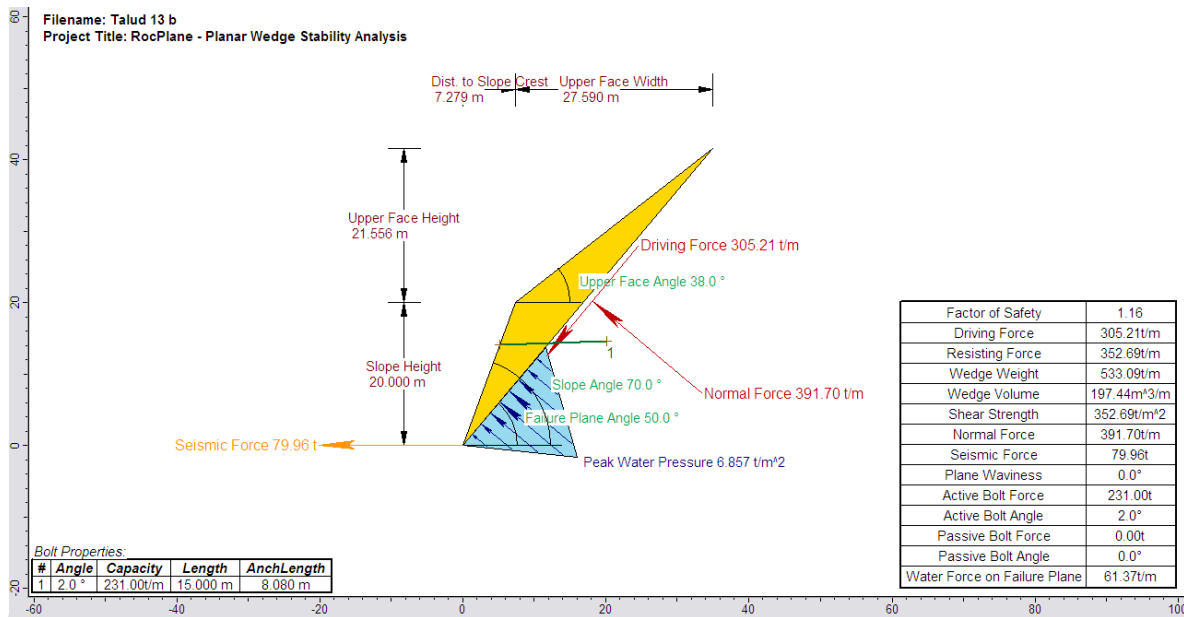


Figura 3-79 Análisis de estabilidad del Talud 13b, falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

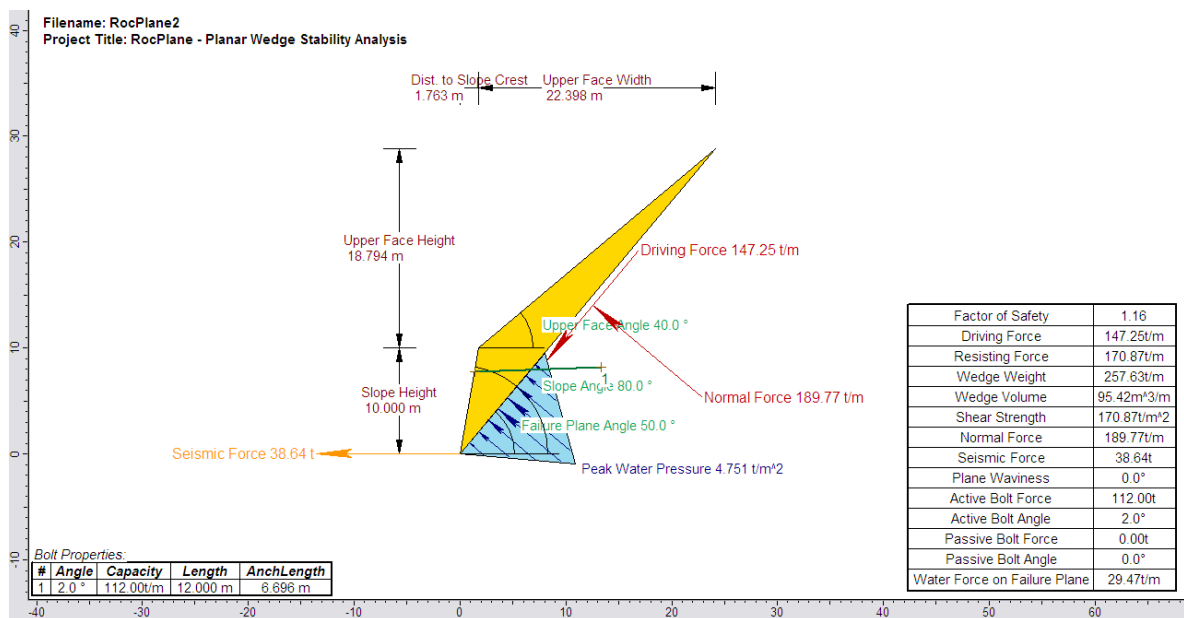


Figura 3-80 Análisis de estabilidad del talud 13c. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

3.13.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 13.

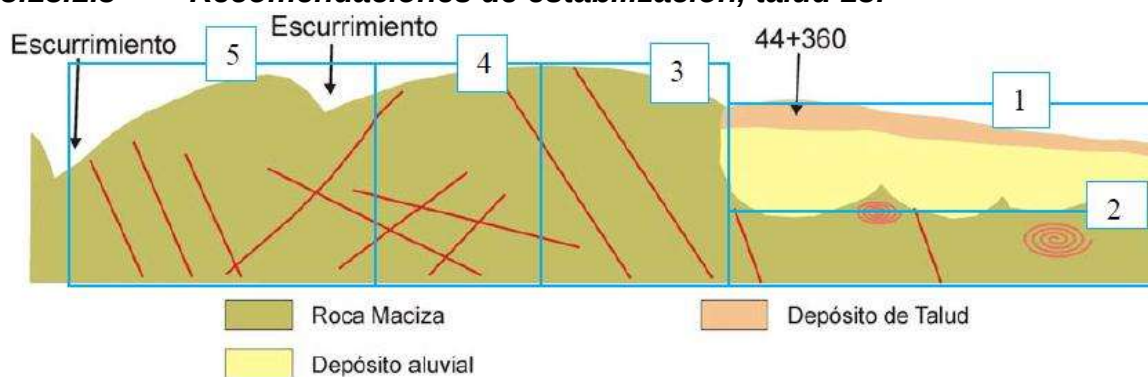


Figura 3-81 identificaciones de zonas donde se necesita tratamiento del talud 13 (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
3,4,5	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2	Malla de triple torsión colgada
1,3,4,5	Malla de triple torsión anclada
1	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con micro drenes @ 2.5 m
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1,5	Anclaje sistemático Zona 1 y 2, Anclas de 9 de long. @ 2.5m, en tres bolillo.
3,4	Anclajes Zona 3 y 4, Líneas de anclaje de 15, 12, 9, 6 m de long. (uniformemente repartidas) @ 1.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-13 presentación de tratamientos por zonas para el talud 13. (Chávez y Arreygue 2009).

3.13.2 Trabajo realizado en (2016)

3.13.2.1 Estado actual del talud



Figura 3-82 fotografía panorámica del talud 13 tomada en el 2016 siete años después de su construcción.

El talud trece, a 7 años de su construcción, presenta condiciones mayormente estables, solo demuestra algunos puntos donde la malla que tiene como medio de tratamiento, ha sido vencida por el peso del material y en estas partes el material ha cubierto las cunetas de desagüe. Esto se puede percibir con claridad en la (Figura 3-82).



Figura 3-83 identificaciones de zonas de problemas del talud trece en el 2016.

Como se puede ver en la (Figura 3-83) el talud presenta una malla de triple torsión de estabilización la cual ya dejó de funcionar, esto a causa de que el peso del material ya la rompió y está tapando las cunetas de desagüe.

3.13.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud trece (2009 - 2016)*

El corte 13 tiene problemas de caídos y que el medio colocado para su estabilización no fue suficiente, por lo que dejó de funcionar. Este medio fue una malla de triple torsión, la cual ha sido vencida por el peso del material y este ha alcanzado a tapar las cunetas de desagüe. A este corte si le hubieran colocado los tratamientos que les fueron recomendados en la (Tabla 3-13) el talud presentaría condiciones estables en su totalidad. No presentaría los problemas de caídos o de material en las cunetas de desagüe. Por ejemplo, si le hubieran colocado la malla de triple torsión, el anclaje y el concreto lanzado como les fue requerido, el corte no tendría problemas de deslizamiento, la malla no hubiera sido vencida y el corte tendría una apariencia de seguridad.

3.14 Talud Catorce (44+420 al 44+540)

3.14.1 Trabajos realizados en 2009

3.14.1.1 Descripción general del talud

Este talud tiene un azimut de 330° con dirección de buzamiento de 65° e inclinación de su talud de 70° en promedio.

Este talud está constituido principalmente de roca en toda su base, la cual está alterada y fracturada por lo que su tonalidad tiende al color ocre. Al centro del macizo se encuentran algunos pliegues que van en sentido horizontal y que a estos pliegues los están cortando algunas discontinuidades. Del lado izquierdo en la parte intermedia se tiene un estrato que corresponde a un depósito aluvial. En la parte superior del mismo lado se tiene un depósito de talud con material pequeño. Ver la (Figura 3-84)

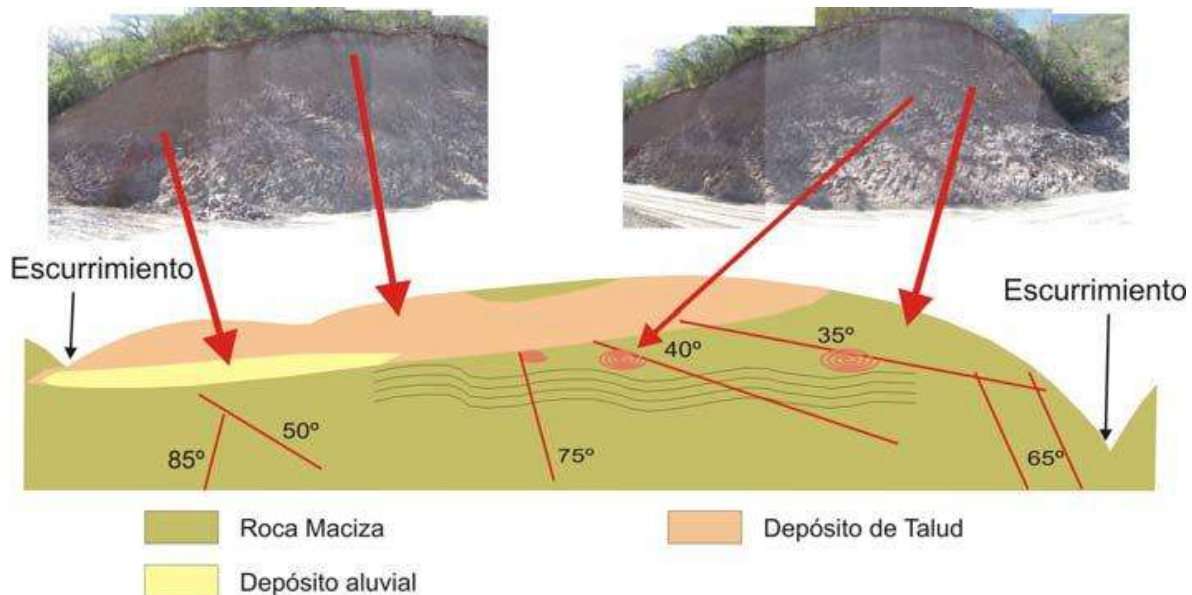


Figura 3-84 Perfil del talud catorce, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.14.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 14.

Se realiza un análisis de estabilidad cinemático para la zona de la derecha. Se determinó que el ángulo de fricción pico era de 48° . En la (Figura 3-85), se presentan los resultados de los análisis donde se observa que el talud prácticamente está en equilibrio crítico.

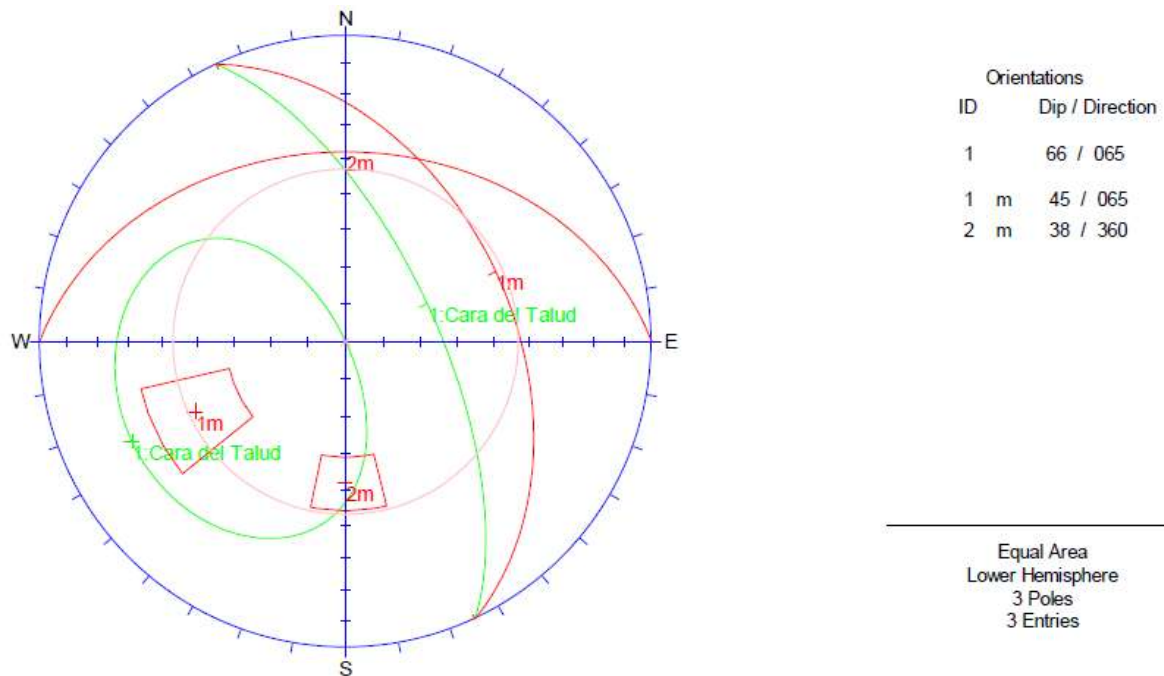


Figura 3-85 Estabilidad de taludes cinemático del talud 14. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

Previo a esto se realizó un análisis de estabilidad en el cual se observa que es necesario reforzar con un 91 t/m, para prevenir cualquier eventualidad. (Figura 3-86)

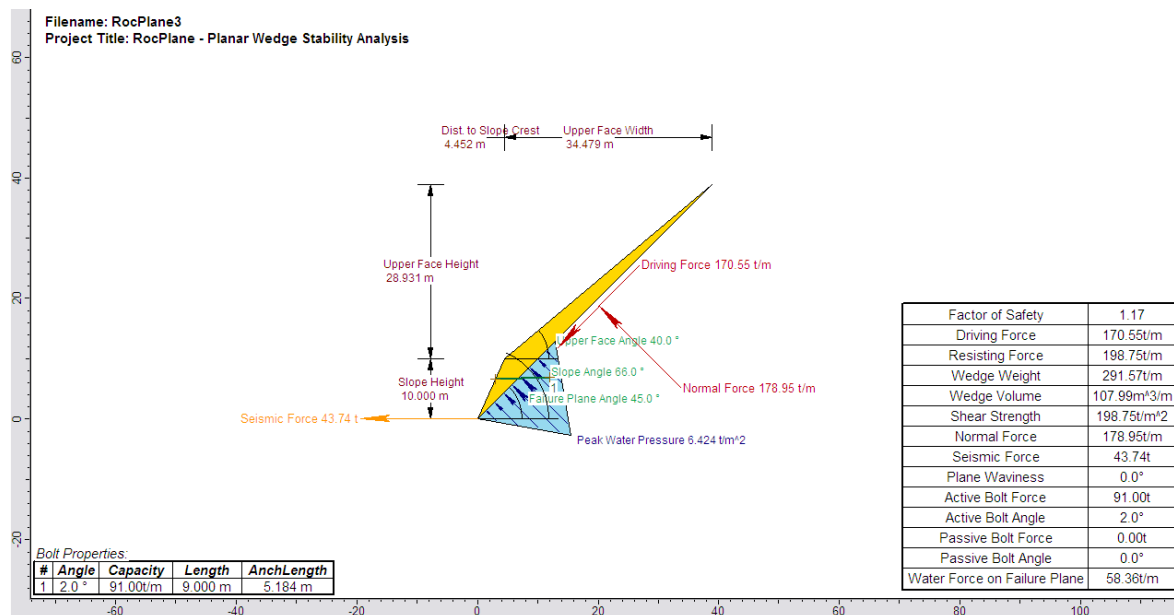


Figura 3-86 Resultados del análisis de estabilidad para el talud 14. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

3.14.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 14.

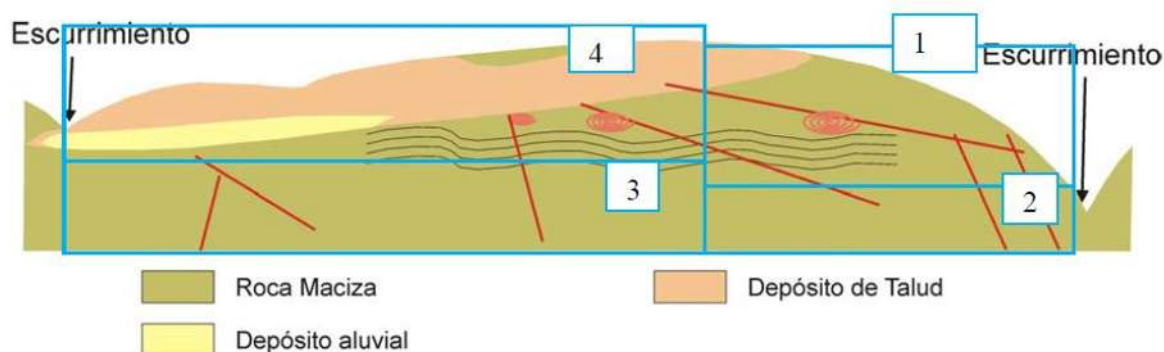


Figura 3-87 identificaciones por zonas donde se propone utilizar los métodos de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2,3	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2,3	Malla de triple torsión colgada
1,4	Malla de triple torsión anclada
4	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con micro drenes @ 2.5m
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
4	Anclaje sistemático, anclas de 6 de longitud @ 2.5m en tresbilillo
1	Líneas de anclajes de 9 y 6 m de long. @ 2.0 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-14 tratamientos que son propuestos para cada zona del talud 14. (Chávez y Arreygue 2009).

3.14.2 Trabajo realizado en (2016)

3.14.2.1 Estado actual del talud

Este corte presenta condiciones inestables, esto se puede ver en la (Figura 3-88), la cual nos muestra que el talud presenta muchos movimientos de material. El corte está compuesto casi en su totalidad por una roca, la cual presenta graves problemas de intemperismo. La roca está degradándose en muchas grietas y está formando planos de falla, lo cual está provocando que la roca este fallando. El material está constantemente cayendo a la zona de rodamiento.

Este corte es monitoreado por el municipio, ya que continuamente tapa la vialidad con algún deslizamiento, los cuales son más frecuentes en temporadas de lluvia.



Figura 3-88 fotografía panorámica del talud catorce tomadas en el 2016.



Figura 3-89 imágenes que puntualiza los problemas que presenta el talud 14 en el 2016.

Como podemos ver en (Figura 3-89) el talud presenta muchos problemas de deslizamientos que son continuos, debido a que el corte no presenta ningún medio de estabilización y tiene graves problemas de intemperismo; si a esto le agregamos la lluvia, este talud se vuelve un peligro latente para el público que circula por esta vialidad, al pasar por este corte, da una sensación de inseguridad, esto debido a que el talud está constantemente cayendo, incluso, se puede escuchar como siempre están rodando rocas.

También podemos ver en la (Figura 3-89) que ya no son visibles las cunetas de desagüe, porque el material que cae ya las ha tapado en su totalidad.

Se muestra en la (Figura 3-89) detalles de algunos deslizamientos de tipo planar que se están presentando, y como el material proveniente de estos deslizamientos ha tapado la vialidad en muchas ocasiones y ha provocado daños en la carpeta asfáltica. En esta zona ya no se encuentra carpeta asfáltica ya que ha sido removida junto con el material de los deslizamientos, solo se puede ver una terracería en todo el trayecto de este talud.

3.14.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud catorce (2009 - 2016)*

El talud catorce presenta graves problemas de inestabilidad, dichos problemas son a causa de que no le fue colocado ningún medio de estabilización en el tiempo adecuado cuando fue construido, desde entonces el intemperismo ha logrado deteriorar la roca que aparece en el corte, y como consecuencia del deterioro de la roca, el cual es muy grande, ha empezado a fallar y caer a la zona de rodamiento provocando con esto que la vialidad quede totalmente tapada impidiendo la circulación de vehículos por ella.

Otro problema que presenta el talud es que en la temporada de lluvias el agua ha arrastrado material de la parte superior del corte y dicho material es depositado en la carretera provocando con esto que no se pueda circular por la vialidad.

Como ejemplo, si se hubiera tomado en cuenta los métodos de estabilización que son marcados en la (Tabla 3-14) para cada zona del corte, este talud tendría una apariencia estable y no presentaría ningún problema, porque si se hubiera colocado la malla combinada con los anclajes y el remover los materiales de la parte alta del corte nos habría evitado que el talud presentara deslizamientos o material arrastrado en la vialidad, y si se hubiera utilizado el concreto lanzado la roca no presentaría problemas de intemperismo y esta no estaría fallando constantemente.

3.15 Talud Quince (44+580 al 44+660).

3.15.1 Trabajos realizados en 2009

3.15.1.1 Descripción general del talud.

Tiene un rumbo de 40° con dirección de buzamiento de 125° e inclinación promedio de 75° .

Dicho talud está formado de roca andésitica, la cual está alterada y por ende se observa la oxidación de la roca, además está muy fracturada. Asimismo, se pueden ver algunas discontinuidades que están afectando de la inclinación del talud (Figura 3-90).

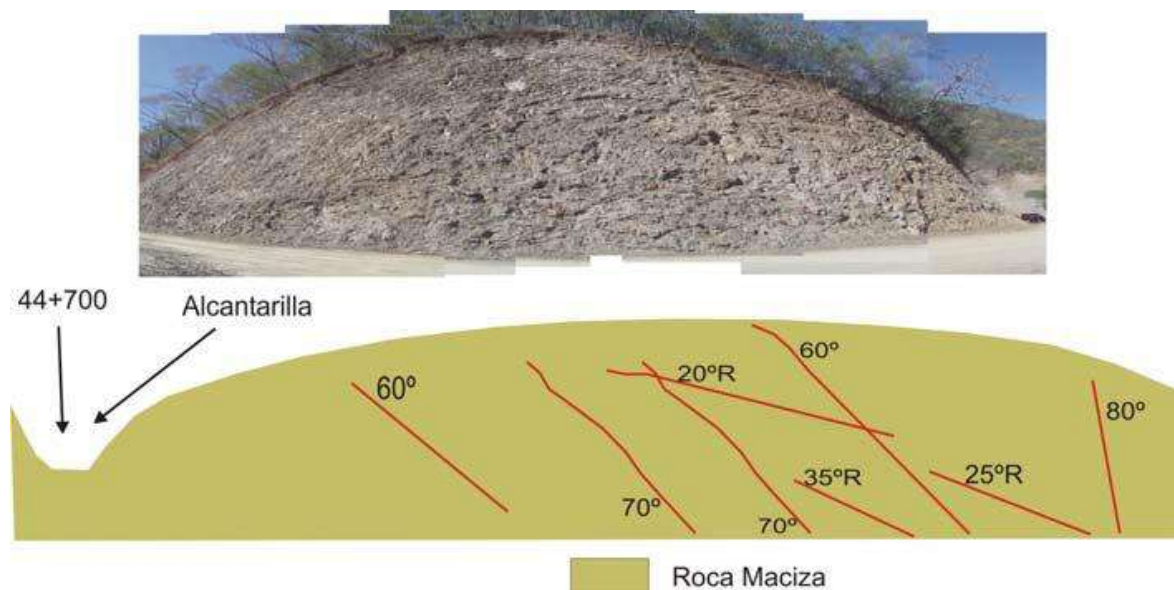


Figura 3-90 Perfil del talud quince, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.15.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 15.

Se realizó un análisis de estabilidad cinemático para las discontinuidades presentes y se observó que no hay factibilidad de que se presente una falla.

3.15.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 15.

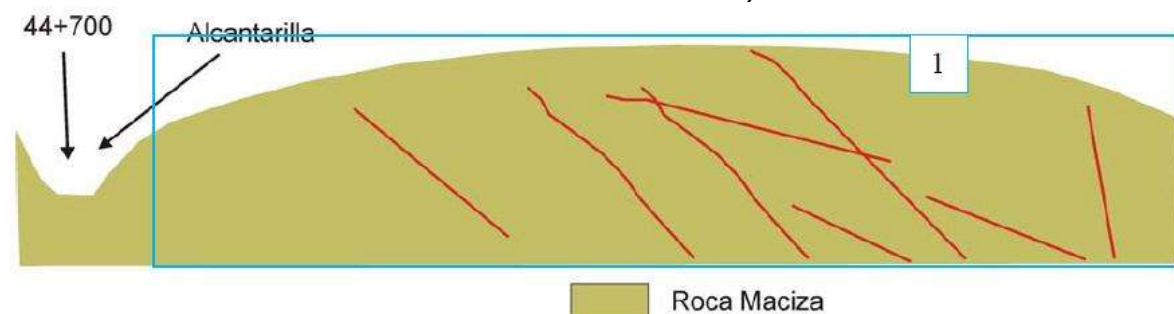


Figura 3-91 identificación de la zona donde requiere métodos de estabilización (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1	Anclaje sistemático
	Anclas de 5 de long. @ 3.5 m, colocadas en tres bolillo.
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-15 métodos de estabilización de taludes recomendados para el corte 15. (Chávez y Arreygue 2009).

3.15.2 Trabajo realizado en (2016)

3.15.2.1 Estado actual del talud

El talud 15 presenta condiciones estables, solo aparecen unas cuantas rocas, que están depositadas en la cuneta de desagüe. El corte en su totalidad es de roca la cual ha resistido el intemperismo y aunque presenta muchas grietas por causa del mismo aún no ha presentado problemas de algún deslizamiento capaz de tapan la vía. El corte a su paso presenta una sensación de seguridad, esto porque no son muy visibles las grietas y presenta materia vegetal, esto se puede ver con claridad en la (Figura 3-92).



Figura 3-92 imagen panorámica del talud 15 tomada en el 2016.



Figura 3-93 fotografías donde se muestra el estado del talud 15 en el 2016.

Como es fácil ver en la (Figura 3-93) el talud presenta condiciones estables y problemas muy pequeños, tiene un agrietamiento de la roca considerable pero la materia vegetal ha permitido que la roca no se desintegre. Presenta muy pocos caídos los cuales se acumulan en las cunetas de desagüe y en general tiene un estado de estabilidad adecuado.

3.15.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud catorce (2009 - 2016)

El talud quince tiene un estado estable a 7 años de su construcción, este corte al ser en su totalidad de una roca no ha presentado ningún deslizamiento por lo que se le considera estable, los problemas que presenta de caídos no aparecerían si se hubiese tomado en cuenta los métodos de estabilización que fueron propuestos en la (Tabla 3-15). Por ejemplo, la malla de triple torsión habría acabado por completo con este problema y en combinación con la materia vegetal que presenta el corte tendría una apariencia agradable para el conductor que circula por esta carretera.

3.16 Talud Dieciséis (44+800 al 44+900)

3.16.1 Trabajos realizados en 2009

3.16.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se localiza en curva por lo que tiene doble información de coordenadas: el primero corresponde al lado derecho con un rumbo de 125° , dirección de buzamiento de 195° e inclinación del talud de 80° ; el segundo azimuth es de 70° con dirección de buzamiento de 160° e inclinación de 75° (lado izquierdo).

Está formado únicamente por una roca andésita sea la cual se encuentra muy alterada con fracturamientos, además la roca está intemperizada por lo que le da una tonalidad de oxidación. Presenta bastantes discontinuidades que están afectando al macizo rocoso. Ver (Figura 3-94)

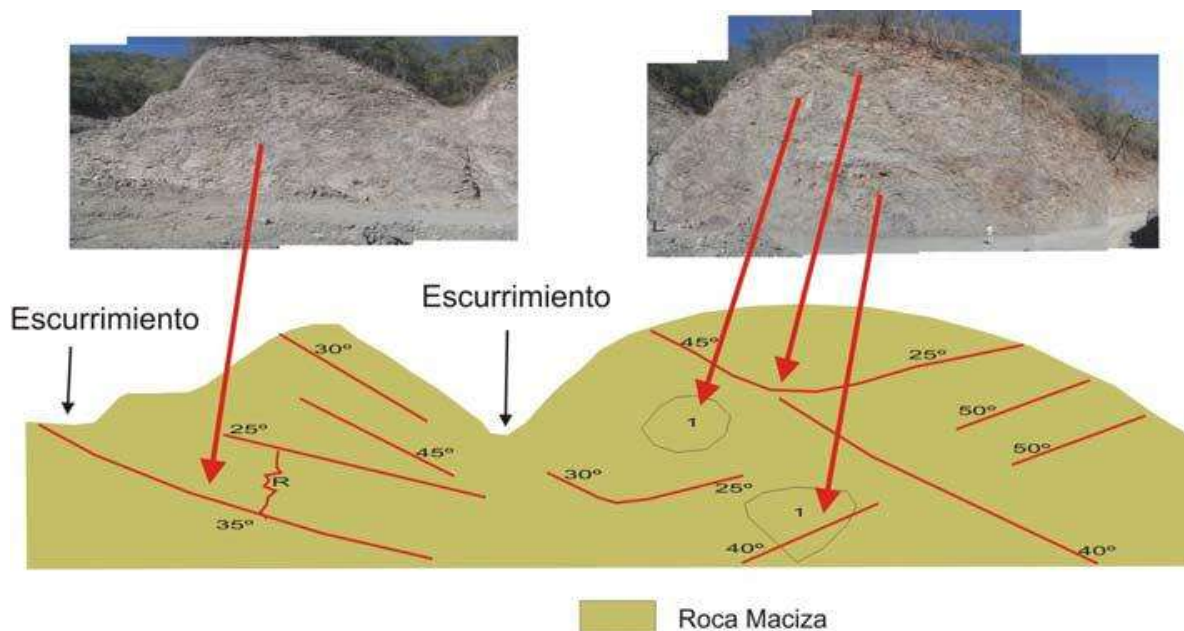


Figura 3-94 Perfil del talud dieciséis, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.16.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 16.

Se realizó un análisis de estabilidad de taludes donde se observa que no hay posibilidad de falla. Sin embargo, por la altura pueden presentarse caídos de bloques.

3.16.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 16.

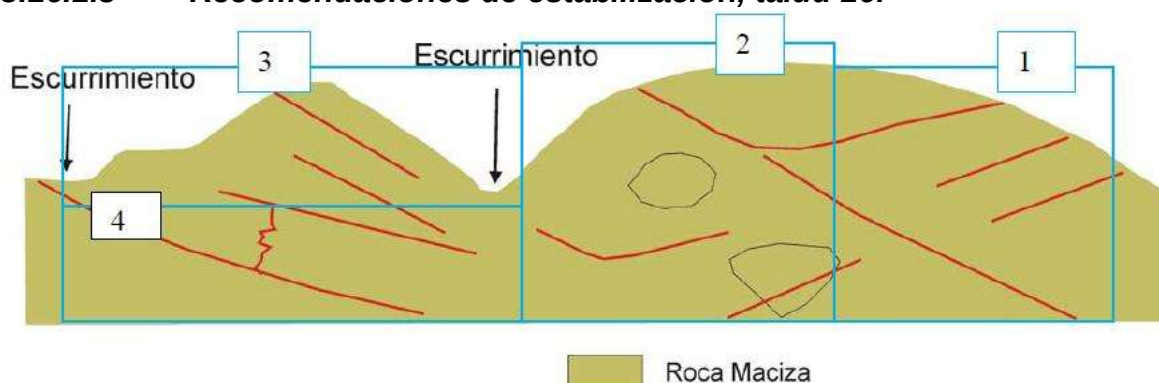


Figura 3-95 puntualización de las zonas donde se recomienda usar uno los métodos de estabilización que les son recomendados. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2,3,4	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
1,4	Malla de triple torsión colgada
2,3	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
2,3	Anclaje sistemático
	Anclas de 9 de long. @ 2.5 m, colocadas en tresbolillo
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-16 tratamientos propuestos para el talud 16 (Chávez y Arreygue 2009).

3.16.2 Trabajo realizado en (2016)

3.16.2.1 Estado actual del talud

El talud presenta condiciones estables, este corte tiene una malla de triple torsión anclada para su mejoramiento, la cual ya ha sido vencida en muchos puntos del corte provocando que el material que esta malla contenía caiga a las cunetas de desagüe, esto es fácil ver en la (Figura 3-96).



Figura 3-96 imagen panorámica del talud 16 tomada el 2016.



Figura 3-97 imágenes que muestran el estado del talud 16 tomadas en el 2016.

En la (Figura 3-97) se puede ver con claridad que el estado del talud es estable, esto gracias a que le fue colocado una malla de triple torsión y si le aunamos que presenta materia vegetal con estos dos medios de estabilización el corte presenta buenas condiciones de estabilidad, el talud presenta problemas en las zonas donde la malla ya fue vencida por el peso del material y este ha logrado llegar a las cunetas de desagüe.

3.16.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud dieciséis (2009 - 2016)*

El talud dieciséis presenta condiciones estables, esto se debe a que fue colocado uno de los métodos de estabilización que les son recomendados en la (Tabla 3-16), y además tiene materia vegetal que le ayuda a mantener estable el talud. Como podemos ver en este corte si le fue colocado el medio que les fue recomendado de estabilización por ello el corte presenta condiciones adecuadas. Mas sin embargo si hubieran tomado en cuenta los demás métodos que les son recomendados el corte no debería presentar ningún inconveniente en la actualidad ni en un futuro.

3.17 Talud Diecisiete.

3.17.1 Trabajos realizados en 2009

3.17.1.1 *Descripción general del talud.*

Este talud no fue tomado en cuenta en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Esto a consecuencia de que cuando se realizó el estudio este corte aún no estaba construido.

3.17.2 Trabajo realizado en (2016)

3.17.2.1 *Estado actual del talud*

El talud diecisiete presenta condiciones estables a 7 años de su construcción, dicho talud está conformado en su totalidad por una roca, la cual presenta problemas de intemperismo ya que tiene un color ocre y en algunos puntos presenta unas tonalidades de oxidación, también presenta agrietamientos en el macizo rocoso.

En el talud fueron colocados y construidos los siguientes medios para su estabilización: se colocó una malla de triple torsión colgada y una berma a una altura más o menos de la mitad del corte, posteriormente se agregó vegetación la cual ha dado refuerzo a los medios que le fueron colocados a este corte, todo esto se puede apreciar en la (Figura 3-98)



Figura 3-98 imagen panorámica del talud 17 tomada el 2016.

En los detalles de la (Figura 3-99) se puede ver con claridad que el talud presenta condiciones estables, es claro ver como la malla, la berma y la materia vegetal le

dan una apariencia de seguridad al corte y una apariencia agradable a la vista, en estos detalles también se logra ver que la roca esta intemperizada y agrietada pero la malla le da el sustento para que no caiga a la zona de rodamiento o cunetas de desagüe, también es claro ver como en esta parte del camino no se presentan rocas en la vía esto porque la malla no ha permitido que caigan.



Figura 3-99 imágenes que muestran el estado del talud 17 tomadas en el 2016

3.17.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del 2009 y el 2016

El talud diecisiete, a 7 años de su construcción, presenta condiciones estables, los medios que le fueron colocados para su estabilidad han dado resultados favorables y mantienen a este corte estable y seguro para el viajero.

3.18 Talud Dieciocho (45+120 al 45+280).

3.18.1 Trabajos realizados en 2009

3.18.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se ubica en curva por lo que tiene doble coordenada, el primer rumbo es de 0° con dirección de buzamiento de 90° e inclinación de 70° (lado derecho); el segundo azimut es de 320° , dirección de buzamiento de 40° e inclinación de 70° (lado izquierdo).

Toda la base del corte está constituida por roca gris, la cual está muy fracturada así como muy alterada. En la parte alta del macizo rocoso se puede ver un estrato con espesor de aproximadamente 30 cm de color blanco que tiene las letras CB, éste corresponde a una caliza. Del lado izquierdo la roca es más compacta, pero tiende a estar muy fracturada. Además, se tienen diferentes discontinuidades en todas direcciones lo que hace que el macizo rocoso se está debilitando. También se ven algunas rocas con formaciones de cebollitas, las cuales están completamente alteradas, lo que hace que se estén fracturando, todo esto se puede apreciar en la (Figura 3-100).

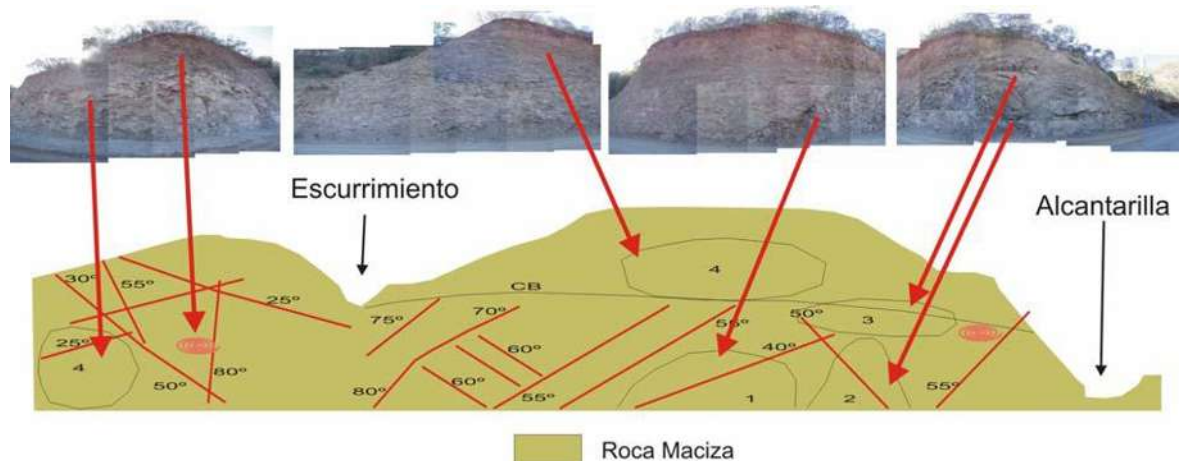


Figura 3-100 Perfil del talud dieciocho, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.18.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 18.

Se realizaron análisis de estabilidad cinemáticos para diferentes secciones del talud 18. En los cuales se observa que se pueden presentar deslizamientos, planares y en cuña a lo largo de toda la zona. Un ejemplo de estos análisis se muestra en la (Figura 3-101)

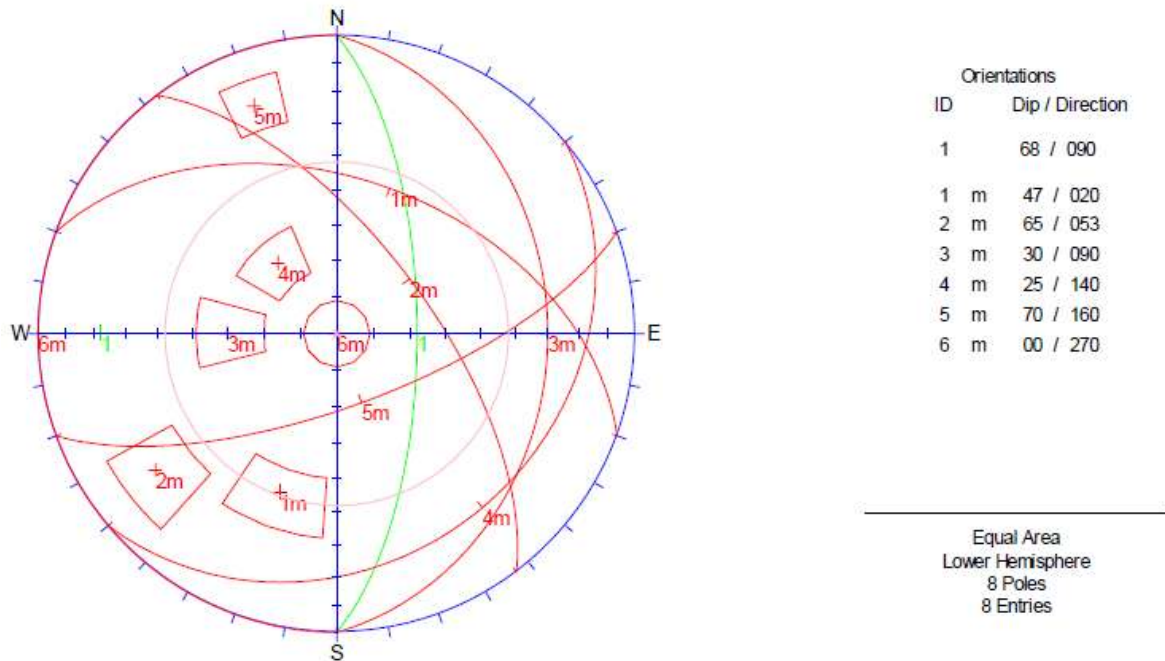


Figura 3-101 Análisis de estabilidad cinemático del talud 18. Falla cuña. (Chávez y Arreygue 2009).

Se realizaron los análisis detallados y resultó que el talud 18 se tiene que reforzar con concreto lanzado y con anclaje de 108 ton/m. ver (Figura 3-102)

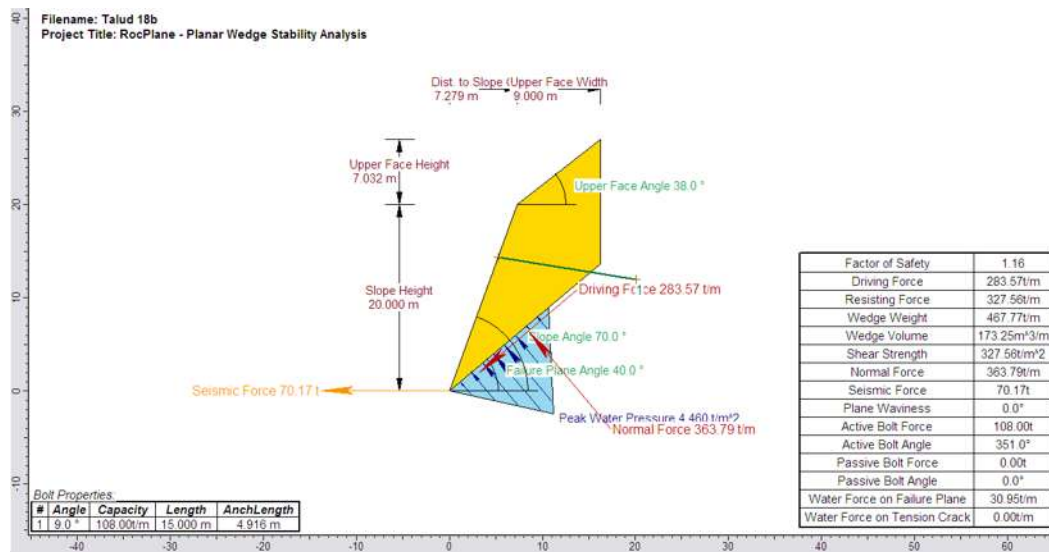


Figura 3-102 Análisis de estabilidad del Talud 18. (Chávez y Arreygue 2009).

3.18.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 18.

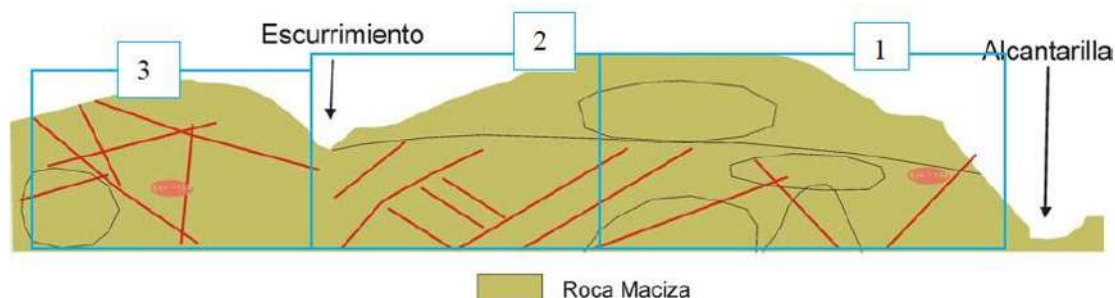


Figura 3-103 identificaciones por zonas donde es necesario aplicar métodos de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,3	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
1,3	Concreto lanzado (Espesor 6 cm), con micro drenes @ 2.5 m en tres bolillo.
	Anclaje sistemático
1,2,3	Anclajes
	Líneas de anclaje de 15, 12, 9 y 6 de long. (distribuidas uniformemente en la altura) colocadas @ 2 m, en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-17 tratamientos que se recomienda para cada zona del talud 18. (Chávez y Arreygue 2009).

3.18.2 Trabajo realizado en (2016)

3.18.2.1 Estado actual del talud

Este corte presenta condiciones estables en su totalidad, ya que le fue colocada una malla de triple torsión para su estabilización la cual esta funcionando de forma adecuada y mantiene al talud en condiciones óptimas de estabilización esto se puede ver en la (Figura 3-104), a parte de la malla la materia vegetal que el corte presenta es un medio que le es de mucha ayuda para mantener sus condiciones de estabilidad.



Figura 3-104 imagen panorámica del talud 18 tomada el 2016.



Figura 3-105 imágenes que muestran el estado del talud 18 en el 2016.

En la (Figura 3-105) se observa que el corte presenta condiciones estables, aunque la roca que forma el talud está muy agrietada, la malla de triple torsión y la materia vegetal mantienen un estado de reposo en su lugar. A la actualidad el corte no presenta ningún problema, pero al ver el estado en que se encuentra la roca se puede observar que esta presenta grandes problemas de intemperismo.

Llegará el momento en que la malla y la materia vegetal no serán suficientes para mantener la estabilidad del corte.

3.18.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud dieciocho (2009 - 2016)*

El talud dieciocho presenta condiciones estables en su totalidad gracias a que se ha tomado en cuenta uno de los métodos de estabilización que les fueron recomendados en la (Tabla 3-17) y a que en este corte ha aparecido materia vegetal. Pero se espera que en un futuro esto no siga siendo así, puesto que la roca que forma este corte está muy alterada y se cree que llegará el momento en que la malla será vencida y el material que mantiene estable el talud caerá a causa de la gravedad provocando la obstrucción de la vialidad en su totalidad.

Si se hubieran tomado en cuenta más medios de estabilización el talud tendría, además de estar estable en la actualidad, la apariencia de estarlo por mucho tiempo más. Por ejemplo, si hubieran utilizado el concreto lanzado no habría ningún problema del intemperismo y la roca no estaría degradándose.

3.19 Talud Diecinueve (45+280 al 45+400).

3.19.1 Trabajos realizados en 2009

3.19.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se localiza en una curva por lo que presenta doble información: de lado derecho, azimuth de 00° con dirección de buzamiento de 90° e inclinación de 70°; el lado izquierdo tiene rumbo de 100°, dirección de buzamiento de 190° e inclinación de 70°.

Se puede apreciar una forma de domo en la parte central la cual está formada por una roca intrusiva del tipo granito-granodiorita con un espesor considerable y muy fracturado de color gris claro. Sobre este domo se tiene la andesita, la cual está fracturada haciendo bloques de dimensiones medianos. En la parte superior del lado derecho se tiene un estrato de depósito de talud con material granular, con espesor pequeño de color rojizo. Ver (Figura 3-106).

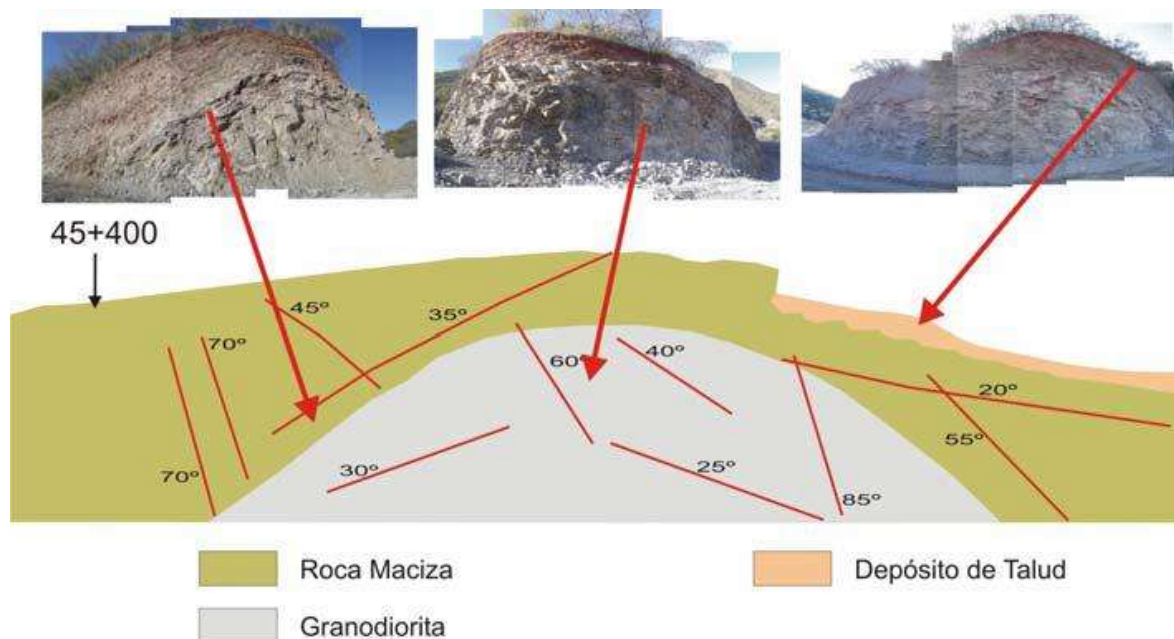


Figura 3-106 Perfil del talud diecinueve, se indican los cambios litológicos y las estructuras que esta involucra. (Chávez y Arreygue 2009).

3.19.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 19.

No se detectó discontinuidades que tuvieran direcciones a favor de deslizamiento. El único problema es que es talud tiene tendencia a que la roca se produzca desprendimientos.

3.19.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 19.

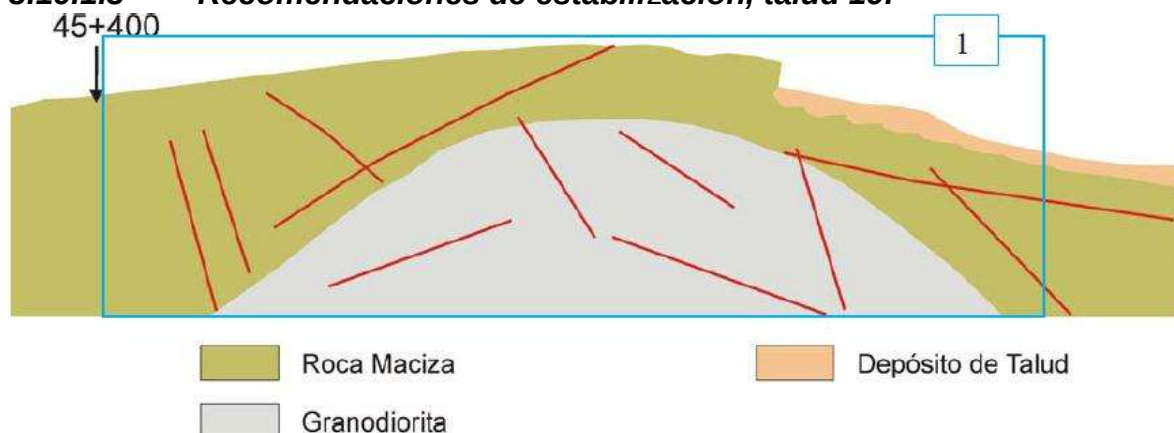


Figura 3-107 Perfil del talud diecinueve, se indican la zona donde se considera colocar medios de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
1	Malla de triple torsión colgada
	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancia de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-18 tratamientos recomendados para el talud indicado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.19.2 Trabajo realizado en (2016)

3.19.2.1 Estado actual del talud

Este talud presenta condiciones estables en su totalidad puesto que el mismo está conformado en su mayor parte por una roca sana, dicha roca hasta la actualidad, a 7 años de haber sido cortada, aún está en condiciones estables, presenta daños a causa del intemperismo, pero para evitar que estos daños provocaran problemas a la vialidad le fue colocada una malla de triple torsión, la cual funciona de manera adecuada y retiene los caídos que se presentan, además con el tiempo se ha

incluido materia vegetal, la cual le da refuerzo a la malla y a la roca. Todo esto se puede ver con más facilidad en la (Figura 3-108).



Figura 3-108 foto del estado que presenta el talud 19 en el 2016.

3.19.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud diecinueve (2009 - 2016).

El talud diecinueve presenta condiciones totalmente estables y de seguridad para los viajeros que pasen por esta vialidad. Este corte no presenta ningún problema, las cunetas de desagüe están limpias no existen caídos, la malla colgada está funcionando perfectamente y la roca en la actualidad presenta condiciones estables. Como se puede notar en este corte si fue tomada en cuenta la recomendación que se hace en la (Tabla 3-18), por lo que se puede deducir que por ello el corte no presenta ningún problema.

3.20 Talud veinte (45+540 al 45+750).

3.20.1 Trabajos realizados en 2009

3.20.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se ubica en curva, por lo que tiene dos datos informativos: el primero corresponde a la parte derecha con un azimuth de 40° , dirección de buzamiento de 130° e inclinación de 60° ; el segundo pertenece a la parte izquierda con un rumbo de 350° , dirección de buzamiento de 80° e inclinación del talud de 80° .

Se puede apreciar que el talud está formado por diferentes materiales, los cuales no tienen una secuencia muy clara, acentuación se tratara de identificarlos lo más preciso posible, del lado derecho en la parte baja, se tiene un depósito aluvial el cual está formado por fragmentos de rocas menores a 1.5 m^3 de espesor, los cuales están empacados en una matriz arenosa de color rojo. En la parte superior de este estrato se tiene un depósito de talud con fragmentos de roca medianos y chicos empacados en una matriz de grava y arena de color café claro. En todo el talud se puede apreciar un estrato color oscuro con una forma rara, el cual es una milonita (roca metamórfica) muy estratificado, su espesor es muy variable, pero su longitud es impresionante. Al centro del corte se puede ver que en la parte superior se tiene unos depósitos de talud con fragmentos de roca medianos y cementados en arena y grava de color café claro. Cortando este depósito se tiene una roca del tipo andesita maciza la cual esta fracturada pero poco intemperizada. Del lado izquierdo se puede ver un depósito de talud de material más granular entre arenas, limos y arcillas de color café claro, el cual está muy cementado. Todo esto se puede observar con mayor claridad en el perfil de la (Figura 3-109)

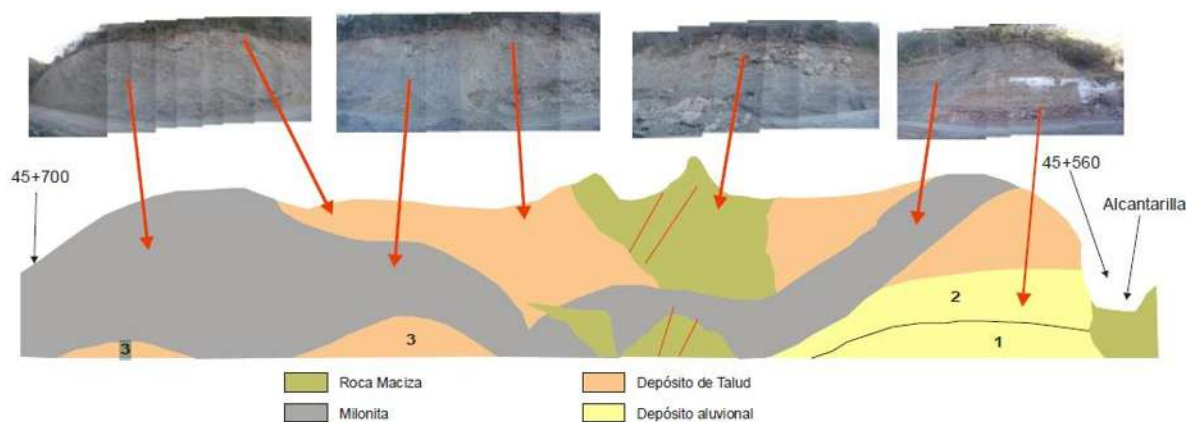


Figura 3-109 Perfil del talud veinte, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.20.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 20.

Es uno de los taludes más escarpados y peligrosos de la zona sobre todo porque la parte superior del talud está muy inclinada. Además tiene un potencial erosivo muy alto en las zonas de depósito de talud. En la época de lluvias se prevé que se reactivará los movimientos.

Posteriormente se le impuso un sismo y el talud entro en falla, se reforzó con anclaje de 20 m de longitud, Lográndose aumentar el factor de seguridad a 1.12 el análisis y sus resultados se muestran en la (Figura 3-110)



Geological cross-section showing four numbered zones (1, 2, 3, 4) and various geological features. The cross-section is bounded by elevations 45+700 on the left and 45+560 on the right. A fault line is visible in zone 2. The legend identifies four types of geological units: Roca Maciza (green), Roca Carbón (grey), Depósito de Talud (orange), and Depósito aluvional (yellow). The 'Alcantarilla' is indicated on the right side.

121

Zonas	Tratamiento
1,2,3	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3,4	Malla de triple torsión anclada
1,2,3,4	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm). En taludes 1,2 y 3 se debe de colocar después del amacice para dar resistencia para iniciar los trabajos (colocación de malla, anclaje y concreto lanzado). En talud 4 para proteger del clima, con colocación de micro drenes @ 2.5 m en tres bolillo
1,2,3	Concreto lanzado (Espesor 6 cm), con microdrenes @ 2.5 m, colocados en tres bolillo.
4	Anclaje sistemático, anclas de 12 m de long. @ 2.5 m, colocadas en tres bolillo.
1,2,3	Anclajes de 20 m de long. @ 1.6 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-19 tratamientos que se recomienda para cada zona del talud 20. (Chávez y Arreygue 2009).

3.20.2 Trabajo realizado en (2016)

3.20.2.1 Estado actual del talud

El talud 20 presenta en la actualidad condiciones inestables, esto debido a que dicho corte tiene constantemente movimientos de suelo y grandes caídos de roca, esto se vuelve más frecuente en temporada de lluvias, ya que con la presencia de agua el material que forma el corte se debilita y se producen deslizamientos. Para mayor claridad de esto, ver (Figura 3-112). Como se puede observar el corte es muy extenso y con una altura grande por ello para abarcar más claramente sus problemas se realizarán a continuación un estudio más detallado de los problemas que este corte presenta.



Figura 3-112 imagen panorámica del talud 20 en el 2016.



Figura 3-113 detalle de la parte de la derecha del talud 20.

En la (Figura 3-113) es fácil ver que este corte presenta muchos escurrimientos de agua, los cuales están provocando que en temporada de lluvias el talud se vaya disgregando en el mejor de los casos, pero también puede provocar que se presenten deslizamientos de suelo los cuales son de una magnitud capaz de bloquear la vialidad por días, ya que las cantidades de suelo y fragmentos de roca que los forman son grandes y su remoción es tardada.

En la (Figura 3-114) se puede ver que el corte de lado derecho presenta muchos problemas, en principio es fácil ver que el corte es muy alto y que en la parte más elevada se encuentran grandes bloques de roca que están a punto de caer y que son un peligro latente para el pasajero que circule por esta vialidad, ya que dichos bloques son de dimensiones grandes capaces de aplastar un carro. También se puede ver que en la parte final del lado izquierdo, está un gran deslizamiento de tipo rotacional de suelo, el cual ha movido grandes cantidades de material de suelo y fragmentos grandes de roca, es fácil comparar la magnitud de este deslizamiento ya que se tiene como referencia una camioneta. También a más detalle se puede ver la magnitud de los fragmentos de roca los cuales son de dimensiones grandes.

En esta parte de la carretera ya no se encuentra carpeta asfáltica ya que los deslizamientos antes ocurridos y que han sido removidos han dañado por completo la carpeta y solo existe una terracería por donde circulan los vehículos.

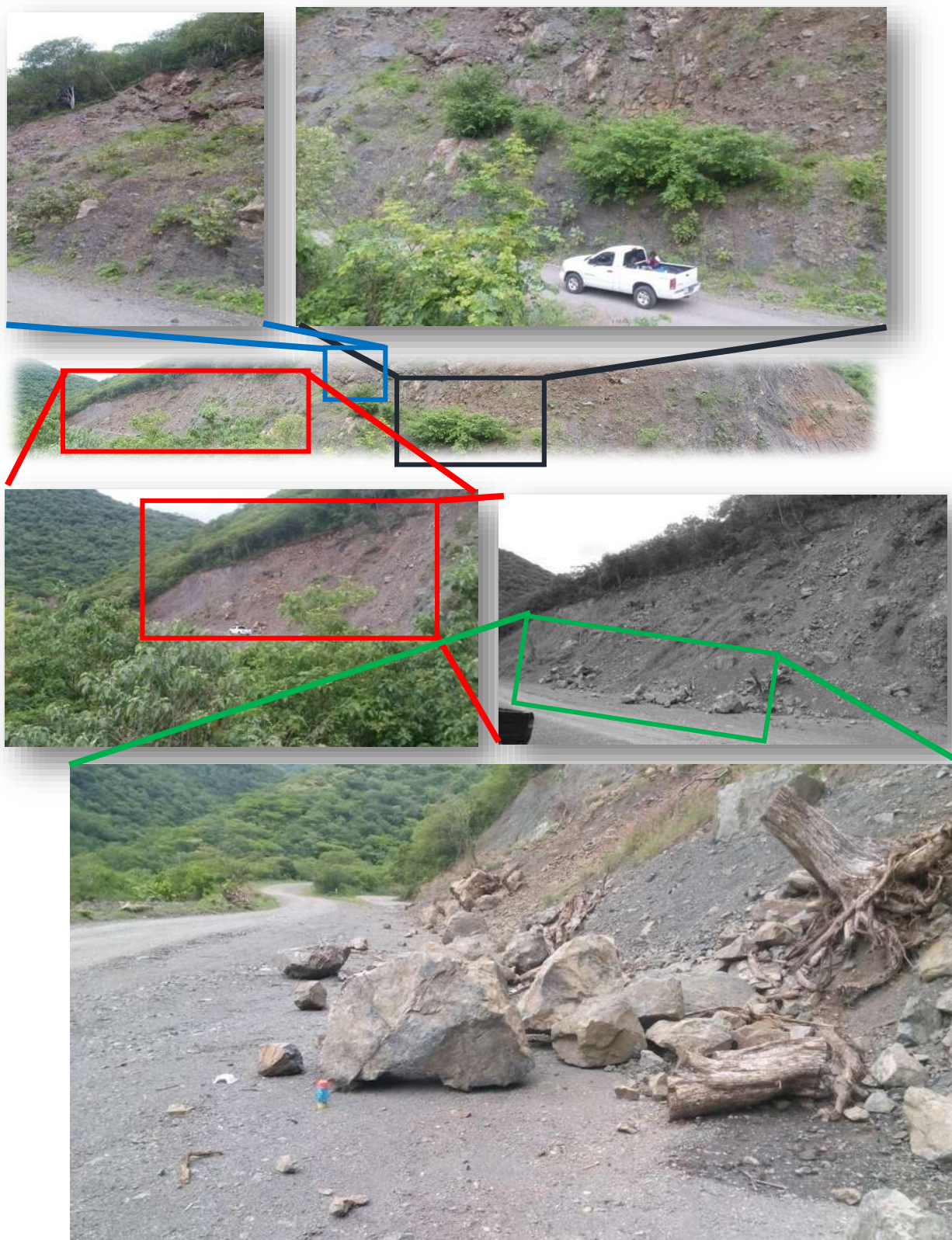


Figura 3-114 detalles de toda la parte izquierda del talud donde se muestran los problemas que presenta (2016).

3.20.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud veinte (2009 - 2016).*

El talud veinte presenta condiciones inestables, a 7 años de su construcción, en esta zona del tramo carretero se han presentado muchos deslizamientos y en muchas ocasiones se ha obstruido por completo la vialidad y ha sido necesario emplear maquinaria por días para abrir de nuevo la circulación. Estos problemas se prestan en su mayoría en temporadas de lluvias, ya que la presencia de agua ha sido el factor detonante para los deslizamientos. Si se hubieran tomado en cuenta las recomendaciones que se hicieron en la (Tabla 3-19), posiblemente las condiciones de este corte serían mejores, ya que al colocar las anclas se habrían generado bulbos de presión capaces de soportar el material, con el concreto lanzado los problemas de intemperismo y erosión habrían disminuido y la malla de triple torsión colgada le habría proporcionado sustento a los materiales para que no cayeran hasta la vialidad.

3.21 Talud veintiuno (45+820 al 46+030).

3.21.1 Trabajos realizados en 2009

3.21.1.1 Descripción general del talud.

Este corte se localiza en una curva: de lado derecho, se presenta un rumbo de 20°, dirección de buzamiento de 110° e inclinación de 70° en promedio; y de lado izquierdo un azimuth de 85° con dirección de buzamiento de 175° e inclinación del corte de 70°.

El corte en su mayoría está caracterizado por roca de color negro lo que indica que se trata de una milonita (roca metamórfica), el cual está muy estratificado y alterado, lo que hace que la roca se vaya lajeando poco a poco, además sus planos están a favor del corte, lo que hace que más fácilmente se deslicen. En este mismo material se observan formaciones de cebollitas, las cuales están muy dañadas por la intemperización. Al lado (izquierdo) se tiene un macizo rocoso fracturado con una tonalidad rojiza. Y en la parte baja de este mismo lado se tiene un depósito de talud con pequeños fragmentos de roca de color rojizo (Figura 3-115).

En la (Figura 3-115) se puede ver que ya se han producido muchos deslizamientos. En el lado derecho se han presentado dos deslizamientos en masa, uno del tipo planar y el segundo del tipo cuña, al centro del talud y en la parte superior se tiene un gran deslizamiento superficial del tipo traslativo, con profundidad promedio de un metro y medio, en la parte superior se localizan cuatro pequeños deslizamientos superficiales, según la clasificación son del tipo traslativos.

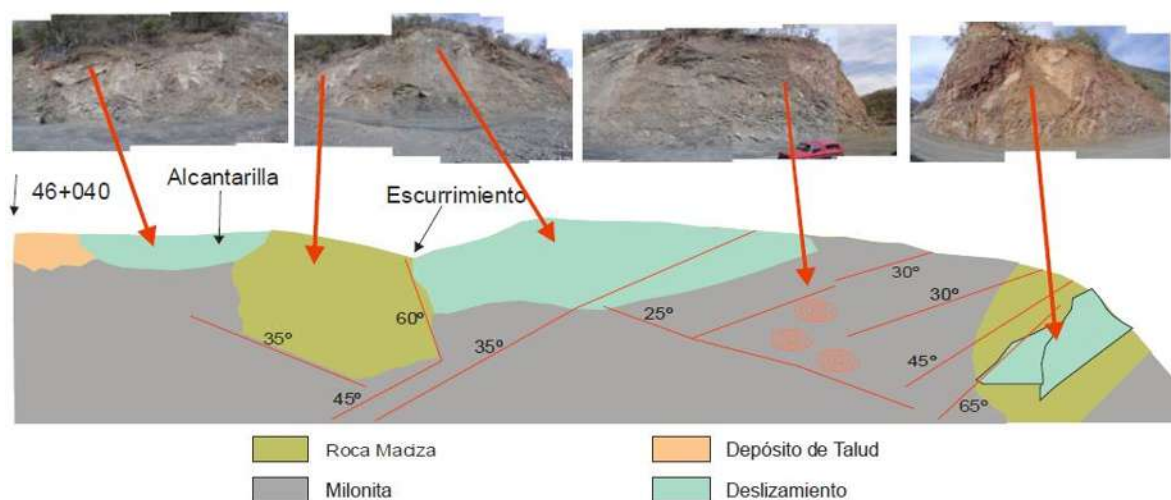


Figura 3-115 Perfil del talud veintiuno, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

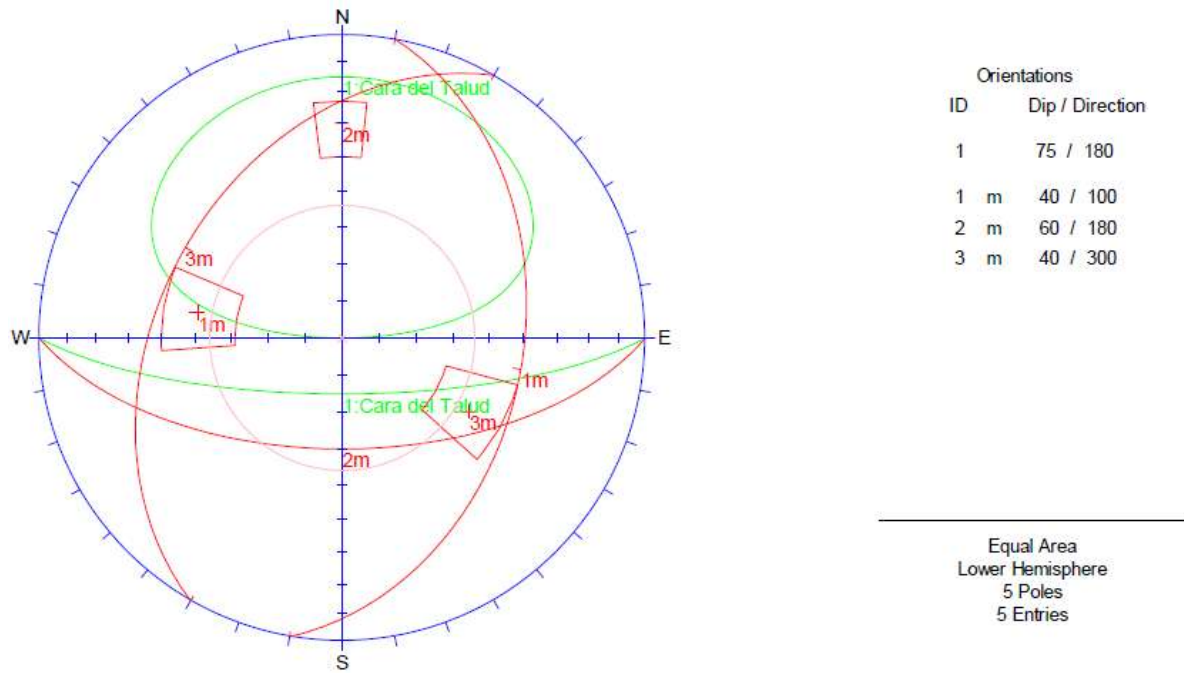


Figura 3-118 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

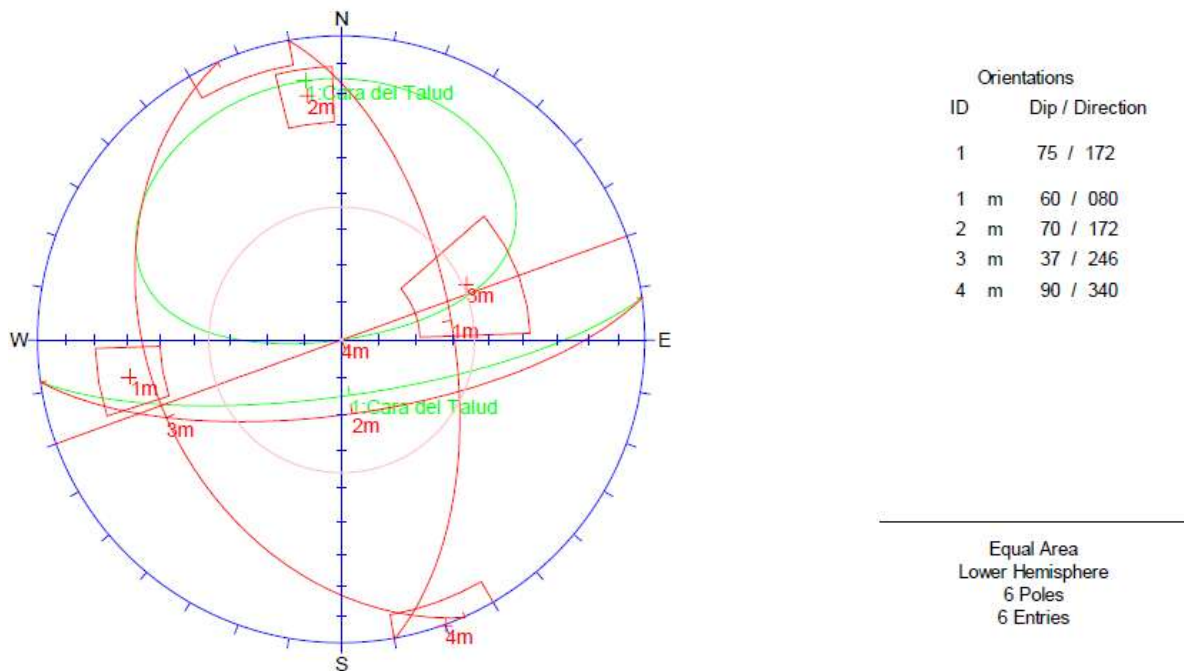


Figura 3-119 Análisis de estabilidad cinemático del talud 21c. Falla planar (Chávez y Arreygue 2009).

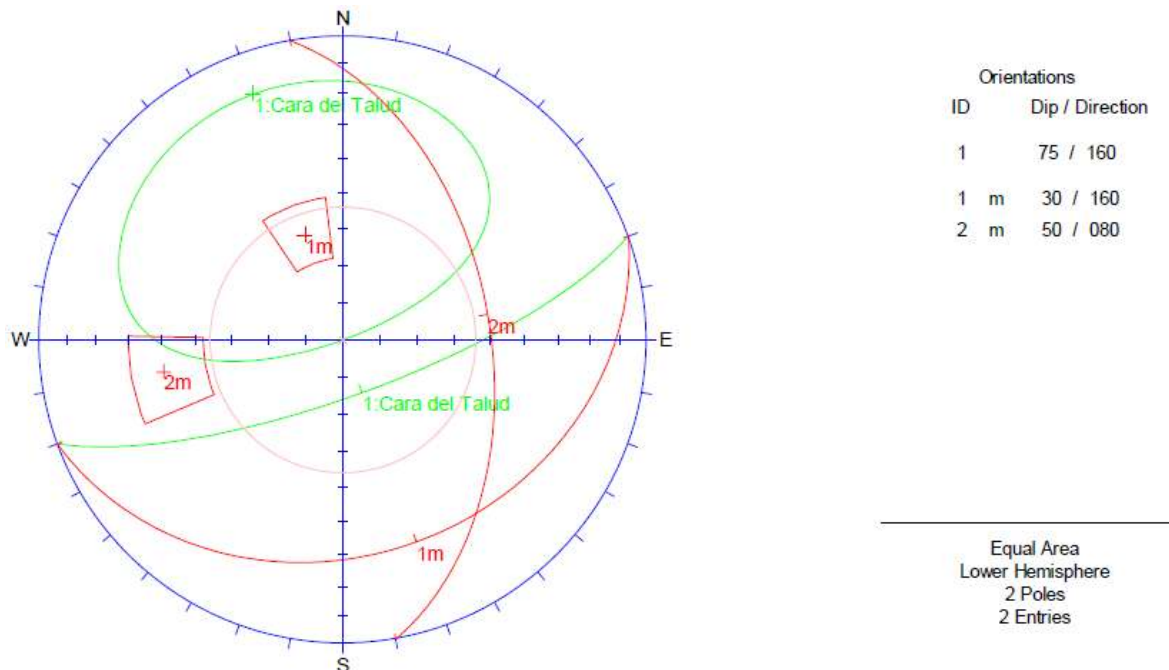


Figura 3-120 Análisis de estabilidad cinemático de talud 21d. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

Al realizar un análisis de estabilidad de taludes los resultados nos indican que el refuerzo necesario, es de 120 t/m para el talud 21 a y b y de 36 ton/m para el talud 21c. Tal como se muestra en las figuras siguientes (Figura 3-5 y Figura 3-6)

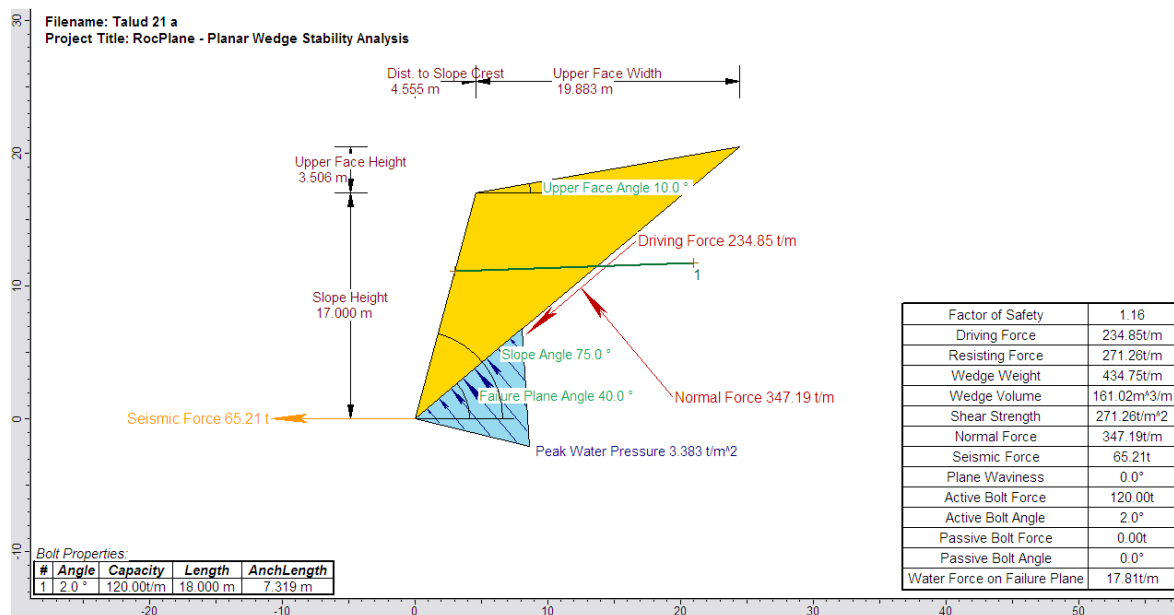


Figura 3-121 Análisis de taludes para el talud 21 a y b. Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

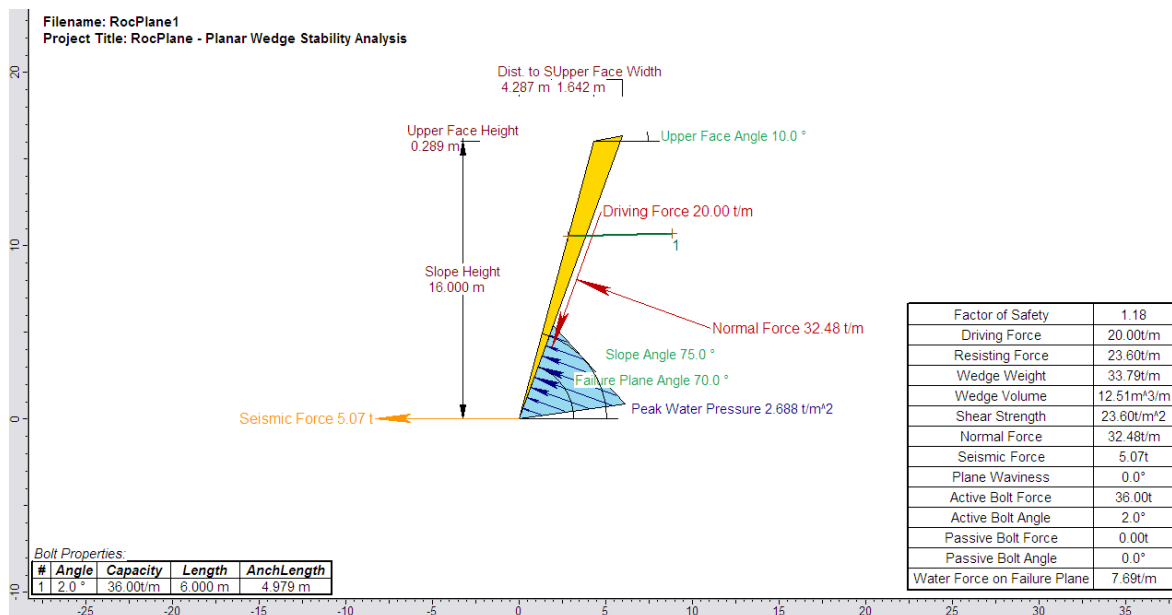


Figura 3-122 Análisis de estabilidad de taludes para el talud 21 c. Falla planar (Chávez y Arreygue 2009).

3.21.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 21.

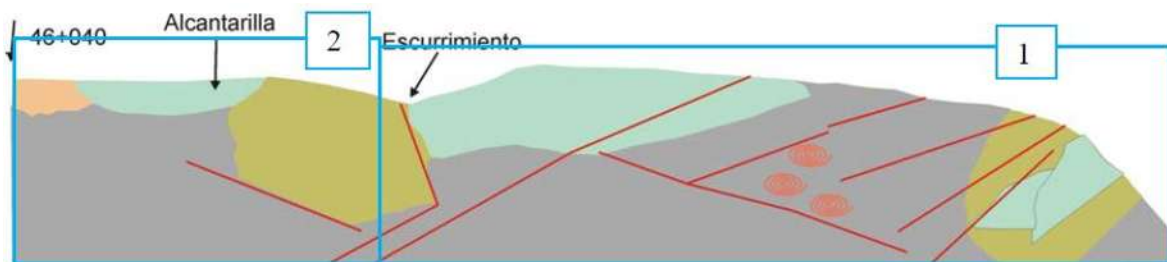


Figura 3-123 Perfil del talud veintiuno, se indican los puntos donde se necesita medios de estabilización. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2	Amacice
1	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2	Malla de triple torsión anclada
1	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con micro drenaje @ 2.5 m en tres bolillo.
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
2	Anclaje sistemático, anclas de 6 m de long. @ 2.8 m, en tresbolillo.
1	Líneas de anclaje de 18, 15, 12 y 9 m de long. (uniformemente distribuidas en la altura) @ 1.7 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-20 medios de estabilización recomendados por zonas para el talud 21 (Chávez y Arreygüe 2009).

3.21.2 Trabajo realizado en (2016)

3.21.2.1 Estado actual del talud

Este corte es uno de los más problemáticos en el tramo que se está estudiando. Presenta condiciones inestables en su totalidad, tanto que la vialidad en la zona donde aparece este corte está cerrada al tránsito vial, para la circulación de los vehículos les fue construida una terracería radiando el corte, ya que esto fue más fácil y seguro que remover el material de los muchos deslizamientos que en esta zona se han producido. Este talud ha destruido por completo todas las obras que a esta parte de la carretera le fueron construidas, ya no existe carpeta asfáltica ni cunetas de desagüe. Le fue en su principio colocada una malla colgada de triple torsión como medio de estabilización, la cual, como es evidente, no fue capaz de logra esto, puesto que no era el medio adecuado para lograr la estabilidad de este corte. De esta malla no queda ningún punto en el talud, fue destruida y arrastrada con el material que tapa la vialidad. Se muestra en la (Figura 3-124) una imagen del estado actual de este corte donde se pueden ver muchos de los problemas que fueron mencionados y a continuación se presentan más a detalle los puntos que son más importantes.



Figura 3-124 fotografía panorámica del estado actual del talud 21 tomada en el 2016.



Figura 3-125 imágenes representativas del estado en el que se encuentra el talud 21.

En la (Figura 3-125) es fácil ver que la vialidad está en su totalidad cubierta por material del talud, el cual ha sido producto de muchos deslizamientos que en esta zona se han presentado, también se pudo ver que para la circulación de los vehículos fue necesario abrir una terracería alterna que rodea el talud, puesto que es más seguro para el conductor. En la zona se siguen produciendo deslizamientos con la presencia de lluvia.

Como se puede ver en la (Figura 3-126) el corte es un deslizamiento en su totalidad, ha tenido problemas de movimiento de material y esto ha provocado que una gran cantidad de materia de roca y suelo estén obstruyendo la vialidad y sean los acusantes de la destrucción de la carpeta asfáltica y cunetas de desagüe, también estos movimientos han provocado que la malla que le fue colocada para la estabilidad de este talud este totalmente destruida y sin ninguna funcionalidad en la actualidad. En esta misma figura se puede apreciar que los riesgos que presenta en la actualidad para los conductores son grandes, puesto que se aprecian grandes rocas a punto de caer capaces de aplastar un vehículo entero, ya que dichas rocas son de un tamaño superior al de un vehículo, y aunque le fue construida una terracería rodeando al corte esta terracería está cerca del talud y una roca de esta magnitud es capaz de llegar hasta el punto donde se localiza la

terracería provocando con esto la obstrucción de la misma y en un caso extremo un accidente mortal para los pasajeros que circulen por esta vía.



Figura 3-126 detalles de los problemas que presenta el talud 21 en el 2016.

En la (Figura 3-126) se puede ver en los detalles de la parte de abajo el estado actual que presenta la zona por donde era la vialidad, en estos detalles podemos apreciar que la carpeta asfáltica está totalmente destruida al igual que el señalamiento vial que existía en esta zona y que la vialidad está completamente obstruida por material de roca y suelo impidiendo con esto la circulación vial por la

misma. Se puede apreciar que las rocas que han caído son de tamaños grandes capaces de causar accidentes mortales a conductores.

3.21.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintiuno (2009 - 2016).*

El talud veintiuno presenta condiciones de inestabilidad, las cuales han provocado que la vialidad en este punto este cerrado, este corte desde su construcción ha presentado muchos deslizamientos que muestran desde un inicio que el corte es inestable, por ello se realiza un estudio a detalle de su estado, el cual indica que el talud es inseguro y se proponen para su estabilidad métodos adecuados.

Para esto se dividen por zonas con la finalidad de obtener una eficacia mayor estos mismos se presentan en la (Tabla 3-20). Sin embargo, al no ser tomados en cuenta por el constructor de esta vialidad este corte nunca estuvo estable y solo faltaba un factor que fuera capaz de detonar la inestabilidad de el mismo y provocar un deslizamiento de la totalidad del talud, este factor fue la carga hidrostática en la presencia de lluvia el corte se vino abajo y destruyó la vialidad por completo y tapo la circulación en ese punto, más sin embargo, en la actualidad sigue siendo un riesgo porque existen rocas capaces de causar un accidente fatal, y estas rocas están a punto de caer.

3.22 Talud veintidós (46+130 al 46+220).

3.22.1 Trabajos realizados en 2009

3.22.1.1 Descripción general del talud.

Este talud se ubica en una curva por lo que el primer dato corresponde al lado derecho con un azimuth de 90° , la dirección del buzamiento es de 165° y la inclinación del talud es de 85° ; la parte izquierda del talud tiene un rumbo de 95° , con dirección de buzamiento de 190° e inclinación promedio de 85° .

Se tiene que el lado derecho y en la parte superior se observa un depósito aluvial de color rojizo con fragmentos de roca pequeños. Este depósito también se puede ver en toda la parte alta del talud y que llega hasta el lado izquierdo, siendo del mismo tipo. La roca que predomina en casi todo el talud es de milonita, el cual está completamente alterado lo que ha hecho que se vaya estratificando y lajeando. Ver (Figura 3-127)

Del lado derecho, en esta zona existe un bloque de roca fracturado y alterado, que está siendo afectado por algunas discontinuidades. Del lado izquierdo se ve otro macizo rocoso del mismo tipo, pero con menos discontinuidades que afectan a la roca. Ver (Figura 3-127)

Al centro del talud se tiene un deslizamiento grande, el cual fue a causa de un deslizamiento de cuña y un deslizamiento planar, que con el tiempo se unieron conformando uno solo. Ver (Figura 3-127).

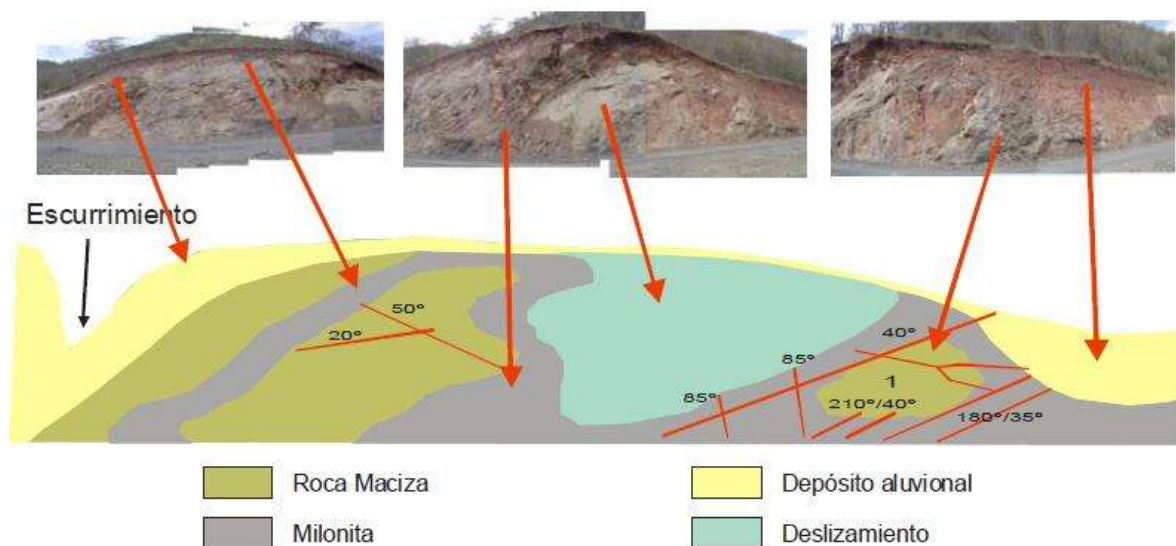


Figura 3-127 Perfil del talud veintidós, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.22.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 22.

Los análisis cinemáticos que se muestran en la (Figura 3-128) indican que existe equilibrio límite.

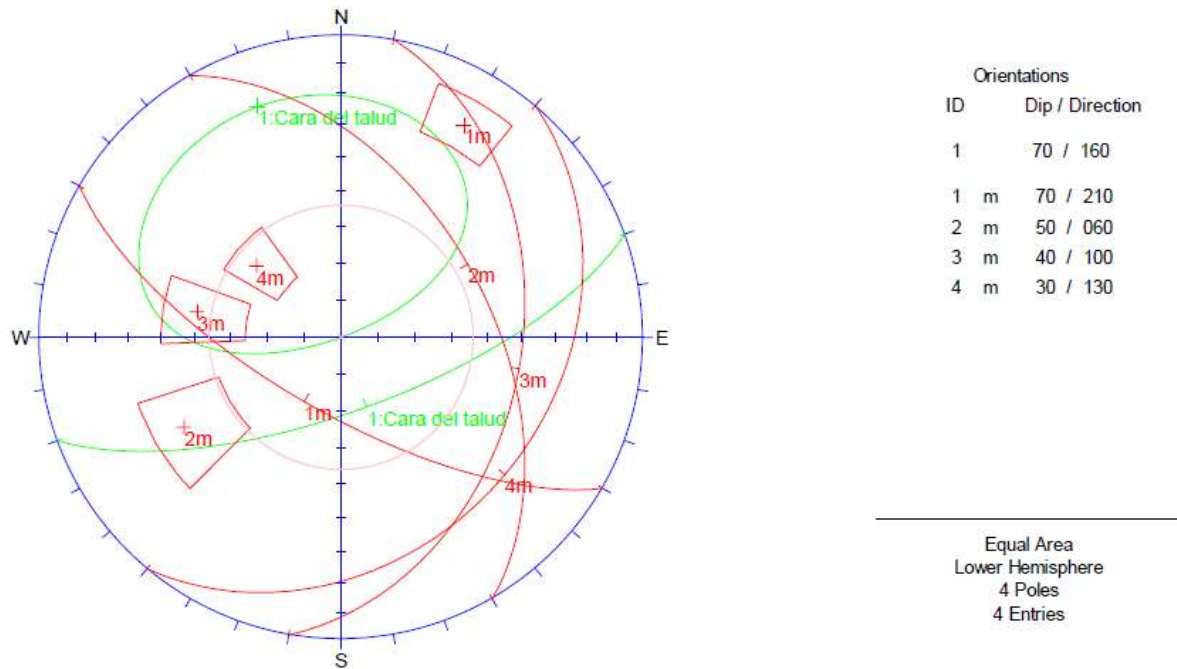


Figura 3-128 Análisis de estabilidad cinemático del talud 22 Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

Por lo anterior se realiza un análisis de estabilidad cinemática del talud 22 y se obtuvo que es necesario un refuerzo de 61 ton/m en todo el talud. Los resultados se muestran en la (Figura 3-129)

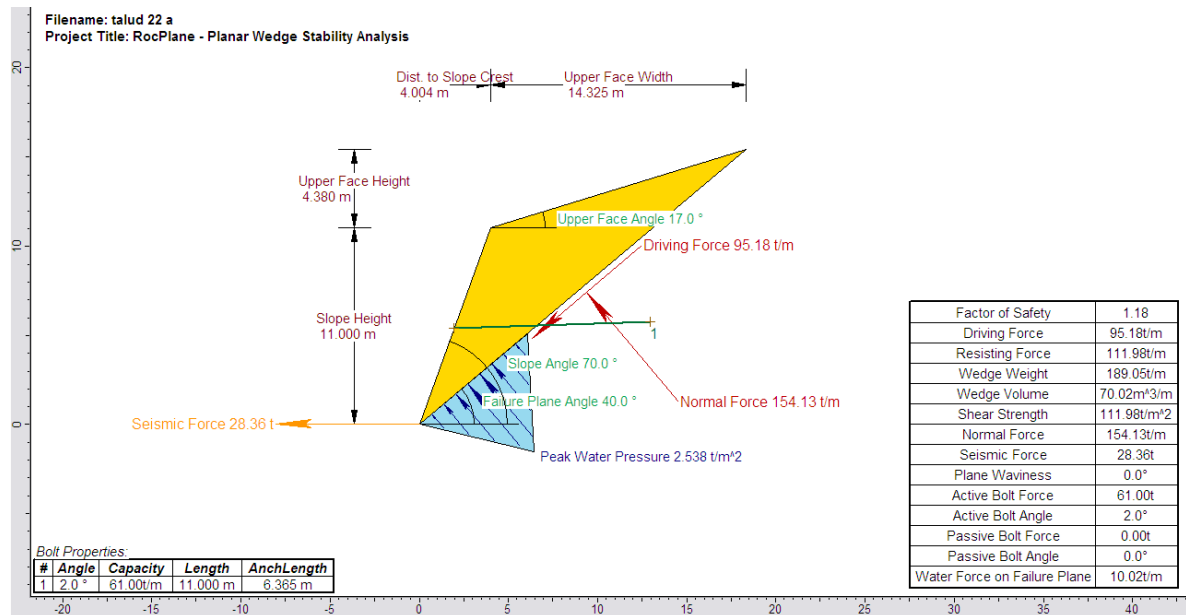


Figura 3-129 Análisis de estabilidad del talud 22 Falla planar. (Chávez y Arreygue 2009).

3.22.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 22.

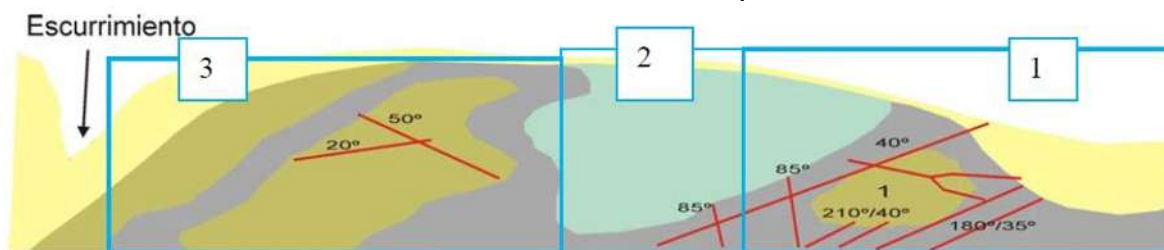


Figura 3-130 identificación por zonas donde se propone estabilizar el talud 22. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2,3,	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3	Malla de triple torsión anclada
1,2,3	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), con micro drenes @ 2.5m colocados en tresbolillo.
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático
1,2,3	Líneas de 12, 9 y 6m de long. (distribuidas uniformemente en la altura) @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Figura 3-131 métodos de estabilización que son propuestos para el talud 22 indicado por zonas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.22.2 Trabajo realizado en (2016)

3.22.2.1 Estado actual del talud

El talud 22 presenta condiciones mayormente estables. Este corte presenta problemas de caídos, las cuales obstruyen la vialidad y las cunetas de desagüe en ocasiones. En este talud fue colocada una malla de triple torsión para su mejoramiento la cual está funcionando adecuadamente aunada a la malla se ha presentado materia vegetal que es de gran ayuda para mantener la estabilidad de este corte, todo esto se puede ver con claridad en la (Figura 3-132).



Figura 3-132 fotografía panorámica del talud 22 tomada en el 2016.

En la (Figura 3-133) se puede ver que el corte presenta un pequeño deslizamiento en forma de cuña de lado derecho en la parte baja, este pequeño movimiento ha provocado la ruptura de la malla de triple torsión en esa zona y que el material caiga en las cunetas de desagüe. También es claro ver que el corte no presenta riesgos para los conductores, ya que en su mayoría está cubierto de materia vegetal, la cual es de gran ayuda para mantener la estabilidad de este corte y da una apariencia de seguridad al pasar por este lugar.



Figura 3-133 detalles del talud 22. Fotografías tomadas en el 2016.

3.22.2.2 *Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintidós (2009 - 2016).*

El talud 22 presenta condiciones estables gracias a que le fue colocada una malla de triple torsión colgada y la materia vegetal que en él ha nacido en estos 7 años, este corte solo presenta un pequeño detalle que es en un deslizamiento en la zona de la derecha, el cual pudo ser evitado si el constructor hubiera tomado en cuenta los métodos de estabilización que le fueron propuestos en la (Tabla 3-20).

3.23 Talud vientres (46+270 al 46+320).

3.23.1 Trabajos realizados en 2009

3.23.1.1 Descripción general del talud.

El rumbo de este talud es de 120° con una dirección de buzamiento de 205° e inclinación del talud de 75° .

Del lado derecho en la parte baja se puede ver un depósito de material granular, el cual está empacado en una matriz fina. En la parte superior se tiene un depósito de talud con fragmentos de roca chicos empacados en una matriz fina de color rojo. Este depósito también se aprecia en la parte alta del talud, pero con un espesor reducido, hasta llegar al lado izquierdo que es donde se pierde. Al centro se tienen bloques de roca fracturada y que en algunos sitios está maciza, pero se tienen algunos fragmentos que están próximos a caer. Se puede observar que el resto del corte está compuesto principalmente de milonita (roca metamórfica) muy estratificado lo que ha dado paso a que se vea completamente lajeado y se esté desintegrando. Ver (Figura 3-134)

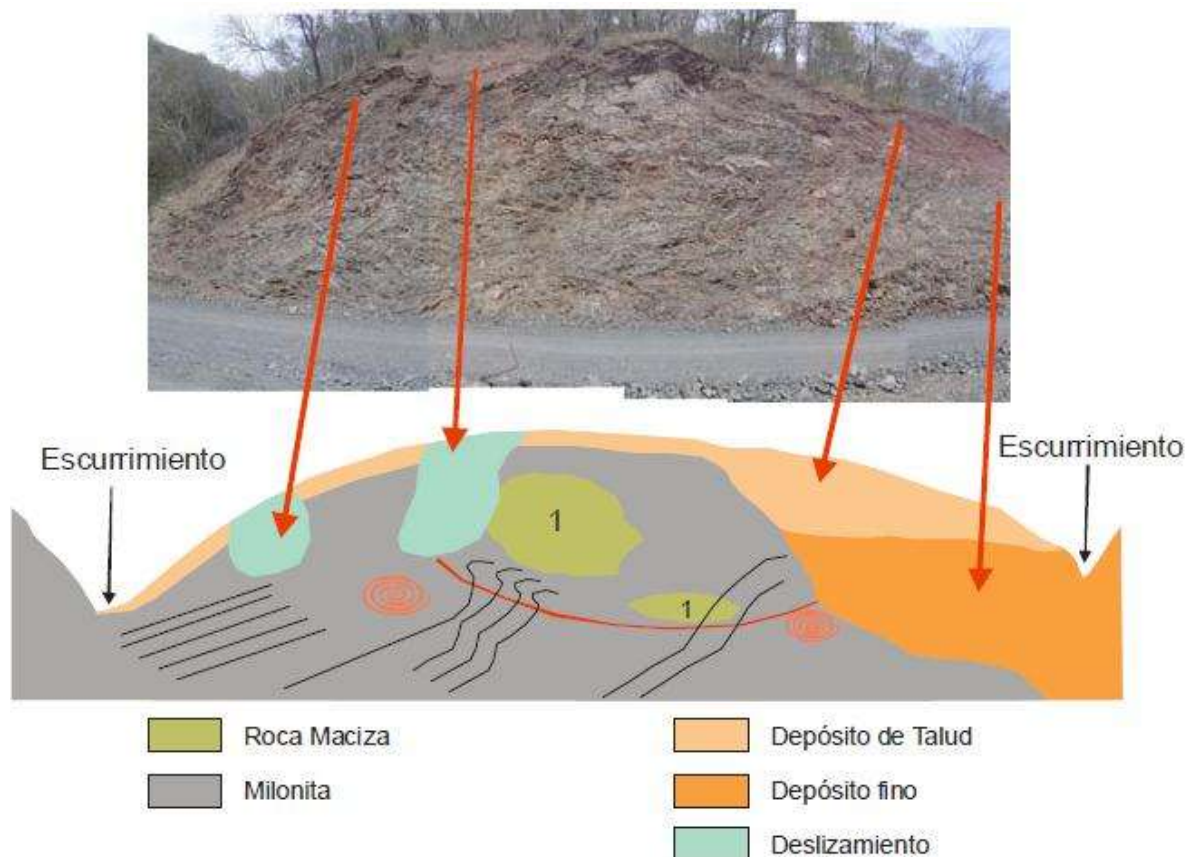


Figura 3-134 Perfil del talud veintitrés, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.23.1.2 **Análisis de Estabilidad, talud 23.**

La parte superior del talud es la más problemática, se deteriora muy rápido y está muy fracturada. Así que sólo se recomienda anclar la parte superior sistemáticamente, que es donde existen los problemas.

3.23.1.3 **Recomendaciones de estabilización, talud 23.**

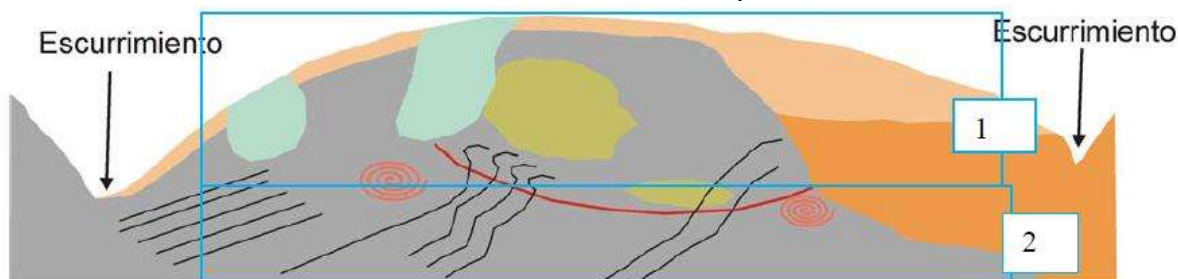


Figura 3-135 detalles de mejoramiento del talud 23. (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
2	Malla de triple torsión colgada
1	Malla de triple torsión anclada
	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm)
	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
1	Anclaje sistemático, anclas de 6 m de long @ 2.5 m, colocadas en tresbolillo.
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Figura 3-136 métodos de mejoramiento de talud propuestos por zonas para el talud 23. (Chávez y Arreygue 2009).

3.23.2 Trabajo realizado en (2016)

3.23.2.1 **Estado actual del talud**

El talud 23 presenta condiciones estables, solo se tiene un gran deterioro de la zona donde se presenta el depósito de talud, ya que en este lugar se ve como el material se ha estado desprendiendo constantemente en cantidades pequeñas. A este corte le fue colocada una malla de triple torsión colgada para su

estabilización, la cual en la parte baja, en casi la totalidad del talud, ha sido ya vencida por el peso del material que ha estado cayendo y este material a tapado las cunetas de desagüe, todo esto se puede ver con mayor claridad en la (Figura 3-137)

En la (Figura 3-138) se puede ver con mayor claridad en los detalles que la malla ya ha sido vencida por el peso del material de depósito de talud y que está tapando las cunetas de desagüe. Al igual se ve que las condiciones de este corte son estables y no representa ningún riesgo para los conductores que circulan por esta vialidad.



Figura 3-137 fotografía panorámica del estado del talud 23 tomada en el 2016.



Figura 3-138 detalles del estado en que se encuentra el talud 23 en el 2016.

3.23.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud veintitrés (2009 - 2016).

El talud 23 tiene condiciones estables a 7 años de su construcción, esto gracias a que le fue colocada una malla de triple torsión colgada, sin embargo, esta malla ya fue vencida por el peso del material que está cayendo y ahora presenta el problema de que las cunetas de desagüe están siendo tapadas por este material, si el constructor hubiera hecho caso a las recomendaciones que se le hicieron en la (Tabla 3-20) no se presentaría este inconveniente.

3.24 Talud veinticuatro (46+340 al 46+460).

3.24.1 Trabajos realizados en 2009

3.24.1.1 Descripción general del talud.

El rumbo del talud es de 70° con dirección del buzamiento de 155° e inclinación de 80° .

En general este corte está formado por la milonita la cual está completamente estratificado, lo que indica el alto intemperismo que ha sufrido. Además tienen pequeños pliegues, principalmente del lado derecho, así como pequeñas formaciones de cebollitas. En la parte superior del centro y lado izquierdo se tiene un depósito de talud formado por fragmentos de roca pequeños y empacaos en una matriz de arena-arcilla de color rojizo. Ver (Figura 3-139)

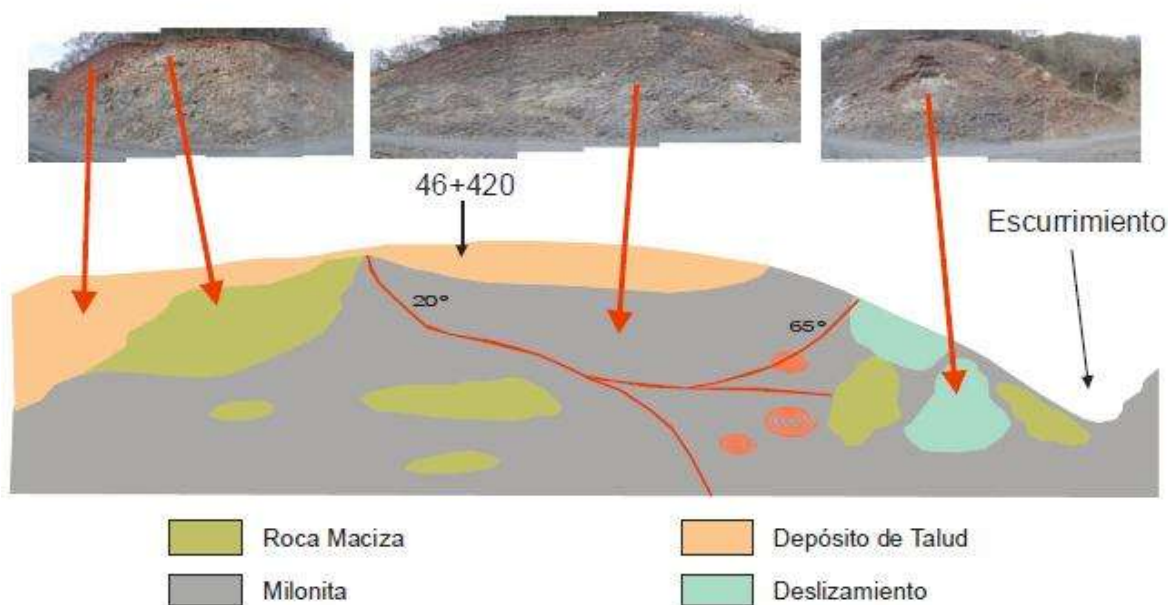


Figura 3-139 Esquema del talud veinticuatro, se indican los cambios litológicos y las estructuras que están involucradas. (Chávez y Arreygue 2009).

3.24.1.2 Análisis de Estabilidad, talud 24.

En el talud se realizó un análisis de estabilidad de talud cinemático. Sólo presenta desprendimientos de roca. Por lo que sólo necesita del empleo de anclaje sistemático y malla de triple torsión para contener los movimientos.

3.24.1.3 Recomendaciones de estabilización, talud 24.

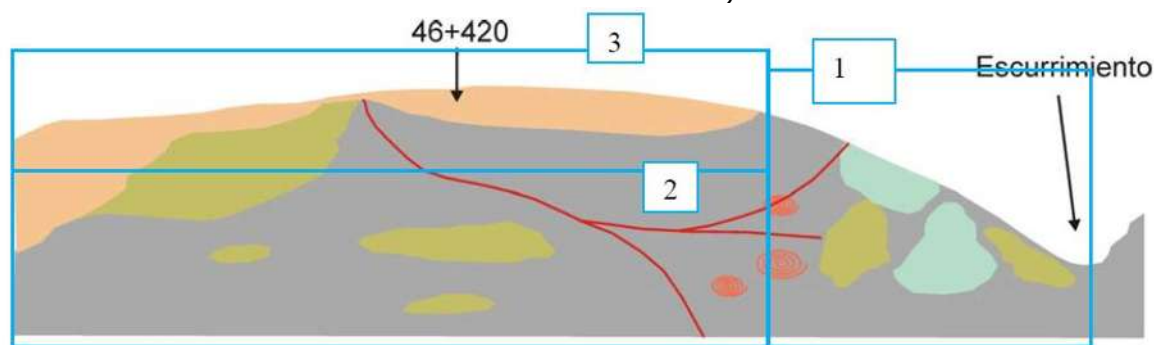


Figura 3-140 identificación por zonas donde se recomienda estabilizar (Chávez y Arreygue 2009).

Zonas	Tratamiento
1,2,3	Amacice
	Remover rocas en la parte superior, para evitar caídos sobre el camino
	Malla de triple torsión colgada
1,2,3	Malla de triple torsión anclada
3	Concreto lanzado primario (espesor 3 cm), micro-drenes @ 2.5m en tres bolillo
1,2,3	Concreto lanzado (Espesor 6 cm)
	Anclaje sistemático, Anclas de 9 m de long. @ 2.5 m, colocadas en tresbolillo.
	Anclajes de 15 m de long. @ 2.5 m en tres bolillo
	Muro de contención de gaviones
	Muro Alcancía de gaviones
	Abatimiento de taludes
	Construcción de Berma

Tabla 3-21 recomendaciones de estabilización para el talud 24. (Chávez y Arreygue 2009).

3.24.2 Trabajo realizado en (2016)

3.24.2.1 Estado actual del talud

El talud 24 presenta condiciones mayormente estables, solo presenta dos pequeños movimientos y muchas rocas que se han desprendido de este mismo, las cuales han logrado alcanzar la zona de rodamiento, en este corte le fue colocada una malla de triple torsión colgada para su mejoramiento, la cual ya en un 50% está sin funcionar, puesto que ha sido vencida por el peso del material. El corte presenta materia vegetal que le ha estado proporcionando refuerzo para evitar más desprendimientos. Ver (Figura 3-141)



Figura 3-141 imagen panorámica del talud 24 donde se aprecia el estado actual tomada en el 2016.



Figura 3-142 identificación de los detalles del talud 24 en el 2016.

Como se puede ver en la (Figura 3-142) el corte ha presentado dos pequeños movimientos de roca y suelo los cuales han sido de tipo cuña, el material de estos movimientos está tapando las cunetas de desagüe.

3.24.2.2 Conclusión de la comparación de los estudios del talud veinticuatro (2009 - 2016).

El talud veinticuatro es un corte que presenta condiciones estables con unos pequeños problemas que ya fueron antes mencionados, sin embargo, si el constructor hubiera tomado en cuenta las indicaciones que le fueron hechas en la (Tabla 3-21) el talud tendría una apariencia mejor y estos problemas no estarían apareciendo.

3.25 Talud faltante uno (42+900).

3.25.1 Trabajos realizados en 2009

3.25.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen, pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

Este talud presenta una dirección del buzamiento de 100° y un buzamiento de 70° .



Figura 3-143 imagen panorámica del estado actual del talud en el 2016

En la (Figura 3-143) se puede ver con claridad que este talud está conformado en su totalidad por una roca, la cual está muy intemperizada y agrietada, en este corte se han presentado muchos deslizamientos de tipo planar y cuña, lo cual ha provocado que el material desprendido obstruya la vialidad en muchas ocasiones.

Este corte ha representado un peligro muy grande para los conductores y personas que día a día circulan por esta vialidad, ya que siempre ha estado en constante desestabilidad, consecutivamente durante el día están rodando fragmentos de roca que se desprende de lo alto del corte.



Figura 3-144 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016)

Como podemos ver en la (Figura 3-144) el talud ha presentado muchos deslizamientos. Desde su construcción, este corte ha estado inestable y ha tapado la circulación en muchas ocasiones con grandes cantidades de materiales que se han desprendido del talud.

Los tipos de falla que se han presentado en este corte son de tipo cuña y planar, esto debido a que el talud está compuesto de una roca; las fallas que se han suscitado han sido provocadas por un gran número de grietas que se encuentran en este talud, las cuales forman planos de falla.

En esta parte del corte se puede ver que ya no existe carpeta asfáltica, esto debido a que como continuamente tiene que ser removido el material que está cayendo y quien opera la maquinaria de remoción no es muy cuidadoso, también ha removido poco a poco la carpeta asfáltica, ahora para la circulación de los vehículos solo se encuentra una terracería.

3.25.1.2 *Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 1 (2009 - 2016).*

Este corte a 7 años de su construcción esta inestable es su totalidad, ha presentado grandes movimientos de rocas y constantemente presenta desprendimiento de fragmentos de roca que son un riesgo latente para las personas que día a día circulan por este camino. El constructor al realizar este corte considero que sería estable y decidió no colocar ningún método para mejorar la estabilidad, a causa de esto, en esta parte de la vialidad continuamente puedes encontrar desde pequeñas rocas que debes esquivar con tu carro, hasta material de roca que te impide el paso. Para lograr que esta parte de la vialidad esté funcionando el ayuntamiento continuamente la monitorea para estar removiendo desprendimientos y limpiando la vialidad.

3.26 Talud faltante dos (43+027).

3.26.1 Trabajos realizados en 2009

3.26.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen, pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

Este talud presenta una dirección del buzamiento de 047° y un buzamiento de 72° .



Figura 3-145 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 2 en el 2016

Este talud está compuesto en su totalidad por una roca, la cual presenta problemas de intemperismo y por ello se está fracturando, esta roca también tiene muchas grietas las cuales han formado planos de falla y han provocado muchos deslizamientos unos de tipo cuña y otros de tipo planar esto se puede ver con claridad en la (Figura 3-145).

El corte que se presenta en la (Figura 3-145) en la actualidad está inestable debido a que con presencia de agua se producen con mucha facilidad deslizamientos y desprendimientos de fragmento de roca que tapan la vialidad e impiden la circulación de los vehículos



Figura 3-146 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016)

En la (Figura 3-146) se puede ver que el talud está muy agrietado y que estas grietas han formado planos de falla provocando deslizamientos y obstrucción de la vialidad en ese momento. Los deslizamientos que se han suscitado en esta vialidad son de tipo planar y tipo cuña, han sido cantidades grandes de roca, las cuales han tenido que ser removidas con maquinaria, en esta figura se puede ver que en la actualidad aún quedan materiales que tapan las cunetas de desagüe.

3.26.1.2 Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 2 (2009 - 2016).

El talud que se muestra en la (Figura 3-145) tiene 7 años de su elaboración y en este periodo ha presentado muchos deslizamientos, el constructor considero desde su elaboración que este corte era estable y decidió que no era necesario utilizar ningún método de estabilización, a causa de esto este corte ha presentado grandes movimientos de rocas y representa un peligro constante para los conductores y personas que circulan por esta vialidad.

3.27 Talud faltante tres (44+290).

3.27.1 Trabajos realizados en 2009

3.27.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen, pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

Este talud presenta una dirección del buzamiento 138° y un buzamiento de 58° .



Figura 3-147 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 3 en el 2016

El corte que se muestra en la (Figura 3-147) está compuesto de tres tipos de materiales. La parte baja y media de todo el corte está conformada por una roca milonita, la cual presenta problemas de intemperismo y se está disgregando. En la parte alta del lado derecho del talud tenemos un depósito de talud, el cual constantemente está disgregándose y por ello continuamente están rodando pequeñas rocas y material y en la parte alta del lado izquierdo aparece material fino el cual presenta muchos escurrimientos, por lo que podemos deducir que en presencia de agua este material se ha deslizado.

En este talud no se han producido deslizamientos muy grandes, sin embargo, es un corte inestable, debido a que continuamente están produciéndose desprendimientos de material, incluso se puede escuchar como el material se está desprendiendo y rodando constantemente durante todo el día, esto se puede ver en las cunetas de desagüe, donde el material ya las ha tapado y también en la vialidad donde se aprecia que ya no es posible ver la carpeta porque está totalmente cubierta por el material que se está deslizando.

3.27.1.2 *Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 3 (2009 - 2016).*

Este talud a 7 años de su construcción, ha presentado problemas de inestabilidad a causa de la desintegración de la roca producida por el intemperismo y deslizamiento de material fino y de talud producidos por la presencia de agua. El constructor al finalizar la elaboración de este talud consideró que una malla de triple torsión colgada sería suficiente para mantener la estabilidad, aunado a que no realizó un estudio adecuado, este método no fue para nada el adecuado ni suficiente, pues en la actualidad dicha malla ya no funciona y en muchas partes ya no existe, ha sido arrastrada por el material o removida en una de las muchas veces que ha sido necesario limpiar el camino. Este talud está en constante movimiento de materia durante todo el día, por ello con el tiempo las cantidades de material que se acumulan son grandes y capaces de impedir el paso de vehículos, a causa de esto constantemente el municipio está removiendo el material que se acumula en él.

3.28 Talud faltante cuatro (46+810).

3.28.1 Trabajos realizados en 2009

3.28.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

Este talud presenta una dirección del buzamiento de 269° y un buzamiento de 86° .



Figura 3-148 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 4 en el 2016

El corte que se muestra en la (Figura 3-148) está construido de dos tipos de material, casi la totalidad está formado por una roca maciza y en la parte del lado izquierdo en una pequeña esquina se encuentra un depósito de material fino de color rojizo compuesto de arcilla y limo.



Figura 3-149 detalles de los problemas que presenta el talud en la actualidad (2016)

Este talud ha presentado grandes deslizamientos de tipo cuña y tipo circular, las cantidades de material que se han desprendido han sido grandes y capaces de impedir la circulación de los vehículos, en esta parte de la vialidad donde se localiza este talud, las cunetas de desagüe están totalmente obstruidas por el material de algún deslizamiento que se ha producido anteriormente, todo esto se puede ver con mayor claridad en la (Figura 3-149).

3.28.1.2 Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 4 (2009 - 2016).

En el inicio de la construcción de esta carretera, fue abierto este corte hace 7 años, al revisarlo ahora en la actualidad en el año (2016) podemos ver que no se realizó un estudio adecuado para darle estabilidad a este talud, por ende, el mismo ha presentado problemas de deslizamientos de tipo cuña y circulares, ya que no le fue colocado un método de estabilidad para evitar que esto pasara. Podemos decir que el constructor considera que el corte es estable y que no es necesario gastar en un estudio y mucho menos en un método para mantener la estabilidad, solo cree que es necesario colocar una malla de triple torsión colgada para evitar los caídos, sin embargo, no fue así y a falta de métodos de estabilidad este corte presenta en la actualidad condiciones inestables y ha mostrado muchos deslizamientos, los cuales ya han sido removidos de la vialidad pero es posible que se presenten otros deslizamientos.

3.29 Talud faltante cinco (47+010).

3.29.1 Trabajos realizados en 2009

3.29.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen, pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

Como se puede ver en la (Figura 3-150) el corte está en una curva muy extensa y en su totalidad está formado de roca, la cual se encuentra muy agrietada e intemperizada. Este talud esta inestable, en él se han producido muchos deslizamientos de tipo cuña y planar, las cantidades de material de roca que se han desprendido han sido muy grandes, las cuales taparon la vialidad y destruyeron por completo la carpeta asfáltica, en este punto fue más fácil y sobretodo seguro construir una terracería alterna para la circulación de los vehículos, ya que por donde fue trazada la carretera es imposible circular y muy riesgoso porque constantemente se están produciendo desprendimientos de rocas de tamaños considerablemente grandes, los cuales representan un riesgo para los pasajeros que circulan.

Este talud presenta una dirección del buzamiento de 248° y un buzamiento de 82° .



Figura 3-150 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 5 en el 2016

En la (Figura 3-150) es fácil apreciar que el talud presenta muchas fracturas y que por causa de ello se han formado planos de falla de donde se han producido deslizamientos.



Figura 3-151 detalle de cómo se ve la terracería la cual está sobre el material del corte.

Es claro ver en la (Figura 3-151) que la terracería es muy angosta y peligrosa ya que dicha terracería está construida sobre el material de los deslizamientos y está muy cerca del barranco, en este punto es casi imposible que circulen dos vehículos en un mismo tiempo y es un problema muy grave encontrarte con un vehículo, ya que el retroceder es peligroso.

3.29.1.2 *Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 5 (2009 - 2016).*

El talud que se presenta en la (Figura 3-150) fue cimentado hace 7 años, el constructor considero que este corte era estable que no necesitaba un estudio para conocer su estabilidad ni que requería de algún método para lograr la misma. Sin embargo, esto no fue cierto, este corte desde su construcción ha estado inestable y la prueba de ello es que es uno de los cortes más peligroso de esta vialidad. Donde la carretera ya no existe, ha sido necesario construir una terracería muy peligrosa para la circulación de los vehículos. Esta zona de la carretera es uno de los puntos con más riesgo de circular, por un lado, el coste representa el riesgo de que te caiga una roca ya que no está estable y por otro lado la terracería es muy angosta y está muy cerca del despeñadero puede caer si no se conduce con mucha precaución.

3.30 Talud faltante seis (47+810).

3.30.1 Trabajos realizados en 2009

3.30.1.1 Descripción general del talud.

Este talud no está registrado en el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Porque cuando se realizó este estudio y las visitas de campo para recaudar la información necesaria, este corte no existía. Posterior a la elaboración del documento se abrieron cortes nuevos, los cuales no aparecen, pero están dentro del tramo carretero en estudio, por ello se hará un breve análisis del estado que presenta este corte.

En talud que se muestra en la (Figura 3-152) es el corte más grande de esta vialidad y el más peligroso, desde su construcción ha presentado condiciones inestables ya que han ocurrido deslizamientos durante estos 7 años. Está compuesto de roca maciza y de depósitos de material fino. En la parte donde se localiza este corte ya no existe la carpeta asfáltica y la circulación de los vehículos ya no es posible por donde se trazó la carretera en un inicio, ya que esta zona se encuentra obstruida por el material de los muchos deslizamientos que se han suscitado en este corte. En la actualidad, para que circulen los vehículos, se ha construido una terracería, la cual representa un peligro para los conductores porque es muy angosta y está muy cerca del talud en un costado, por lo que se genera el peligro de que le pueda caer una roca a un vehículo y del otro costado se encuentra el despeñadero. Circular por este sitio es un riesgo muy grande.

Este talud presenta una dirección del buzamiento de 289° y un buzamiento de 73° .



Figura 3-152 imagen panorámica del estado actual del talud faltante 6 en el 2016



Figura 3-153 detalle que muestra la in estabilidad del talud.

Como se puede ver en la (Figura 3-153) el talud esta inestable, continuamente se están presentando deslizamientos de material o desprendimientos de rocas grandes que ruedan por la acción de la gravedad. Al ser este corte muy grande las cantidades de materiales que se obtienen en un deslizamiento son muy grandes y por ello han cubierto por completo la vialidad esto se puede ver con claridad en la (Figura 3-154), aquí podemos apreciar que ya no hay ningún indicio de la carpeta asfáltica ni siquiera señal de que por ahí pasaba la vialidad en su inicio. También se puede ver que uno de los problemas más grandes que ha tenido este corte es que presenta muchas fracturas y estas están rellenas de material fino, el cual, en presencia de agua, ha reaccionado y ha provocado los desprendimientos de las rocas y los deslizamientos del talud, los tipos de movimiento de material que se han suscitado en este corte son de tipo cuna y planar.



Figura 3-154 detalles de los problemas que presenta este corte.

Otro de los grandes problemas que este corte representa es que se están desprendiendo grandes rocas de la parte más alta del mismo y estas rocas están cayendo a grandes velocidades en la terracería que fue construida para la circulación de los vehículos, poniendo con esto en riesgo a todas las personas que por el circulan, y además en la parte más alta de este corte se están formando grandes grietas que están creando un plano de falla. Este corte en cualquier instante puede producir un deslizamiento de magnitud catastrófica todo esto se puede apreciar en la (Figura 3-155).



Figura 3-155 detalles que presenta el talud en la actualidad (2016).

3.30.1.2 Conclusión del estado en que se encuentra el talud faltante 6 (2009 - 2016).

Este corte presenta condiciones inestables, en la actualidad pasar por este punto de la vialidad es un peligro latente, ya que puedes ser aplastado por una roca que se desprenda de lo alto del corte o si no conduces con cuidado puedes caer en el despeñadero.

El constructor al inicio de esta vialidad consideró que no era necesario gastar dinero en un estudio de estabilidad para este corte y que mucho menos era necesario ponerle algún método de estabilidad al mismo, ya que él con su experiencia consideró que este talud presentaba condiciones estables y las tendría durante el periodo que fue diseñada la vialidad, sin embargo, esto no fue cierto ya que solo tiene 7 años que fue construida esta vialidad y este corte ya ha impedido la circulación en su totalidad y representa un riesgo muy grande para las personas que por necesidad circulan por esta vialidad. Se han presentado muchos deslizamientos y se tiene el riesgo de que se presenten muchos más de magnitudes desastrosas para la circulación y sobre todo para los pasajeros.

4 Conclusiones

Al revisar exhaustivamente el trabajo (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.**) de los investigadores Dr. Carlos Chávez Negrete y Dr. Eleazar Arreygue Rocha. Y compararlo con el estudio que se realizó a 7 años después de la construcción de este camino (en el 2016). Se puede ver que los estudios de geotecnia para la estabilización de taludes en carreteras son muy importantes, ya que con ellos se logra mantener una vialidad en buen estado y sobretodo se logra la seguridad de los pasajeros que por ella circularán. En esta revisión podemos darnos cuenta de que los tratamientos para la estabilidad de los cortes que fueron propuestos al inicio de la construcción de la vialidad no son tomados en consideración, y en algunos cortes nuevos que se abrieron no se requirió de un estudio geotécnico para mantener su estabilidad y por ello existen muchos problemas de inestabilidad de taludes. Para la mejor comprensión de estos problemas se presentan a continuación los casos con problemas más graves de esta vialidad.

Los taludes que presentan daños considerables a estudiar más a detalle son (talud 2, talud 4, talud 7, talud 8, talud 9, talud 14, talud 20, talud 21, talud I, talud II, talud III, talud IV, talud V y talud VI).

En la (Figura 4-1) se puede ver cuál es la ubicación de cada uno de estos cortes y se puede analizar cuáles son las pendientes de las laderas donde se realizaron los mismos. Se puede percibir con claridad en la (Figura 4-1) que las zonas donde se localizan los taludes con mayores problemas, son zonas donde se presentan las pendientes con inclinaciones mayores, las cuales están en los rangos de 45-60 grados y en algunos puntos de estos taludes hay inclinaciones mayores a los 60 grados. Con ello podemos deducir que uno de los factores que influyen en la inestabilidad de los taludes es la inclinación del terreno natural donde se realizarán los cortes, ya que el terreno presenta pendientes fuertes en estado natural. Al abrir el corte se tendrá que estabilizar con una inclinación mucho mayor a estas, por ello es necesario que a los taludes les sea construido o colocado un método de estabilidad, ya que para las inclinaciones a las que se deberán de dejar los taludes, será muy difícil que el material que forma a estos mismos quede en reposo. Tal vez a simple vista al abrir el corte se aprecie que los taludes están estables, sin embargo, con un factor externo que sea capaz de aumentar el peso del material o funcione como deslizante en grietas se pueden producir grandes movimientos de materiales. Este factor en esta vialidad y en muchas otras es la presencia de agua. Y esto se puede comprobar porque la mayoría de los movimientos que se han suscitado en esta vialidad han sido en temporada de lluvia y se han presentado cuando está precipitando.

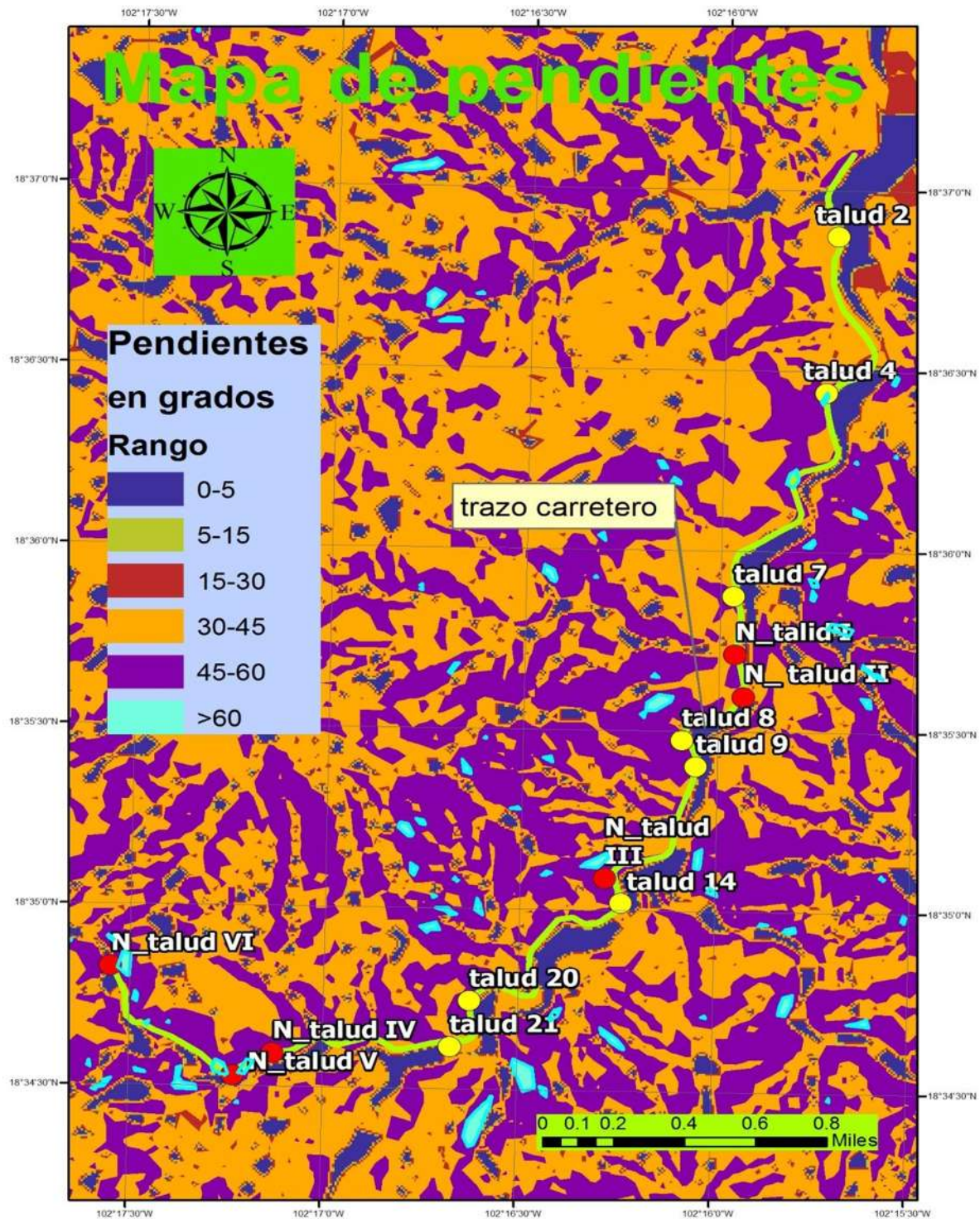


Figura 4-1 localización de los costes con problemas dentro del mapa de pendientes.

Se considera como otro factor externo causante de la inestabilidad de los taludes, la problemática geológica estructural que tiene el lugar donde se construye la vialidad. Podemos verificar en la carta geológica minera general Francisco Villalaz Cruces que existen algunos problemas de estructura geológica en la zona

donde es construida la carretera. Ver (Figura 4-2) en la cual se puede apreciar los taludes con mayor problema y la carta geológica, las distancias de los cortes a los problemas estructurales geológicos van desde 0 m hasta 1000 m.

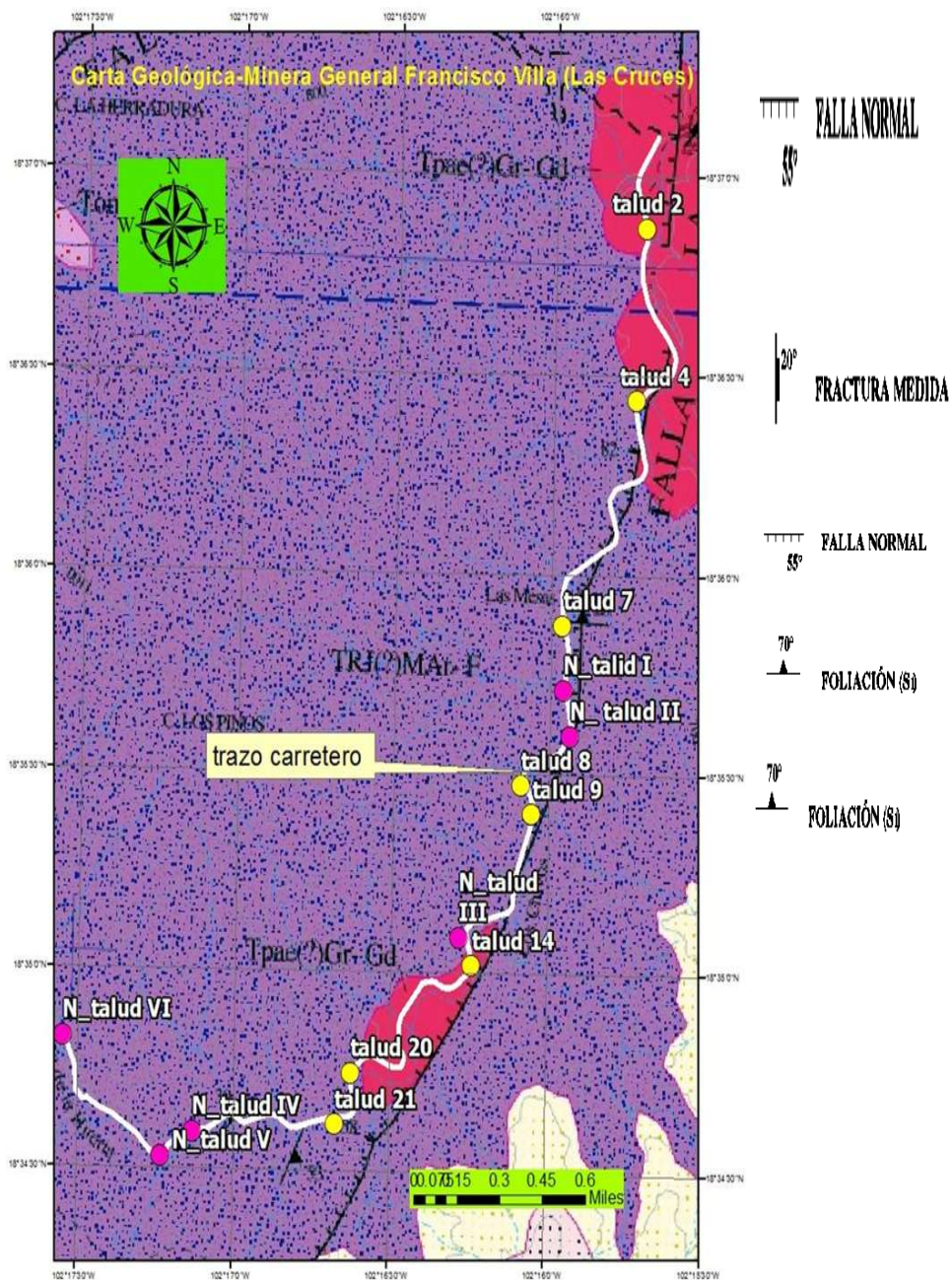


Figura 4-2 carta geológica minera las cruces identificación de problemas estructurales en los taludes.

Uno de los problemas estructurales que es de mayor importancia para la estabilidad de los taludes, es la falla normal que está marcada en la carta geológica minera las Cruces y que va a lo largo de todo nuestro tramo carretero en estudio, en algunos puntos donde se han presentado problemas, esta falla está a una distancia de 0 metros. Por lo cual para analizar si la falla es causante de la inestabilidad de algunos taludes se realizó un perfil topográfico para ver el desplazamiento de los dos bloques que forman la falla, esto se puede observar en (Figura 4-3). Donde se aprecia que no existe desplazamiento entre bloques, ya que no se presenta ninguna discontinuidad en el perfil como se esperaba. Por ello se realizaron muchos más perfiles y el resultado es el mismo, no presenta ninguna discontinuidad, con esto se considera que la falla normal no tiene influencia en la inestabilidad de los taludes y esto nos dice que los problemas geológicos estructurales de la zona donde se construyó la vialidad no tiene responsabilidad alguna con la problemática que se está presentando de inestabilidad de taludes.

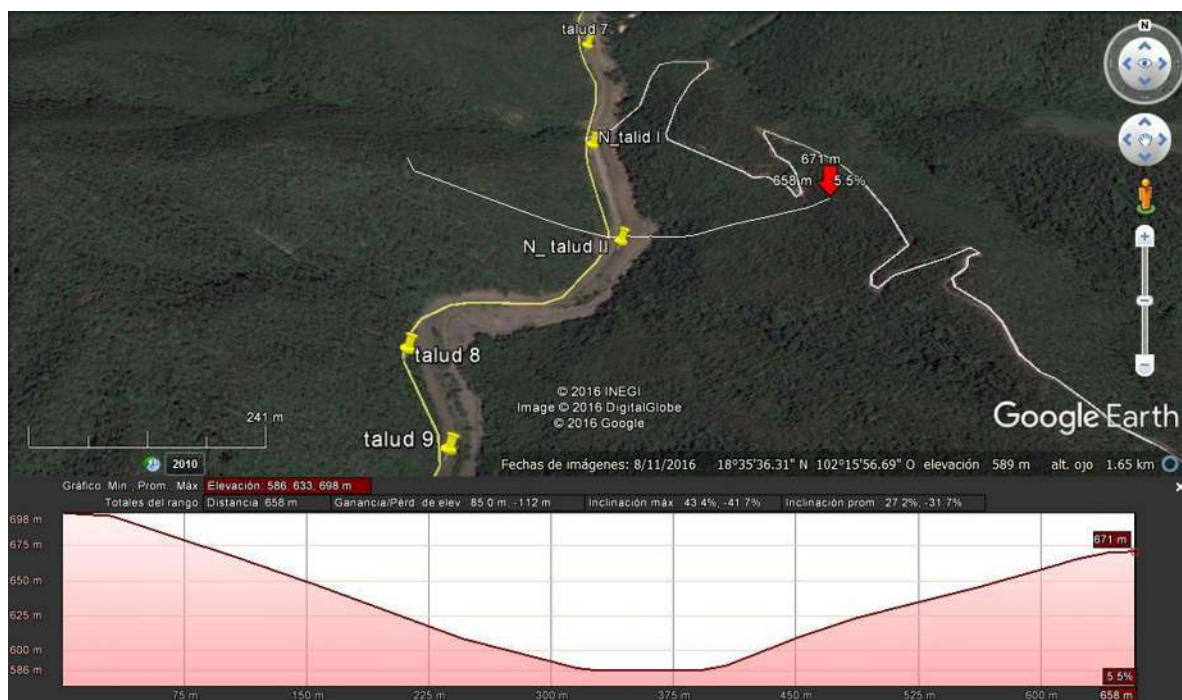


Figura 4-3 perfil topográfico de un punto en el tramo carretero donde se muestra que no existe discontinuidad por la falla normal.

En la (Tabla 4-1) se presentan los taludes con problemas y se realiza un resumen de estos para una mayor comprensión y mayor facilidad de apreciación de los detalles.

Nº y coordenadas	Tipo de material	inclinación natural y del corte y dirección de buzamiento	Problema que presenta	Causa del problema	Se considera o no en el trabajo inicial
2 -(40+370)	Andesita, deposito talud, deposito aluvial y deposito fino.	Natural 30° - 45° Corte 75° dirección de buzamiento 110°	Falla en tipo cuña, inclinación (plano a: 43° y b:42°) dirección de buzamiento (plano a: 136° y b:086°)	Inclinación y la roca forma plano de falla favorable.	Si
4- (41+200)	Andesita, depósito de talud, deposito aluvial.	Natural 45° - 60° y > 60° Corte 80° dirección de buzamiento 110°	1): falla planar. (Inclinación: 69°) dirección de buzamiento 106° 2): cause del rio.	1): intemperismo y pendiente. 2): cercanía al cauce del rio.	1): si 2): no
7- (42+570)	Andesita, milonita, depósito de talud y depósito aluvial.	Natural 45° - 60° Corte 75° dirección de buzamiento 070°	Falla de tipo circular, (Inclinación: 72°) dirección de buzamiento 070°	El grado de intemperización y la inclinación del talud	no
8 – (43+230)	Andesita, depósito de talud, deposito aluvial y deposito fino.	Natural 45° - 60° Corte 75° dirección de buzamiento 145°	1): falla circular, (Inclinación: 70°) dirección de buzamiento 150° 2): escurrimiento natural.	1): la inclinación del talud y la precipitación 2): tapada su obra de drenaje	1): no 2): no
9- (43+550)	Andesita y depósito de talud	Natural 45° - 60° Corte 65° dirección de buzamiento 070°	Falla tipo circulares, (Inclinación: 56°) dirección de buzamiento 079°	La inclinación, el tipo de material y la presencia de agua.	no
14 –(44+420)	Andesita, depósito de talud, deposito aluvial.	Natural 45° - 60° Corte 70° dirección de buzamiento 065°	Falla de tipo planar, (Inclinación: 63°) dirección de buzamiento 076°	El intemperismo, la orientación de las grietas y la inclinación del talud favorable.	si
20- (45+540)	Andesita, milonita, depósito de talud y depósito aluvial.	Natural 45° - 60° Corte 80° dirección de	1): falla tipo planar, (Inclinación: 64°) dirección de buzamiento 122°	La inclinación, la presencia de agua, grietas y el	si

		buzamiento 122 °	2)falla tipo circular, (Inclinación: 67 °) dirección de buzamiento 120 °	intemperismo.	
21-(45+820)	Andesita, milonita y depósito de talud	Natural 45 ° - 60° Corte 70° dirección de buzamiento 175 °	Fallas tipo planar, (Inclinación: 62 °) dirección de buzamiento 182 °	Intemperismo , inclinación, grietas y orientación de los planos de falla.	si
I-(42+900)	Andesita	Natural 30 ° - 45 ° Corte 70° dirección de buzamiento 100 °	1): falla tipo planar, (Inclinación: 61 °) dirección de buzamiento 086 ° 2)falla tipo cuña, (Inclinación, planos a: 62 ° y b: 61 °) dirección de buzamiento (plano a: 070 ° y b:093 °)	La inclinación, la presencia de agua, grietas y el intemperismo.	no
II-(43+027)	Andesita	Natural 30 ° - 45 ° Corte 72° dirección de buzamiento 047 °	1): falla tipo planar, (Inclinación: 64 °) dirección de buzamiento 062 ° 2)falla tipo circular, (Inclinación: 67 °) dirección de buzamiento 058°	La inclinación, la presencia de agua, grietas y el intemperismo.	no
III-(44+290)	Andesita, deposito talud y deposito fino.	Natural 45° - 60° Corte 58° dirección de buzamiento 138 °	Disgregación	Las pendientes y el intemperismo.	no
IV-(46+810)	Andesita y depósito fino.	Natural 45° - 60° Corte 86° dirección de buzamiento 269 °	1): falla tipo cuña, (Inclinación, planos a: 81 ° y b: 73 °) dirección de buzamiento (plano a: 223 ° y b:272°) 2)falla tipo circular, (Inclinación: 60 °) dirección de buzamiento 270 °	La inclinación, la presencia de agua, grietas y el intemperismo.	no

V-(47+010)	Andesita.	Natural 45° - 60° y > 60° Corte 82° dirección de buzamiento 248°	1): falla tipo cuña, (Inclinación, planos a: 73° y b: 69°) dirección de buzamiento (plano a: 229° y b: 260°) 2) falla tipo planar, (Inclinación: 65°) dirección de buzamiento 251°	Gran cantidad de grietas, inclinación del material y la presencia de agua.	no
VI-(47+810)	Andesita y depósito fino.	Natural 45° - 60° y > 60° Corte 63° dirección de buzamiento 289°	1): falla tipo planar, (Inclinación: 57°) dirección de buzamiento 292° 2) falla tipo circular, (Inclinación: 57°) dirección de buzamiento 290°	1): gran cantidad de grietas, relleno en las grietas e inclinación del material. 2): la presencia de agua y la inclinación.	no

Tabla 4-1 resumen de la comparación de los estudios.

Haciendo mención a los detalles que se observan en la (Tabla 4-1) se puede concluir que las pendientes encontradas en los taludes son de un promedio entre los 70 y 80 grados las cuales son pendientes fuertes. Aunado a que la mayoría de los cortes están formados de roca muy agrietada e intemperada y de depósitos de materiales, se tiene que las fallas más comunes que se han presentado son, planar, circular y de cuña. Los problemas más comunes por los cuales se han presentado estas fallas y que son los que están afectando a los cortes son, la presencia de precipitación, la inclinación del talud, los planos de falla favorables a la inclinación y el intemperismo. Todos estos problemas que se han detectado ya antes avían sido previstos en el estudio inicial, esto lo podemos verificar ya que la mayoría de los problemas que se han presentado son marcados en los detalles de cada talud y le es detallado al constructor, que debe de hacer para que este problema no suceda y en algunos puntos donde no se hace mención específica del problema que ocurrirá, si se especifica que el corte necesita un método de estabilización adecuado al problema que en la actualidad se ha presentado, por ello me atrevo a decir que todos los problemas de estabilidad de taludes que se han presentado fueron previstos en el estudio (**ESTABILIDAD DE TALUDES DEL**

CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.). Y también la solución a cada uno de estos problemas.

El estado que presenta la vialidad en la actualidad es por causa del desinterés del constructor para colocar los métodos de estabilidad o realizar los estudios a los cortes que fueron abiertos después del primer trabajo. Con esta revisión logramos darnos cuenta que las perdidas monetarias que se han dado son muy grandes, y que la vialidad no ha cumplido el propósito para lo que fue hecha, ya que solo funciono durante 4 años y desde entonces, es un riesgo para las personas que circulan por ella, se ha visto que en muchas ocasiones esta vialidad ha dejado de operar, a causa de que un movimiento impide la circulación en algún punto. Con todo esto se confirma que los estudios geotécnicos en un proyecto carretero son de una importancia para lograr que la vialidad cumpla con su periodo de vida y sea segura para los pasajeros.

5 Referencias bibliográficas

Apellido Inicial del nombre, (año). Título de la publicación. Editorial

INEGI. (2009). Características edafológicas, fisiográficas, climatológicas e hidrográficas de México.

Martínez Andrés G. (2015). Para todo México <http://www.paratodomexico.com/geografia-de-mexico/relieve-de-mexico/provincia-sierra-madre-del-sur.html> 16/11/2016

INEGI. (2007). Carta geológica de la república mexicana. http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/sgm2000.pdf 16/11/2016

INEGI. (2010). Carta Geológica Minera General Francisco Villa (Las Cruces), E13-B69.

INEGI. (2011). DICCIONARIO DE DATOS GEOLÓGICOS.

Politecnicavila. (). CAJA N°4: ROCAS METAMÓRFICAS <http://politecnicavila.usal.es/webrocas/RMetamorficasWeb.htm> 16/11/2016

Politecnicavila. (). CAJA N°5: ROCAS ÍGNEAS PLUTÓNICAS <http://politecnicavila.usal.es/webrocas/RIPlutonicasWeb.htm> 16/11/2016

NOM-011-CNA. (2000). NORMA Oficial Mexicana Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Chavez Negrete Carlos, Arreygue Rocha Eleazar. (2009). ESTABILIDAD DE TALUDES DEL CAMINO CUPUAN DEL RIOTUMBISCATIO, TRAMO 40+000 AL 52+000.

Ramírez Oyanguren Pedro, Alejano Monge Leandro. (2004). Mecánica de Rocas: Fundamento e ingeniería de taludes.