

ENERO 2016

- EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PORTAL DEL TÚNEL,
DONDE SE PRODUCIERON DESPRENDIMIENTOS

Contiene

PARTE 2

INFORME DEL ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN DEL
DIAGNÓSTICO REALIZADO EN EL 2010 SOBRE LAS
PATOLOGÍAS EXISTENTES DEL TÚNEL GUAYASAMÍN,
ASÍ COMO LA ESTABILIDAD DEL PORTAL DONDE SE
PRODUCIERON LOS DESPRENDIMIENTOS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ALCANCE Y OBJETIVOS	1
3.	UBICACION DEL PROYECTO	2
4.	METODOLOGÍA	2
4.1.	Revisión de información existente	2
4.2.	Vista Preliminar al Sitio	3
4.3.	Planificación de trabajos de campo	3
4.4.	Geología de detalle	3
4.5.	Hidrología - Hidráulica.....	5
4.6.	Procesamiento de la información	6
4.7.	Caracterización de los taludes a analizar	6
4.8.	Elaboración de planos de detalle.....	6
5.	HIDROLOGÍA - HIDRÁULICA.....	6
5.1.	Metodología para el estudio	7
5.2.	Información de Campo	7
5.3.	Superficie de aportación	8
5.4.	Determinación del Tiempo de concentración.....	8
5.5.	Intensidad de la Precipitación	9
5.6.	Determinación de caudales Máximos.....	10
5.7.	Método Racional.....	11
5.7.	Determinación del coeficiente de escorrentía C.....	11
5.8.	Determinación de los Caudales.....	12
5.9.	Determinación Hidráulica de cunetas de coronación en base a la hidrología obtenida.....	12
5.1.	Obras Hidráulicas a ejecutarse	14
6.	GEOLOGÍA DE DETALLE.....	15
6.1.	Geología.....	15
6.2.	Geomorfología	15
6.3.	Tectónica.....	15





6.4.	Amenaza Sísmica.....	16
6.5.	Litografía.....	17
6.6.	Características Geológicas Locales.....	17
6.6.1.	VB-4 Tobas Intermedias (Piroclastos de caída).....	18
6.6.2.	VB-3 Brecha Volcánica inferior (Depósito de Flujo Piroclástico).....	18
6.6.3.	VB-2 Tobas Superiores (Piroclastos de caída).....	20
6.6.4.	Brecha volcánica superior (Flujo Piroclástico y Lahar).....	21
6.6.5.	VSI Lava Andesítica Fracturada.....	22
6.6.6.	VSB Lava en Bloques.....	24
6.6.7.	PS-7 Brecha Tobásea Inferior (Flujo Piroclástico).....	26
6.6.8.	Cangahua.....	27
6.6.9.	Coluvial.....	27
6.6.10.	Perfil Geológico.....	27
7.	SOLUCIÓN PROPUESTA.....	29
8.	CONCLUSIONES.....	30
9.	RECOMENDACIONES.....	31
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	32
11.	ANEXOS.....	33

TABLAS

Tabla 1	Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Brecha Volcánica Inferior VB-3.	19
Tabla 2	Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Toba Superior VB-2.....	20
Tabla 3	Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Lava Andesítica Fracturada VSI.	23
Tabla 4	Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Lava Andesítica en bloques VS-	25
Tabla 5	Características Geomecánicas y Geotécnicas de Brecha Tobácea Inferior PS-7... .	26



FIGURAS

2	Ubicación del Proyecto	Figura 1
4	Levantamiento Geológico.....	Figura 2
5	Bajante gradado existente.....	Figura 3
5	Cunetas laterales.....	Figura 4
6	Rejillas transversales	Figura 5
16	Mapa Tectónico del Valle de Quito , Villalómez (2003)	Figura 6
21	Talud - Zona de estudio.....	Figura 7
22	Talud aledaño a la zona de estudio.	Figura 8
28	Perfil Geológico.....	Figura 9
29	Sistema de malla y cables con anclajes.....	Figura 10



1. INTRODUCCIÓN

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito a través de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMOP) a fin de garantizar a la comunidad el adecuado servicio de su infraestructura vial, de acuerdo a las recomendaciones realizadas en el estudio de consultoría "Estudios de Valoración de Daños, Diagnóstico de Patologías y Recomendaciones Técnicas del Túnel Oswaldo Guayasamín de la Vía Interoceánica", realizado con la PUC, mediante Contrato de Consultoría No. 2010-0166 ejecutado en el año 2010, y luego del enjambre sísmico producido a mediados del mes de Agosto, de 2014, que ha ocasionado que se produzcan desprendimientos de material en los taludes de salida del Túnel Guayasamín, la EPMOP ha decidido profundizar en los estudios iniciales y realizar un estudio de evaluación de la condición tanto de la estructura del túnel como de los taludes que componen esta importante estructura.

2. ALCANCE Y OBJETIVOS

El alcance del presente trabajo es, proponer medidas de estabilidad del talud ubicado a la salida oriental del Túnel Guayasamín, hacia el peaje, ingresando 200 m por la antigua vía Interoceánica.

Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

Proponer y Diseñar medidas de estabilidad para el talud en estudio.

Realizar un levantamiento topográfico de detalle a escala 1:100 de la zona de estudio, con curvas de nivel a cada metro.

Evaluar las condiciones hidrológicas hidráulicas del talud.

Realizar un levantamiento geológico del sitio en análisis.



3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto, se localiza en la Provincia de Pichincha, en la ciudad de Quito, a la salida del Túnel Guayasamín hacia el peaje. Para llegar a la zona de interés se debe ingresar por la antigua vía interoceánica aproximadamente 200,0 m.

En el Anexo No.1 del presente informe se puede observar la ubicación del proyecto .

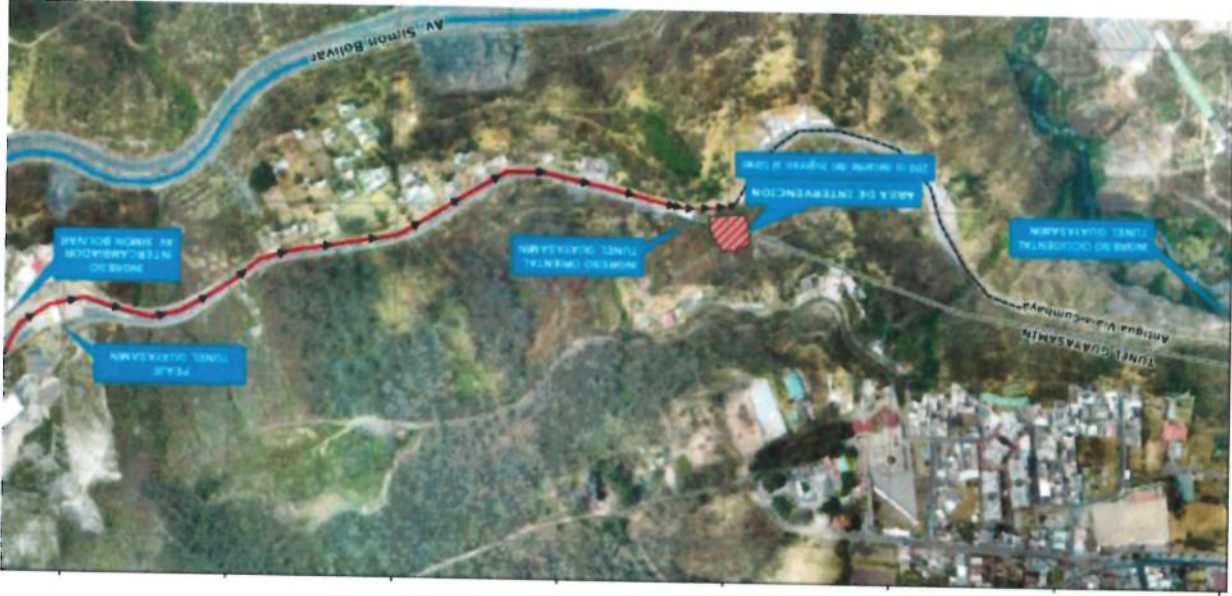


Figura 1 Ubicación del Proyecto

4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la evaluación de la estabilidad del talud y medidas de remediación se ha resumido en los siguientes aspectos:

4.1. Revisión de información existente

Como información tuvo como referencia el Estudio Geológico - Geotécnico realizado por el consorcio ASTEC - HIGEECO - LEÓN & GODOY, en el año 2001. (Esc. 1:5000), con esta información se planificó la visita de campo.



4.2. Visita Preliminar al Sitio

Se realizó una visita preliminar al proyecto para el diagnóstico inicial del sitio a analizar, el cual fue establecido por el Ing. Marco Sánchez de la EPM-MOP.

4.3. Planificación de trabajos de campo

Una vez revisada la información disponible y realizada la visita de campo, se define las actividades a realizar. Debido al tipo de material encontrado y lo agreste de la topografía, no se considera la realización de perforaciones mecánicas o calicatas. La caracterización de los materiales, y la determinación de parámetros geotécnicos se realizarán a partir del estudio realizado por el Consorcio en el año 2001.

4.4. Geología de detalle

Se ha realizado el levantamiento geológico de detalle en campo. La zona de inestabilidad está situada entre las abscisas 1+355 y 1+405 Km, estas abscisas han sido medidas a partir del trazado del Túnel, el proyecto presenta pendientes de hasta 75°, con una variación de altura de 60.00 m aproximadamente. En las figuras siguientes, se puede apreciar los materiales encontrados en el talud de estudio, incluso se puede observar ciertas zonas que han sido intervenidas con recubrimiento de hormigón lanzado y malla.



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
Quito - Ecuador
www.puce.edu.ec
Telf: 2991700 ext. 1529
grealper@puce.edu.ec



Figura 2 Levantamiento Geológico



4.5. Hidrología - Hidráulica

Se ha realizado una visita al sitio del proyecto con el especialista hidráulico, en donde se evaluaron las condiciones hidráulicas del talud, adicionalmente se pudieron identificar obras hidráulicas en la vía de servicio lateral (cunetas), un bajante gradado con una considerable falta de mantenimiento.



Figura 3 Bajante gradado existente



Figura 4 Cunetas laterales

Al observar el talud, se puede evidenciar la presencia de puntos erosionados, con deslizamientos en la parte superior y en el pie del talud, los desprendimientos de la capa vegetal por gravedad, debido a las intensas lluvias que se produjeron en este invierno, las

5. HIDROLOGÍA - HIDRÁULICA

4.8. **Elaboración de planos de detalle**
Una vez definida la solución para la estabilidad del talud se procederá a la elaboración de los planos de detalle. Adicionalmente se incluirán los rubros necesarios para la estabilidad del talud, cantidades de obra y especificaciones.

4.7. **Caracterización de los taludes a analizar**
Una vez procesada la información existente, el trabajo de campo representada por el estudio geológico; se procede a la caracterización de los suelos que conforman el talud objeto del estudio.
Cabe señalar que el objetivo final de la caracterización será obtener parámetros, ya sea de suelo como de roca, que nos permita realizar modelos matemáticos para determinar la estabilidad de cada sitio.

4.6. **Procesamiento de la información**
La información recabada ha sido organizada con la finalidad de determinar las características geomecánicas de los materiales que conforman el talud.

Figura 5 Rejillas transversales



Av. 12 de octubre 1076 y Roca
Telf: 2991700 ext: 1529
grealper@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador





mismas que están localizadas en cauces y especialmente en el talud, influenciado por en corte efectuado en la vía.

5.1. Metodología para el estudio

El Estudio Hidrológico de drenaje, se limita a la caracterización hidrológica, la observación de los sitios del talud afectados por el agua de escurrimiento superficial y subterráneo; por lo que se ha ajustado el procedimiento, de la siguiente manera:

Evaluación del drenaje en el talud superior:

- Observación de campo, para la determinación e inventario de obras hidráulicas existentes y definición de los sitios afectados del talud.
- Determinación y trazado de las microcuencas en el talud. Cálculo de características físico-morfométricas principales.
- Cálculo de la intensidad de precipitación, basándose en la estación Meteorológica de Itaquito.
- Cálculo de caudales.

Selección de obras fundamentales a realizarse:

- Determinación de las obras que se requerirían en el componente de drenaje del talud, en función de los riesgos existentes.
- Establecimiento de las cantidades de obra de drenaje.

5.2. Información de Campo

Comprende el inventario recopilado en el campo, los datos del levantamiento topográfico y la información existente sobre la zona.

No existen obras de drenaje sobre el talud, solamente existen obras en la vía de servicio lateral, un bajante pero con una considerable falta de mantenimiento, que evidencia el mal funcionamiento de las obras existentes.



5.3. Superficie de aportación

Siendo el objetivo fundamental del estudio el buscar drenar adecuadamente el talud en su totalidad, se efectuó un análisis a nivel de microcuencas, para lo cual se efectuó el trazado utilizando la topografía reciente más la fotografía satelital.

Los parámetros usados en el estudio son:
 A : Área de la cuenca en m²
 Hmax: Altura máxima en m
 Hmin: Altura mínima en m
 H : Desnivel total de la cuenca en m
 Lr : Longitud del cauce principal en m

MicroCuenca	Hmax (m)	Hmin (m)	Lc (m)	A (Km ²)	Pendiente (%)
1	2897	2772	155	0.010424	81%
2	2893	2773	121	0.011051	99%

5.4. Determinación del Tiempo de concentración

Existen varios métodos o fórmulas que permiten definir el tiempo de concentración. Para el presente caso se utilizó la fórmula de KIRPICH, la misma que se ha comprobado, arroja resultados satisfactorios para el efecto.

$$T_c = (0.87 \frac{L}{H})^{0.385}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas
 L = Longitud del cauce principal en Km.
 H = Desnivel (Hmáx-Hmín) en m.

El tiempo de concentración, para las áreas pequeñas, se adoptó con un valor mínimo de 12 minutos, de acuerdo a las recomendaciones de la EPSAAP_Q; es decir, esta norma se aplica para todos los casos en este proyecto.

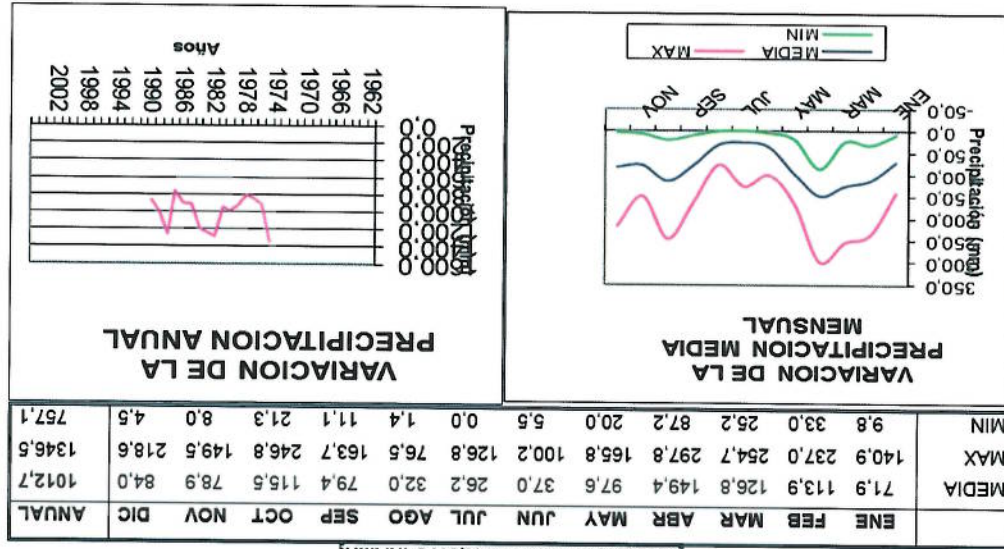
El problema más grave para el mantenimiento estable del talud en estudio lo constituye la evacuación total de las aguas de escurrimiento. En condiciones satisfactorias el sistema deberá eliminar la cantidad de agua proveniente de una precipitación pluvial, para recurrencia de 10 años, pero debido a las variaciones encontradas con el cambio climático, consecuencia del aumento de las intensidades, se ha asumido un periodo de retorno de 50 años.

MicroCuenca	Hmax (m)	Hmín (m)	Lc (m)	Tc (min)	Tc adoptado (min)
1	2897	2772	155	1.03	10
2	2893	2773	121	0.78	10

5.5. Intensidad de la Precipitación

Se analiza en primer lugar la variabilidad de la precipitación media a lo largo del año a fin de conocer el régimen que afecta la zona. Se ha utilizado los datos de precipitación mensual del período 1963-2006, recopilados en la estación de Iñaquito.

ESTACION: M-024 IÑAQUITO INAMHI
PRECIPITACION (mm)





Como se observa, la precipitación media mensual se presenta en dos picos anuales, el más grande en abril y el segundo en octubre. El periodo de estaje corresponde a los meses de junio a septiembre. El régimen es típicamente interandinino.

La precipitación media anual en la zona es:

$$P_{am} = 1012.7 \text{ mm}$$

Para la determinación de la intensidad de la precipitación se emplearon los datos oficiales más actualizados para la zona, los mismos que corresponden al Informe Preliminar: Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de las Principales Estaciones Pluviométricas de Quito, publicación del Proyecto SISSHILAD, ejecutado mediante Convenio EPSAAP_Q, INAMHI y ORSTOM.

La ecuación se ha empleado para una duración mínima de 10 minutos y periodos de recurrencia (Tr) 50 años. Se ha calculado la Intensidad de la Precipitación, según la ecuación siguiente, deducida basándose en datos de la estación de Inaquito-INAMHI, para un periodo de observaciones de 23 años, desde 1.973 a 1.996.

$$I = (76.8002 \cdot T^{0.0818} \cdot [\ln(1+3)]^{1.7343} \cdot (\ln T)^{0.2784}) / 1.15847$$

Donde:

- I - Intensidad de la precipitación en mm/h
- T - Tiempo de recurrencia en años
- t - Duración de la precipitación en minutos

Los valores de intensidad calculados son los siguientes;

Cuenca	Tr(años)	I (mm/h)
Zona Noroccidental de Quito	50	135.58

5.6. Determinación de caudales Máximos

De acuerdo a las propuestas de los diferentes tratados de hidrología y las recomendaciones dadas por las Normas De Diseño de Obras de Drenaje del MTOF y Normas Sanitarias de la EPSAAP_Q, para el presente estudio y en razón de tener áreas de aporte catalogadas como "pequeñas" se utilizó, para el cálculo del caudal máximo de diseño, el Método Racional.



Método Racional

El método se basa en las siguientes consideraciones: si una lluvia de intensidad uniforme (I) cae sobre la totalidad de una cuenca y dura el tiempo necesario para que todas sus partes contribuyan al derrame en el punto de descarga, el caudal resultante será directamente proporcional a la intensidad de precipitación menos las pérdidas por infiltración y evaporación estimadas a través del coeficiente de escurrimiento (C).

$$\bar{Q} = \frac{3.6}{C * I * A}$$

Donde:

- Q: Caudal calculado en m³/s
- C: Coeficiente de escorrenña
- I: Intensidad de precipitación en mm/h
- A: Area de la cuenca en Km²

T	Tc	I	C	A (m ²)	A (km ²)	Q m ³ /s
1	50	10	0.45	10424.22	0.01042422	0.18
2	50	10	0.45	11050.9	0.0110509	0.19

5.7. Determinación del coeficiente de escorrenña C

Para el cálculo del valor de C, se acudió al análisis de los datos del complejo suelo-vegetación y los criterios del Manual de Drenaje del MTOP, expresados en la Tabla III-5, referentes al suelo, la vegetación y la permeabilidad.
 El valor del coeficiente de escurrimiento promedio para las cuencas y para conducción en PVC es:
 Zona del Proyecto:

Tipo de Superficie	C
Cuencas	0.45



5.8. Determinación de los Caudales
 $Q_{total} = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$
 $T_r = 50 \text{ años}$

5.9. Determinación Hidráulica de cunetas de coronación en base a la hidrología obtenida

Calculo de trante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Tiempo:

Revestimiento: Proyecto:

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.37"/> m ³ /s	Archo de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/> m	Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	Pendiente (S):	<input type="text" value="0.04"/> m/m		

Resultados:

Trante normal (V):	<input type="text" value="0.2059"/> m	Perimetro (P):	<input type="text" value="0.9118"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1030"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1129"/> m
Espajo de agua (T):	<input type="text" value="0.5000"/> m	Velocidad (V):	<input type="text" value="3.5940"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.5288"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.8642"/> m·kg/kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Superficial"/>		

04/01/2016 21:53 Sistema al menú principal

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora



Calculo de frente normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **Túnel 0, Guayasamin** | Tamaño: **0**

Proyecto: **Revestimiento** | Revestimiento: **Hormigón**

Diagrama de sección:

Requeridos:

Perímetro (P)	1.0329 m	Radio hidráulico (R)	0.1290 m	Velocidad (V)	2.7771 m/s	Energía específica (E)	0.6596 m.kg/Kg
Área hidráulica (A)	0.1332 m ²	Espesor de agua (T)	0.5000 m	Número de Froude (F)	1.7177	Tipo de flujo:	Superficial

Datos:

Caudal (Q)	.37 m ³ /s	Ancho de solera (b)	.5 m	Talud (Z)	0	Rugosidad (n)	.013	Pendiente (S)	.02 m/m
------------	-----------------------	---------------------	------	-----------	---	---------------	------	---------------	---------

Fecha las operaciones: 04/01/2016 21:53

Calculo de frente normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **Túnel 0, Guayasamin** | Tamaño: **0**

Proyecto: **Revestimiento** | Revestimiento: **Hormigón**

Diagrama de sección:

Requeridos:

Perímetro (P)	0.8555 m	Radio hidráulico (R)	0.1039 m	Velocidad (V)	4.1637 m/s	Energía específica (E)	1.0613 m.kg/Kg
Área hidráulica (A)	0.0689 m ²	Espesor de agua (T)	0.5000 m	Número de Froude (F)	3.1534	Tipo de flujo:	Superficial

Datos:

Caudal (Q)	.37 m ³ /s	Ancho de solera (b)	.5 m	Talud (Z)	0	Rugosidad (n)	.013	Pendiente (S)	.06 m/m
------------	-----------------------	---------------------	------	-----------	---	---------------	------	---------------	---------

Fecha las operaciones: 04/01/2016 21:54



Se denota que la velocidad máxima en hormigón no es sobrepasada por lo que se adopta una sección de 0.50x0.50 para cunetas de coronación y cunetones laterales de vía.

5.1. Obras Hidráulicas a ejecutarse

Se han establecido las obras de drenaje, en dependencia de lo existente y de la proyección requerida a fin de darle un óptimo funcionamiento al diseño propuesto. En el Anexo No. 2 se puede apreciar el mapa de cuencas definido para el sitio inestable, adicionalmente en el Anexo fotográfico se puede observar la secuencia de las fotos de la infraestructura existente.

La implantación de las obras hidráulicas, se encuentra en el plano (AOC-DFT-001).

CANTIDADES DE OBRA		
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
Excavación para cuneta de coronación	m ³	148.50
Hormigón para cuneta de coronación	m ³	28.05
Acero Fc= 2400 km/cm ² para cuneta coronación (malla 8mm 10x10)	kg	1823.25
Excavación para bajante gradado	m ³	18.00
Hormigón para bajante gradado	m ³	3.40
Acero Fc= 2400 km/cm ² para bajante gradado (malla 8mm 10x10)	kg	221.00
Remoción de hormigón cuneta lateral dañada	m ³	4.48
Excavación para cuneta lateral rectangular	m ³	37.38
Hormigón para cuneta lateral y canal de cruce en vía (rectangular)	m ³	15.13
Rejilla para sumidero 1.00x0.60	u	20



6. GEOLOGÍA DE DETALLE

La siguiente parte del informe se enfoca en una descripción de las características geológicas en el sector del portal de salida del Túnel Guayasamín, específicamente en el talud ubicado aproximadamente 200m al occidente de la salida oriental del túnel. Dicho talud muestra rasgos de inestabilidad, presentando un deslizamiento antiguo.

6.1. Geología

El valle interandino presenta productos volcánicos que tienen edades desde el plioceno temprano hasta el presente (Barberi, 1988), sus productos incluyen flujos de lava de composición básica a intermedia, flujos piroclásticos y domos (Hall y Beate, 1991). La Cuenca de Quito es una depresión topográfica con dirección aproximada N-S, de forma alargada y de tres a cinco kilómetros de ancho (Alvarado, 1996), en esta cuenca se ha depositado material de origen volcánico. La formación de esta cuenca está directamente relacionada con la actividad del sistema de fallas de Quito, cuya expresión morfológica es una serie de lomas alargadas de dirección N-NNE, situadas en el borde este de la ciudad. (Villagómez, 2003). Esta estructura tectónica ha sido dividida en tres segmentos principales que tienen un buzamiento hacia el oeste, siendo las: Lomas Calderón-Catequilla, Lomas Batán- La Bota y Lomas Ilumbisti - Puengasi. (Eguez y Alvarado, 1994).

6.2. Geomorfología

La Ciudad de Quito se encuentra en la depresión interandina, rodeado por un relieve montañoso, conformado al Este por las lomas Ilumbisti - Batán - La Bota, con alturas máximas de 3000 msnm, formadas como resultado de levantamientos tectónicos, producto del sistema de fallas inversas Quito. Al Occidente, el valle se encuentra limitado por el complejo volcánico Pichincha, formando de esta manera un valle con una configuración alargada y estrecha, con un promedio de 6 km de ancho.

6.3. Tectónica

La zona del Callejón Interandino, en donde se encuentra Quito, existe un ambiente tectónico activo, formado por el Sistema de Fallas Quito.

Según Villagómez, "todas las evidencias indican que el sistema empezó a propagarse desde el Norte en una serie de pulsos a lo largo de los segmentos que colectivamente forman el sistema de fallas activas inversas de Quito".

Los datos sobre aceleraciones sísmicas corresponden siempre al caso de estratos de suelo firme o roca, a pesar de que muy pocas veces las estructuras se cimientan sobre estratos de este tipo.

El valor calculado para la aceleración máxima en roca en un lapso de 50 años y una probabilidad de excedencia del 10% es igual a 0.273 g.

puede generar eventos de magnitud máxima de 7.0.

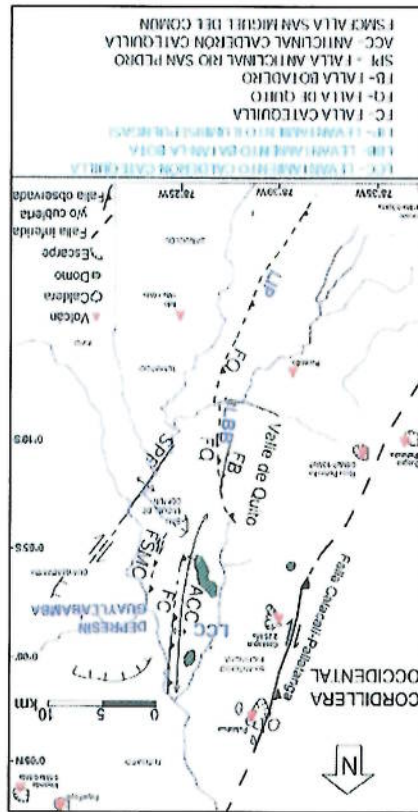
El área de Quito está ubicada en el interior de una de las zonas sísmogénicas más importantes; la Depresión Interandina puede generar sismos de una magnitud máxima de 6.4 y muy cerca del límite de la zona Frente de cabalgamiento andino

El área de Quito está ubicada en el interior de una de las zonas sísmogénicas más importantes; la Depresión Interandina puede generar sismos de una magnitud máxima de 6.4 y muy cerca del límite de la zona Frente de cabalgamiento andino

6.4. Amenaza Sísmica

En el informe realizado por EPMAPS - INGENCOSULT "Diseño de la Estabilización del cauce de la Quebrada El Batán", consta el estudio de riesgo sísmico. En el mencionado estudio se presentan las siguientes conclusiones:

Figura 6 Mapa Tectónico del Valle de Quito, Villalómez (2003)



6.5. Litoestratigrafía

De acuerdo al "Estudio de Geología y Geotécnica del Túnel Guayasamin", este atraviesa tres unidades geológicas-geotécnicas de este a oeste:

Unidad 2 (VB) - Volcanoclasticos y sedimentos volcanoclasticos basales

Los Volcanoclasticos y sedimentos volcanoclasticos basales (VB), se debían encontrar en el sector del portal oriental en una longitud de 142 m, y tiene seis subunidades de las cuales se han involucrado en la excavación solo las dos superiores (VB-2 y VB-3)

Unidad 3 (VS) - Rocas volcánicas superiores

Se trata de las "Rocas volcánicas superiores" (VS) que se encontrarían en una longitud de 233 m y se componen de dos subunidades denominadas 3.1 = "Lava en bloques" que constituye el 24% de la longitud parcial equivalente a 56 m y la unidad 3.2 = "Lava fracturada" que tiene el 76% de la longitud parcial, equivalente a 177 m, refiriéndose a la longitud total del túnel las subunidades representan el 5% = 56 m y 14% = 177 m.

Las lavas (VSI) están muy fracturadas, con estructura lajosa, y las lavas en bloques puede perder fácilmente la matriz con la presencia de agua.
Los contactos entre lavas tienen una inclinación de 30° a 5° hacia el oeste y las diclasas principales tienen la misma inclinación, en cambio, las diclasas secundarias son perpendiculares a las anteriores.

Unidad 4 (PS) - Volcanoclasticos y sedimentos volcanoclasticos superiores

Esta representada por los "Volcanoclasticos y sedimentos volcanoclasticos" (PS) que se cortan con el túnel en una longitud de 836.33 m; esta unidad se compone de siete subunidades de las cuales solo la subunidad PS7, se encuentra presente en el talud de interés.

6.6. Características Geológicas Locales

La zona de estudio consta de productos volcánicos, los cuales desde la base hacia el techo son: Tobas intermedias VB-4, Brecha Volcánica Inferior VB-3, Toba volcánica superior VB-2, Brecha volcánica superior VB-1, Lava andesítica Fracturada VSI, Lava andesítica en bloques VSB, Brecha tobácea inferior PS-7 y Cangahua. Existiendo también un depósito coluvial al pie del talud.

Específicamente en la zona del talud donde se realizarán los trabajos ingenieriles, se encuentran dos unidades; la unidad Lava andesítica Fracturada VSI y bajo esta la unidad Brecha volcánica superior VB-1. Existiendo un depósito coluvial al pie de este talud subvertical, dicho depósito ha sido mayoritariamente cubierto por terrazas con muros de gaviones y hormigón.



Brecha volcánica con material conglomerático en una matriz tobácea. El depósito es compacto a moderadamente compacto, erosionable a la base. Las estructuras o discontinuidades estructurales principales, representadas por los contactos geológicos en el tramo tienen la siguiente disposición N 40°-60° E / 5°-30° NW.

6.6.2. VB-3 Brecha Volcánica Inferior (Depósito de Flujo Piroclástico)

Tobas, Tobas de lapilli, intercalaciones lenticulares de conglomerado aluvial. El depósito es compacto a medianamente compacto, con capas sin consolidar y erosionables.

6.6.1. VB-4 Tobas Intermedias (Piroclastos de caída)

Las unidades litestratigráficas que se encuentran en la zona de estudio, están descritas a continuación, desde la base hacia el techo:



Tabla 1 Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Brecha Volcánica Inferior VB-3.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOMECAÑICAS
UNIDAD 2: VOLCANOCLASTICOS Y SEDIMENTOS VOLCANOCLASTICOS BASALES (VB)

SUBUNIDAD 23: BRECHA VOLCÁNICA INFERIOR (VB - 3)

ITEM	UNIDAD	VALOR		
		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIO
A CONDICIONES GENERALES				
A.1	UTOLOGÍA	Bt (g8) ; Tb (Q)		
A.2	ESPORES (RANGO)	36,00		
A.3	ESTRUCTURAS	N 40-60° E / 10°-30° NW		
B. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS				
B.1	RESISTIDAD	Q	Q	Q
B.2	VELOCIDAD SÍSMICA	Superficie	1150	1250
B.2	VELOCIDAD SÍSMICA	Profundidad	1560	2100
B.3	MÓDULOS DINÁMICOS	GPa	1,48	1,76
B.4	COEFICIENTE DE POISSON	-	0,35	0,35
C. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS				
C.1	ROD	%	0	100
C.2	ESPACIAMIENTO JUNTAS	mm	< 60	600
C.3	CONDICIÓN DE DISCONTINUIDADES	-	RA-AM	R-C-LM
C.4	PERMEABILIDAD	cm/s	22×10^{-3}	$0,2 \times 10^{-4}$
C.5	RM _r (congeló)	ROCA PORRE = IV		
C.6	Q _r	ROCA MUY MALA		
D. CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS				
D.1	CLASIFICACIÓN			
D.1.1	Densidad	g/cm ³	1,78	2,04
D.1.2	Porosidad	%	30,08	38,15
D.1.3	Absorción	%	16,43	23,77
D.1.4	Humedad	%	10,81	12,55
D.1.5	Expansión (PVC)		0,00	0,00
D.2	RESISTENCIA DEL MATERIAL ROCOSO			
D.2.1	Compresión uniaxial	MPa	0,14	0,16
D.2.2	Cohesión	MPa	0,70	1,00
D.2.3	Ángulo de fricción	°	39	40
D.2.4	Módulo de elasticidad (E)	GPa	0,011	0,012
D.2.5	Coefficiente de Poisson	-	0,28	0,27
D.3	RESISTENCIA DEL MATERIAL ROCOSO			
D.3.1	Cohesión	MPa	0,15	0,20
D.3.2	Ángulo de fricción	°	20	30
D.3.3	Módulo de deformación (ERM)	GPa	4	6
E	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS			
E.1	Sedimentación	horas	< 1 para B = 11 m	
E.2	Capacidad portante	kg/cm ²	2	3
E.3	Excavación		2	3
Valores referenciales				



6.6.3. VB-2 Tobas Superiores (Piroclastos de caída)
 Toba Itica, grano fino. El depósito es muy compacto y masivo.

Las estructuras o discontinuidades estructurales principales en el tramo tienen disposición N40°-60° E / 5°-30° NW, además existen diaclasas de relajamiento con dirección paralela al talud actual y con ángulo de inclinación entre 60° y 85° hacia la quebrada El Batán.

Tabla 2 Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Toba Superior VB-2.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOMECAÑICAS

UNIDAD 2: VOLCANOCÉNTRICOS Y SEMIENTOS VOLCANOCÉNTRICOS BASALES (VB)

SUBUNIDAD 22: TOBAS SUPERIORES (VB - 2)

ITEM	UNIDAD	VALOR			NOTAS
		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIO	
A. CONDICIONES GENERALES					
A1	UTROLOGÍA	%	Tb (5%) : T (4%)		
A2	ESPORES (RANCO)	m	0,00	12,00	-
A3	ESTRUC TURAS		N 40°E / 10°-30° NW		
B. CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS					
B1	RESISTIVIDAD	ohm/m	-	-	-
B2	VELOCIDAD SÍSMICA	m/s	-	-	-
	Superficie				Valor referencial
	Profundidad				SRD-51
B3	MÓDULO DINÁMICO (E _d)	GPa	-	-	Valor referencial
B4	COEFICIENTE DE POISSON	-	-	-	Valor referencial
C. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS					
C1	ROD	%	0	25	R = Fu, gosa
C2	ESPACIAMIENTO JUNTAS	mm	0	60	A = Abierta
					C = Cerrada
					AM = Atisnamento Meteorizado
					LM = Ligeroamente Meteorizado
C3	CONDICIÓN DE DISCONTINUIDADES	-	R-A-AM	R-C-LM	
C4	PERMEABILIDAD	cm/s	1,7 x 10 ⁻⁸	1,7 x 10 ⁻⁸	n = 1
C5	"RAIR" (congelado)		ROCA PÓBRE = IV		
C6	"Q"		ROCA MUY MALA		
D. CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS					
D1	CLASIFICACIÓN				
D1.1	Densidad	g/cm ³	1,60	1,85	1,91
D1.2	Porosidad	%	31,70	34,27	33,10
D1.3	Absorción	%	18,55	20,66	19,63
D1.4	Humedad	%	12,06	13,85	13,40
D1.5	Expansión (PVC)	-	-	-	n = 0
D2	RESISTENCIA DEL MATERIAL ROCCOSO				
D2.1	Compresión uniaxial	MPa	0,00	0,00	0,00
D2.2	Compresión	MPa	0,40	1,00	1,00
					n = 3
D2.3	Ángulo de fricción	"	37	40	38
					n = 3
D2.4	Módulo de elasticidad (E)	GPa	0,02	0,04	0,03
					n = 3
D2.5	Coeficiente de Poisson	-	0,25	0,20	0,20
D3	RESISTENCIA DEL MAZOR ROCCOSO				
D3.1	Compresión	MPa	0,10	0,20	0,16
D3.2	Ángulo de fricción	"	15	25	21
D3.3	Módulo de deformación (E _{RM})	GPa	2	4	3,50
E. CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIONES					
E1	Sostenimiento	Forma	< 1 para B = 11 m		
E2	Capacidad portante	kg/cm ²	< 1	< 1	< 1
E3	Excavación		D-0; D-0 Escalador		

6.6.4. Brecha volcánica superior (Flujo Piroclástico y Lahar)

Toba de Lapilli, lapilli brecha tobácea. Depósito bien consolidado, compacto, masivo, con capas decimétricas.

La toba es de color café claro grisáceo, de tamaño de grano de arena a limo. Tiene buenas propiedades mecánicas, puesto que forma taludes verticales y subverticales estables. Se observa que las laderas subverticales poseen alrededor de medio centímetro de suelo (con coloración más oscura), lo que indica que el talud ha estado estable alrededor de 5000 años. Sin embargo, debido a factores detonantes como los sismos y fuertes lluvias, puede sufrir inestabilidad y producir deslizamientos, como el que se observa en la fotografía.

En estas tobas y brechas volcánicas no se observa procesos erosivos fuertes, sin embargo, en algunos sitios del talud se observa recubrimiento de malla y hormigón.

Las brechas volcánicas constan de bloques gruesos de andesita de tamaño de 10cm a 1.2 m en una matriz de ceniza volcánica.

Contacto del estrato N30°E buzando 20° NO

Al pie del talud se encuentra un depósito coluvial que contiene 55% matriz, 45% bloques y gravas de andesita.



Figura 7 Talud - Zona de estudio.

En la figura 7, se observa lava andesítica fracturada, sobreyaciendo concordantemente a la toba de lapilli brechosa VB-1, al lado derecho de la fotografía se puede evidenciar un deslizamiento.

6.6.5. VSI Lava Andesítica Fracturada

Es un flujo de lava estratificado, de andesita porfírica color gris, con 60% de matriz microcristalina y 40% de fectristales (30% Plagioclasa intermedia de tamaño de 3-5mm y 7% Hornblenda de tamaño de 1-2mm y 3% de piroxeno de tamaño de 1mm).

La andesita es fresca, no presenta alteración, tiene unas muy buenas propiedades de resistencia mecánica, es muy dura y muy difícil de romper.
 Estructura lajosa, macizo fracturado o fragmentado, fracturas principales continuas, onduladas, fracturas secundarias en abanico.

Las estructuras o discontinuidades estructurales principales, tienen disposición N 40°-60° E / 5°-30° NW, existen diaclasas N 10°-30° E / 60°-75° NW y otras N 60°-80° O / 60°-75° NE.

En la siguiente figura se puede observar, la lava andesítica VSI con diaclasas.

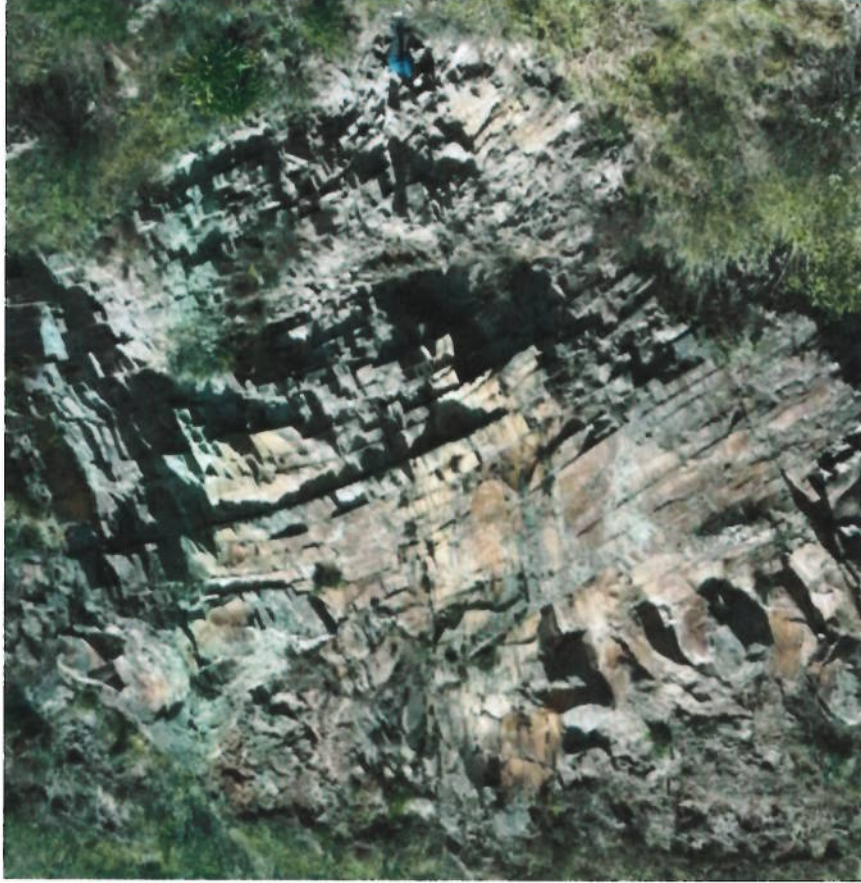


Figura 8 Talud aledaño a la zona de estudio.



Tabla 3

Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Lava Andesítica Fracturada VSI.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOMECAÑICAS
UNIDAD 3: VOLCÁNICOS SUPERIORES (VS)
SUBUNIDAD 3.2: LAVAS FRACTURADAS (VS-1)

ITEM	UNIDAD	VALOR		
		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIO
A. CONDICIONES GENERALES				
A.1 UTOLOGÍA	%	Lv (100)		
A.2 ESPESORES (RANGO)	m	50,00	60,00	--
A.3 ESTRUCTURAS		N 40-60° E / 10-30° NW		
B. CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS				
B.1 RESISTIVIDAD	ohm/m	∞	∞	∞
B.2 VELOCIDAD SÍSMICA	Superficie Profundidad	2750 3450	3250 4000	3000 4000
B.3 MÓDULO DINÁMICO (Ed)	GPa	10,85	13,41	11,93
B.4 COEFICIENTE DE POISSON	--	0,37	0,39	0,38
C. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS				
C.1 RQD	%	0	100	50
C.2 ESPACIAMIENTO JUNTAS	mm	< 60	200	100
C.3 CONDICIÓN DE DISCONTINUIDADES	--	R-A-M	R-C-L	R-C-L
C.4 PERMEABILIDAD	cm/s	1 x 10 ⁻²	7 x 10 ⁻⁵	8 x 10 ⁻⁵
C.5 RMR* (congd)				50,70
D. CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS				
D.1 DENSIDAD	g/cm ³	2,55	2,64	2,61
D.2 Porosidad	%	4,00	5,10	4,43
D.3 Absorción	%	0,77	1,20	0,98
D.4 Humedad	%	0,67	1,14	0,75
D.15 Expansión (PVC)	--	--	--	--
D.2 RESISTENCIA DEL MATERIAL* ROOOSO				
D.2.1 Compresión uniaxial	MPa	61,73	79,10	69,32
D.2.2 Cohesión	MPa	--	--	--
D.2.3 Ángulo de fricción	°	50	55	53
D.2.4 Módulo de elasticidad (E)	GPa	2,50	8,81	5,15
D.2.5 Coeficiente de Poisson	--	0,15	0,19	0,16
D.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL* ROOOSO				
D.3.1 Cohesión	MPa	0,20	0,30	0,25
D.3.2 Ángulo de fricción	°	25	35	30
D.3.3 Módulo de deformación (ERM)	GPa	7	10	9
E. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS				
E.1 Sostentamiento	horas	< 24 para B = 11m		
E.2 Capacidad portante	kg/cm ²	31	39	35
E.3 Excavación				

NOTAS

Lv = Lava

R = Rugosa
A = Alta
C = Carada
M = Med anamente Meteorizada
L = Ligera mente Meteorizada

Perforación y validación



6.6.6. VSB Lava en Bloques

Es una autobrecha del flujo de lava, en la que hay bloques andesíticos masivos, matriz tobácea y de lapilli, macizo fragmentado.

El 90% del depósito está constituido por bloques métricos de andesita, que posee la misma composición descrita en VSI. El 10% restante constituye la matriz, la cual es de ceniza volcánica y en partes se encuentra oxidada, por lo que presenta una coloración rojiza.

Este estrato de lava en bloques se forma porque la lava sale a altísimas temperaturas (800°-1000°C) y al entrar en contacto con la temperatura ambiente (18°C) se produce un contraste térmico que hace que la lava se enfríe muy rápido y cristalice en forma de bloques. Es muy común que los flujos de lava posean este tipo de lava fragmentada, a la que se le denomina autobrecha.

Las estructuras o discontinuidades estructurales principales en el tramo tienen la siguiente disposición N 40°-60° E / 5°-30° NW.



ITEM	UNIDAD	VALOR		
		MINIMO	MÁXIMO	MEDIO
A. CONDICIONES GENERALES				
A.1 LITOLGIA	%	A (100)		
A.2 ESPESORES (RANGO)	m	10,00	12,25	—
A.3 ESTRUCTURAS	N 40-60° E / 10°-30° NW			
B. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS				
B.1 RESISTENCIA	ohmm	—	—	—
B.2 VELOCIDAD SISMICA	Superficie Profundidad	2000 2000	2000 2000	2150 2470
B.3 MODULO DINAMICO (E _d)	GPa	4.14	5.7	4.91
B.4 COEFICIENTE DE POISSON	—	0.39	0.40	0.40
C. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS				
C.1 RQD	%	0	90	35
C.2 ESPACIAMIENTO JUNTAS	mm	< 60	600	60
C.3 CONDICION DE DISCONTINUIDADES	—	R-A-M	R-C-L-M	R-C-M-M
C.4 PERMEABILIDAD	cms	6×10^{-2}	1.7×10^{-2}	8×10^{-2}
C.5 "RMR" (corregido)	—	ROCA POBRE = IV		
C.6 "Q"	—	ROCA MUY MALA		
D. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS				
D.1 CLASIFICACION	—	—	—	—
D.1.1 Densidad	g/cm ³	2.27	2.50	2.39
D.1.2 Porosidad	%	8.45	13.15	10.80
D.1.3 Absorción	%	1.89	4.68	3.28
D.1.4 Humedad	%	3.59	3.68	3.63
D.1.5 Expansión (FVC)	—	—	—	—
D.2 RESISTENCIA DEL "MATERIAL" ROCOSO	—	—	—	—
D.2.1 Compresión uniaxial	MPa	23.40	28.00	25.60
D.2.2 Cohesión	MPa	0.00	0.00	0.00
D.2.3 Angulo de fricción	°	45	45	45
D.2.4 Módulo de elasticidad (E)	GPa	1.87	8.43	5.43
D.2.5 Coeficiente de Poisson	—	0.23	0.23	0.23
D.3 RESISTENCIA DEL "MATERIAL" ROCOSO	—	—	—	—
D.3.1 Cohesión	MPa	0.10	0.20	0.19
D.3.2 Angulo de fricción	°	15	25	24
D.3.3 Módulo de deformación (EMR)	GPa	4	6	5.20
E. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS				
E.1 Sostentamiento	horas	< 8 para B = 11 m		
E.2 Capacidad portante	kg/cm ²	12.00	14.00	13.00
E.3 Excavación	—	D.2.1 / 20		

SUBUNIDAD 3.1: LAVAS EN BLOQUES (VS - b)

UNIDAD 3: VOLCÁNICOS SUPERIORES (VS)

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOMECÁNICAS

Tabla 4 Características Geomecánicas y Geotécnicas de la Lava Andesítica en bloques VS-b

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
 grealper@puce.edu.ec
 Tel: 2991700 ext. 1529
 www.puce.edu.ec
 Quito - Ecuador



6.6.7. PS-7 Brecha Tobásea Inferior (Flujo Piroclástico)

Brecha tobácea, toba brechosa, aglomerado volcánico y tobas con intercalaciones de conglomerados aluviales, depósitos bien consolidados a sueltos.

Tabla 5 Características Geomecánicas y Geotécnicas de Brecha Tobácea Inferior PS-7.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOMECAÑICAS
UNIDAD 4: VOLCANOCLASTICOS Y SEDIMENTOS VOLCANOCLASTICOS SUPERIORES (PS)
SUBUNIDAD 4.7: BRECHA TOBÁCEA INFERIOR (PS-7)

ITEM	UNIDAD	VALOR		
		MINIMO	MAXIMO	MEDIO
A. CONDICIONES GENERALES				
A.1. LITOLÓGIA	%	B(73); T(21); T(6)		
A.2. ESPESORES (RANCO)	m	30,00	55,80	—
A.3. ESTRUCTURAS		N 40-60° E / 10°-30° NW		
B. CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS				
B.1. RESISTIVIDAD	ohm.m	50	60	60
B.2. VELOCIDAD SÍSMICA	Superfice Profundidad	1140 1590	1500 2100	1907 1830
B.3. MÓDULO DINÁMICO (E _d)	GPa	1,6	2,15	1,89
B.4. COEFICIENTE DE POISSON	—	0,22	0,38	0,26
C. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS				
C.1. RQD	%	0	90	30
C.2. ESPACIAMIENTO JUNTAS	mm	< 60	600	60
C.3. CONDICIÓN DE DISCONTINUIDADES	—	R-A-M	R-C-L-M	R-C-M-M
C.4. PERMEABILIDAD	oms	1 x 10 ⁻¹⁰	3 x 10 ⁻¹⁰	3,5 x 10 ⁻¹⁰
C.5. RMR (corregido)				33,50
C.6. "Q"				0,37
D. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS				
D.1. CLASIFICACION				
D.1.1. Densidad	g/cm ³	1,90	2,20	2,07
D.1.2. Porosidad	%	23,47	34,13	28,47
D.1.3. Absorción	%	10,68	23,68	15,69
D.1.4. Humedad	%	7,69	9,28	8,63
D.1.5. Expansión (FVC)	—	0,00	0,00	0,00
D.2. RESISTENCIA DEL MATERIAL ROCOSO				
D.2.1. Compresión uniaxial	MPa	2,5	3,31	2,84
D.2.2. Cohesión	MPa	—	—	—
D.2.3. Ángulo de fricción	°	30,0	30	30
D.2.4. Módulo de elasticidad (E)	GPa	1,88	8,43	5,43
D.2.5. Coeficiente de Poisson	—	0,34	0,34	0,34
D.3. RESISTENCIA DEL MATERIAL ROCOSO				
D.3.1. Cohesión	MPa	0,10	0,20	0,16
D.3.2. Ángulo de fricción	°	16	25	21
D.3.3. Módulo de deformación (ERM)	GPa	2	4	3,20
E. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS				
E.1. Sostentamiento	horas	< 1 para B = 11 m		
E.2. Capacidad portante	kg/cm ²	2,50	3,30	2,80
E.3. Escavación				





6.6.8. Cangahua

La formación Cangahua corresponde a depósitos de ceniza y polvo volcánico de origen piroclástico (Vera y López, 1986). Esta formada por tobas de color marrón intercaladas con caídas de ceniza, pomez, paleosuelos y flujos de lodo (Villagómez, 2003).

Esta formación se encuentra ampliamente distribuida en la cuenca de Quito, su espesor oscila entre 14 y 40 metros (Alvarado, 1996). La edad de esta formación varía entre 10.000 y 120.000 años AP (Vera y López, 1986).

6.6.9. Coluval

Depósito reciente, poco consolidado, que es producto de movimientos de terreno. Tiene composición petrográfica homogénea, de material volcánico, mayoritariamente andesitas (del flujo de lava VSL, descrito anteriormente), los fragmentos de roca se encuentran unidos por una matriz arenosa limosa.

Presenta una distribución heterogénea del tamaño de los clastos, que varían desde gravas centimétricas hasta bloques métricos, además los fragmentos tienen forma angular.

6.6.10. Perfil Geológico

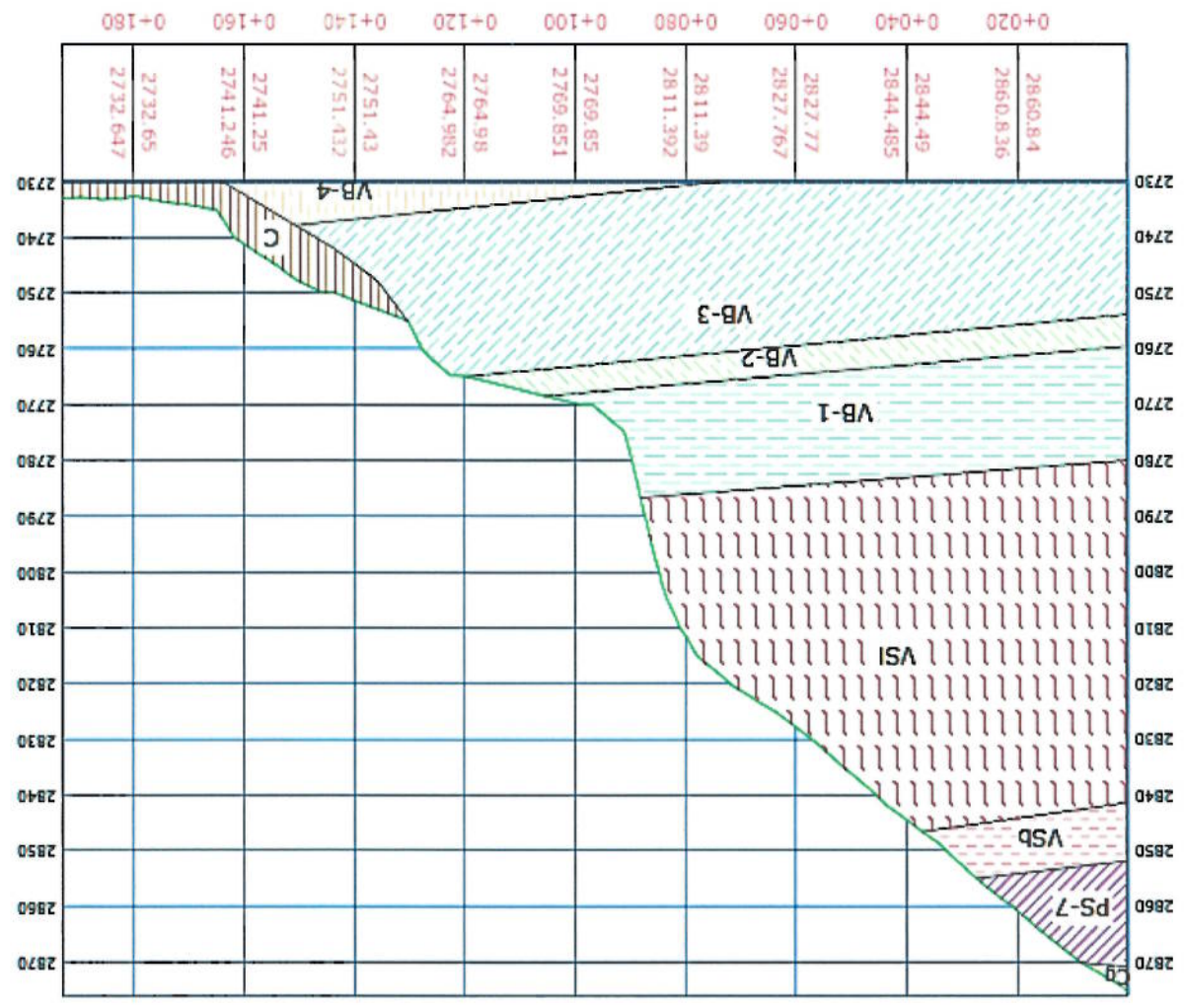
Los aspectos geológicos - geotécnicos resumidos en los ítems anteriores corresponden a la información generada por el Consorcio ASTEC-HIGGECO-LG CONSULTORES, en el año 2001.

A partir del levantamiento geológico de detalle, observaciones de campo, la información provista por el consorcio, junto con la nueva topografía a escala 1:100, se ha generado un perfil geológico en el sitio del proyecto, el cual está compuesto por las siguientes unidades estratigráficas.

En la figura 9, se muestra el perfil geológico obtenido y en el Anexo No. 3 se lo puede observar con su respectiva simbología y edades geológicas.



Figura 9 Perfil Geológico



UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	
C	Coluvial
Cg	Depósito periclinal de Cangahua
PS-7	Brecha tobácea inferior
VS-b	Lava andesítica en bloques
VS-I	Lava andesítica fracturada
VB-1	Brecha volcánica superior
VB-2	Toba volcánica superior
VB-3	Brecha volcánica inferior
VB-4	Tobas Intermedias

7. SOLUCIÓN PROPUESTA

En base a la caracterización de los materiales existentes en el talud, se recomienda un sistema de cables y malla de acero con anclajes, para evitar que los detritos desprendidos lleguen hasta la carretera.

Este sistema cubrirá un área de 3000 m² aproximadamente, los anclajes tendrán una longitud de 4.0 m y formarán una cuadrícula de 2.9 m horizontal por 3.0 m vertical.

En el Anexo No. 4 se encuentra el diseño del sistema recomendado, mientras que en la lámina (AOC - DET - 02), se han dibujado los detalles constructivos del sistema.

Las especificaciones de los materiales a utilizarse se encuentran en el Anexo No. 6.

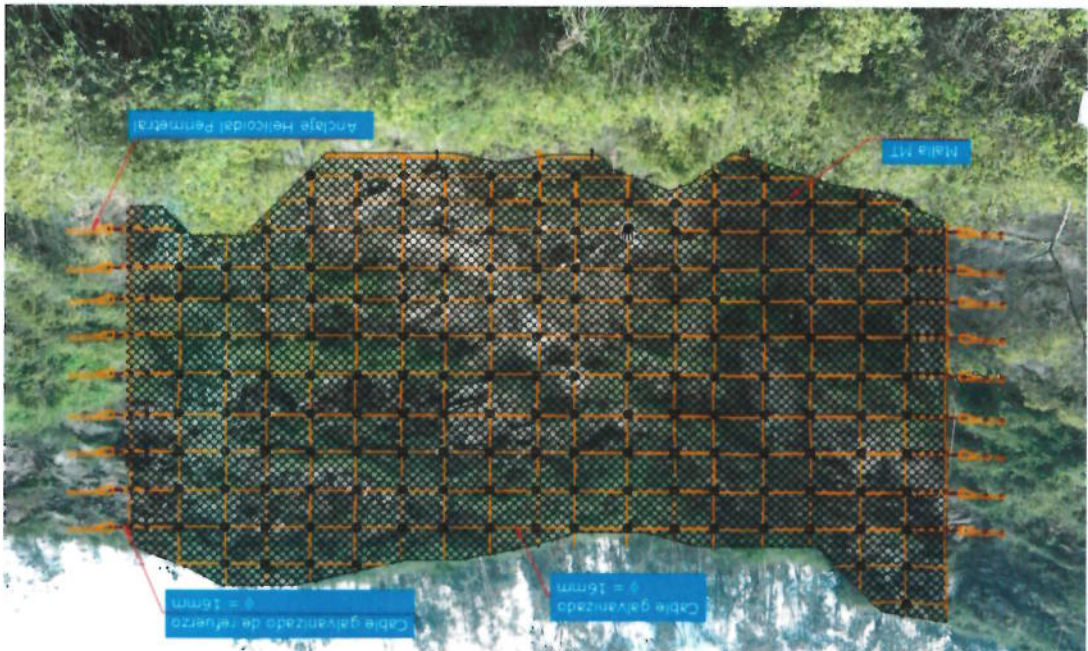


Figura 10 Sistema de malla y cables con anclajes

8. CONCLUSIONES

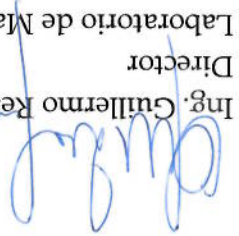
- Se realizó un levantamiento topográfico con estación total el cual se encuentra disponible en escala 1:100.
- Las obras de drenaje, consideradas en el proyecto de estabilización del talud ubicado en la salida oriental del Túnel Guayasamín, han sido diseñadas de conformidad a las realidades técnicas, económicas y sociales de la zona y objetivos del Proyecto, además cumpliendo con las normas vigentes.
- Para determinar la superficie de aportación se ha realizado un análisis a nivel de microcuencas, el trazado se efectuó utilizando la topografía disponible y la fotografía satelital entregada por el contratante.
- Para el trazo de las cuencas se utilizó como línea de cumbre a la vía mas alta sobre el talud, la misma tiene cunetas de coronación y desfoga aguas abajo en sentido de la misma calle.
- En condiciones satisfactorias el sistema debería eliminar la cantidad de agua proveniente de una precipitación pluvial, para recurrencia de 10 años, pero debido a las variaciones encontradas con el cambio climático, consecuencia del aumento de las intensidades, se ha asumido un periodo de retorno de 50 años.

- En total se entrega un caudal máximo de crecida, para el drenaje del talud, de 0.37 m³/s, para una recurrencia de 50 años.

- A partir del levantamiento geológico de detalle, observaciones de campo, y la información de la Geología realizada por el Consorcio, junto con la topografía a escala 1:100, se ha generado un perfil geológico en el sitio del proyecto, el cual está compuesto por las siguientes unidades estratigráficas.

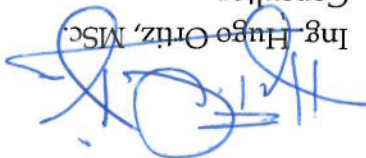
UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	
C	Coluvial
Cg	Depósito periclinal de Cangahua
PS-7	Brecha tobácea inferior
VS-b	Lava andesítica en bloques
VS-1	Lava andesítica fracturada
VB-1	Brecha volcánica superior
VB-2	Toba volcánica superior
VB-3	Brecha volcánica inferior
VB-4	Tobas Intermedias

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
 Laboratorio de Materiales de Construcción
 Director
 Ing. Guillermo Realpe R., MSc.

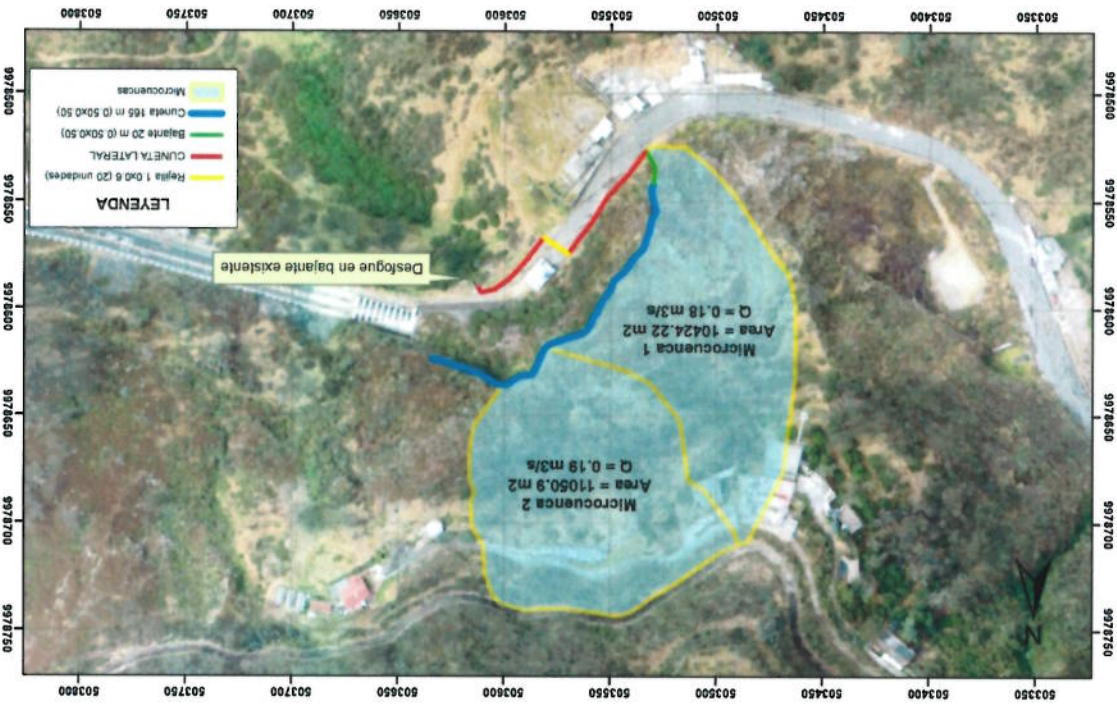


Atentamente,

Ing. Hugo Ortiz, MSc.
 Consultor



- En base a la caracterización de los materiales existentes en el talud, se recomienda un sistema de cables y malla de acero con anclajes, para evitar que los detritos desprendidos lleguen hasta la carretera.



- Se han establecido obras de drenaje, en dependencia de lo existente y de la proyección requerida, a fin de darle un óptimo funcionamiento al diseño propuesto, el cual comprende un sistema de coronación, bajante, cunetas laterales, rejillas, las cuales desdagan el flujo al bajante existente encontrado en la visita de campo, como se puede apreciar en la siguiente figura.

9. RECOMENDACIONES



- Alvarado, A., 1996. Evolución geológica cuaternaria y paleosismicidad de la Cuenca de Quito, Ecuador. Tesis de Grado, EPN, Quito, Ecuador, 377p.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F., Navarro, J., Santacrocce, R., 1988. Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. Geol. Mag. P. 1-14
- Eguez, A., Alvarado, A., 1994. Consideraciones geológicas sobre el área metropolitana Quito: Apéndice III. The Quito, Ecuador, Earthquake risk management Project. An Overview Geohazard International Publication, San Francisco. P.182-190.
- EPMAPS - INGENCOSOULT "Diseño de la Estabilización del cauce de la Quebrada El Batán"
- Hall, M., and Beate, B., 1991. El volcanismo Plio - Cuaternario en los Andes del Ecuador. Estudios de Geografía, v.4, p.5-16.
- Universidad Católica, 2001. "Revisión de los estudios de geología y geotecnia del Túnel Guayasamín", p. 39.
- Vera, R., y López, R., 1986. El origen de la Cangahua. Paisajes Geográficos, CEPFICE, No.16, Quito, p. 21-27.

10. BIBLIOGRAFÍA

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
 grealper@puce.edu.ec
 Tel: 2991700 ext. 1529
 www.puce.edu.ec
 Quito - Ecuador



11. ANEXOS

- Anexo No. 1 Ubicación del Proyecto
- Anexo No. 2 Mapa de Cuenca
- Anexo No. 3 Perfil Geológico
- Anexo No. 4 Diseño del sistema de malla y cables con anclajes
- Anexo No. 5 Planos
- Anexo No. 6 Especificaciones Técnicas
- Anexo No. 7 Fotografías





Anexo 1: Ubicación del Proyecto

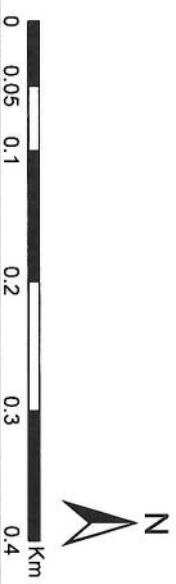


Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Av. 12 de octubre 1076 y Roca
grealper@puce.edu.ec
Telf: 2991700 ext. 1529
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador



Sección de la Ruta Nacional 105, Intersección con la Ruta 105, en el km 105, en la zona de Guayasamin, Provincia de Guayas, Ecuador.

Simbología
 ▨ Área de Intervención



Sistema de Coordenadas: TMQuito WGS84
 Proyección: Transversa Mercator
 Datum: WGS 1984

Proyecto:
EVALUACIÓN TÚNEL GUAYASAMIN
 (ESTABILIDAD TALUD SALIDA ORIENTAL)



Título:
ANEXO No. 1
UBICACIÓN DEL PROYECTO

Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha
M.G.	28/12/2015	N.H.	28/12/2015
Escala		Tamaño	
1:4.000		A3	
		Última Edición	
		1/1	



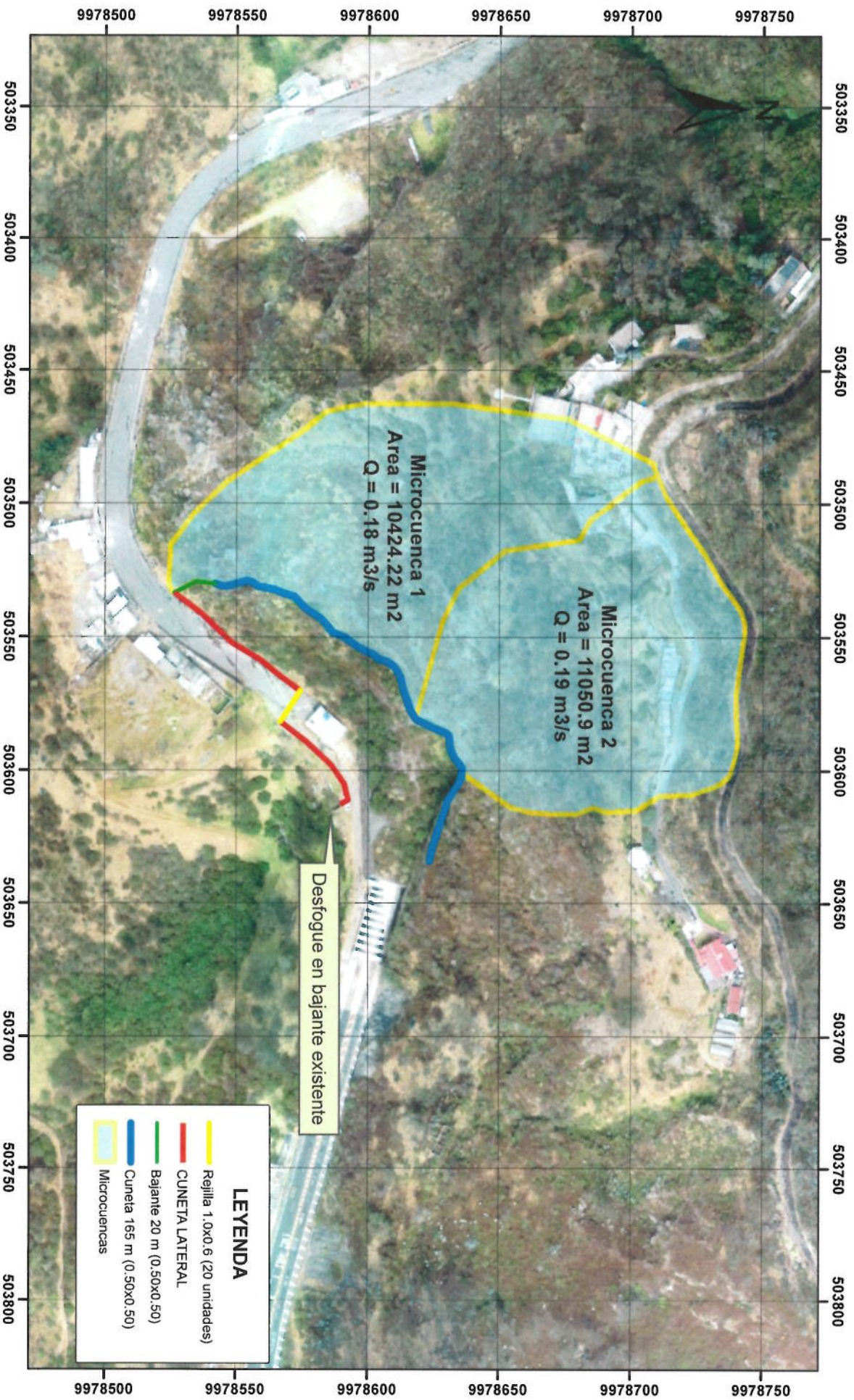
Anexo 2: Mapa de cuencas

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
grealper@puce.edu.ec
Telf: 2991700 ext. 1529
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



MAPA DE CUENCAS PARA EL SITIO INESTABLE EN AREA DE SALIDA DE TUNEL OSWALDO GUAYASAMIN

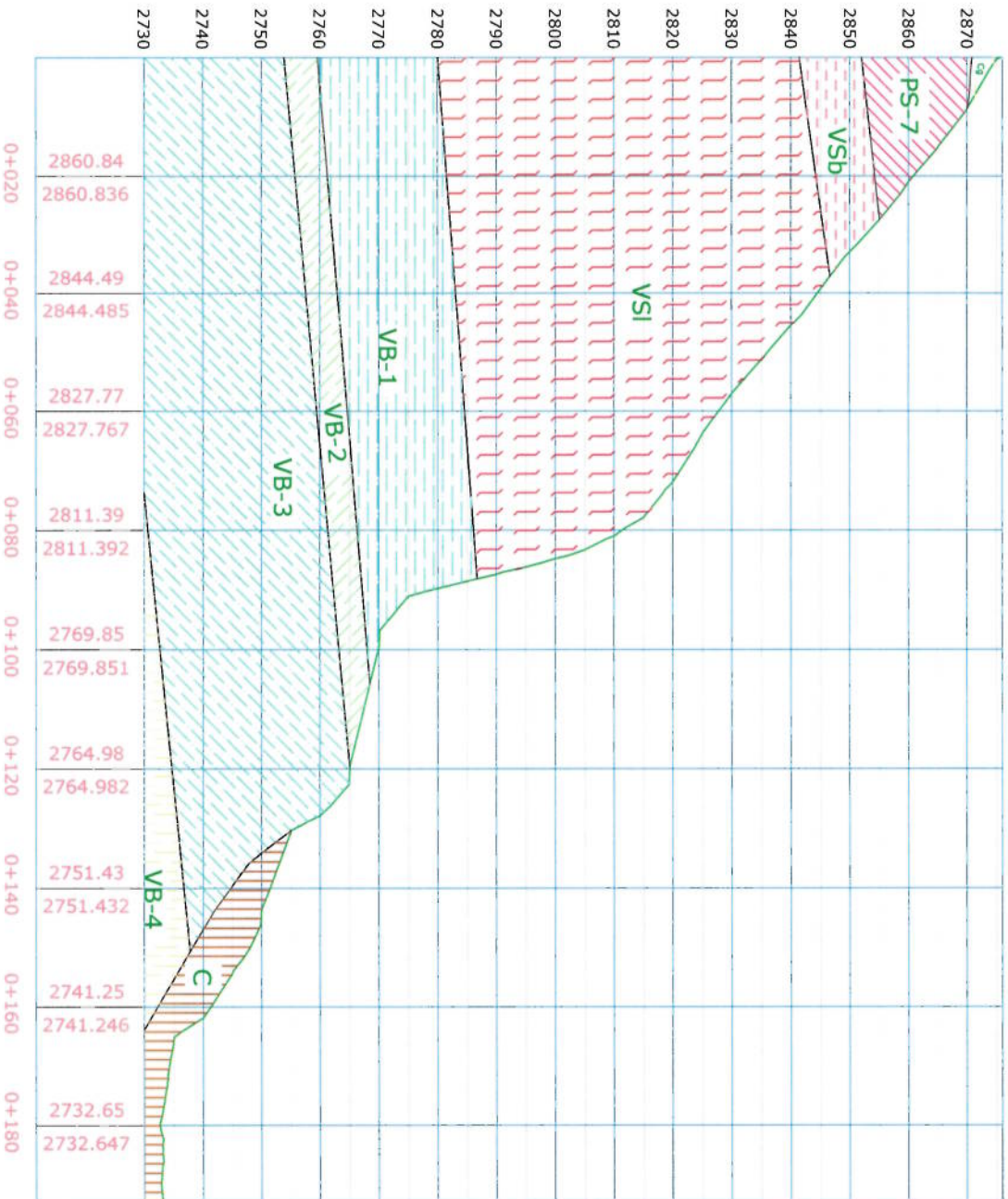




Anexo 3: Perfil Geológico



PERFIL GEOLÓGICO



LEYENDA

HOLOCENO		PLEISTOCENO	
DEPÓSITOS SUPERFICIALES		VOLCANOCLÁSTICOS Y SEDIMENTOS VOLCANOCLÁSTICOS SUPERIORES	
1	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-1	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
2	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-2	Trozos superpuestos (lapilli, cenizas, bombas)
3	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-3	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
4	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-4	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
5	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-5	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
6	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-6	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
7	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-7	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
8	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-8	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
9	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-9	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
10	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-10	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
11	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-11	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
12	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-12	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
13	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-13	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
14	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-14	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
15	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-15	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
16	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-16	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
17	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-17	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
18	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-18	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
19	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-19	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)
20	Deposito de arena amarilla, arena gruesa, silíceo	VB-20	Deposito volcanoclastico (lapilli, cenizas, bombas)

NOTAS

PARA REVISIÓN

Proyecto
EVALUACION TUNEL GUAYSAMIN
(ESTABILIDAD TALUD SALIDA ORIENTAL)

Título
ANEJO No. 3
PERFIL GEOLÓGICO

Vr	Precedente	Disepi	Acroni	Fachon
A	REVISOR	M.G.	H.O.	08/12/2015
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-



Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha
M.G.	08/09/2015	H.O.	08/09/2015
Escala	1:800	Hoja	AS
			1



Anexo 4: Diseño del sistema de malla y cables con anclajes

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
grealper@puce.edu.ec
Telf: 2991700 ext. 1529
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



1. Cálculos Justificativos.

1.1 Mallas Adosadas, Reforzadas con cables y Ancladas.

En el cálculo de las mallas adosadas, su principal función es detener los detritos, que puedan desprender. En función de las características geométricas el talud, y las propiedades físicas y mecánicas del suelo, la malla y los pernos de anclaje, tenemos:

Cálculo de Soporte mallas de Acero:

tipo de cálculo: sostenimiento de detritos.

Datos:

Ángulo del Talud: 75 grados

Ángulo reposo detritos (f₁): 35 grados

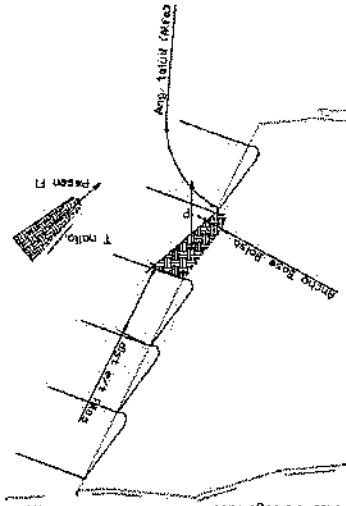
Distancia entre filas: 2,9 metros

Distancia entre barras: 3 metros

Densidad detritos: 2,2 t/m³

Deflexión máxima malla: 0,58 metros

Factor de Seguridad: 1,6



Cálculos Estimativos:

V = 4,37 m³

P = 9,61 T

T malla = 3,60 T/m

Volumen de la bolsa	4,37 m ³
Peso de la bolsa	9,61 T
Tensión en la malla	3,60 T/m

Tipe Tor Triple Tor MT6000

100x120x2,7 100x120x3 75x75x3,2

Tensión en la malla = 3,7

Tracción t/m

T malla de cálculo =

5,76 T/m

Tensión en la malla de cálculo

Barra Gewi 16

carga última

Carga admisible

Carga de trabajo del anclaje:

Barra	Gewi 16	11	8,5	13,1	20,8	33,8	53,1 T
carga última	Gewi 20	17	13,1	20,8	33,8	53,1 T	
Carga admisible	Gewi 25	27	20,8	33,8	53,1 T		
Carga de trabajo del anclaje	Gewi 32	44	33,8	53,1 T			
	Gewi 40	69 T	53,1 T				

La MT6000 y los anclajes de barra tipo Gewi 25 cumplen en cuadrícula de 2,9x 3,0. (2,9 distancia entre filas de anclajes y 3,0 m distancia entre pernos de la misma fila)

1.2 Cables.

Para el cálculo de los cables, se tiene en cuenta la carga admisible de los mismos, la carga máxima de trabajo a tracción de la malla y la distancia entre anclajes de barra. El criterio de diseño, es que se rompa antes la malla que el cable, por lo tanto este debe soportar la carga máxima de tracción de la malla.

6x19S+FC 6x19S+MNC		6x19S+FC 6x19S+MNC		6x19S+FC 6x19S+MNC		6x19S+FC 6x19S+MNC	
Diámetro en pulg	Peso aprox. en Kg por metro	Resist. a tracción en Kg por metro	Resist. a tracción en Kg por metro	Diámetro en pulg	Peso aprox. en Kg por metro	Resist. a tracción en Kg por metro	Resist. a tracción en Kg por metro
1/8"	0.040	0.63	0.69	1/4"	0.150	2.4	2.59
3/16"	0.080	1.4	1.43	5/16"	0.240	3.66	4.03
1/4"	0.150	2.4	2.74	3/8"	0.350	5.23	5.75
5/16"	1.240	3.86	4.25	7/16"	0.460	7.09	7.80
3/8"	0.360	5.53	6.08	1/2"	0.620	9.7	10.4
7/16"	0.460	7.50	8.25	9/16"	0.780	12.2	13.2
1/2"	0.620	9.71	10.68	5/8"	0.970	15.1	16.2
9/16"	0.790	12.2	13.48	3/4"	1.380	21.6	23.2
5/8"	0.980	15.1	16.67	7/8"	1.900	29.2	31.4
3/4"	1.400	21.6	23.75	1"	2.470	37.9	40.7
7/8"	1.900	29.2	32.13	1-1/8"	3.120	47.7	51.3
1"	2.480	37.9	41.71	1-1/4"	3.850	58.6	63.0
1-1/8"	3.120	47.7	52.49	1-3/8"	4.660	70.5	75.7
1-1/4"	3.760	58.6	64.47	1-1/2"	5.560	83.5	89.7
1-3/8"	4.550	70.5	77.54	1-5/8"	6.420	97.1	104.0
1-1/2"	5.430	83.5	91.80	1-3/4"	7.490	112.0	121.0
1-5/8"	6.370	97.1	106.77	1-7/8"	8.670	128.0	138.0
1-3/4"	7.380	112.0	123.74	2"	9.840	145.0	156.0
1-7/8"	8.480	128.0	140.70	2-1/8"	11.200	162.0	174.0
2"	9.640	145.0	159.66	2-1/4"	12.400	181.0	195.0

calculo de Cables.

cable 16 mm		cable 12 mm	
Carga de Rotura del Cable (Kg) :	5530	Carga de Rotura del Cable (Kg) :	2400
Carga del Cable por metro (kg/m) :	600	Carga del Cable por metro (kg/m) :	600
Factor de Seguridad :	2	Factor de Seguridad :	2
Longitud del Vano (m) :	3	Longitud del Vano (m) :	3
Calculo de la flecha:		Calculo de la flecha:	
$T = b / n$	2765	$T = b / n$	1200
$Fb = (P \cdot a^2) / (8 \cdot T)$	0.24 m	$Fb = (P \cdot a^2) / (8 \cdot T)$	0.56 m
$Fb = (T/p) \cdot (\cosh(a^2 p) / (2 \cdot l) - 1)$	-0.24197519 (catenaria)	$Fb = (T/p) \cdot (\cosh(a^2 p) / (2 \cdot l) - 1)$	-0.53662226 (catenaria)

Para la carga solicitada la deformación necesaria del cable de 16 mm, es adecuada y para el cable de 12 mm es aceptable.

Estimación del espesor máximo de la capa inestable en el caso de suelo.

1.3 Pernos de Anclaje.

La longitud de anclajes se indica en planos.
Cálculo de la longitud de empotramiento de los anclajes.

Resultados del cálculo de empuje de estabilidad local							
Superficie crítica de deslizamiento α_{sd} (°)	42.00	20.50	22.50	168.74	202.49	236.24	269.99
Angulo de anclaje θ (°)	20.50	22.50	168.74	202.49	236.24	269.99	269.99
SopORTE p (kN/m ²)	2.50	2.50	168.74	202.49	236.24	269.99	269.99
Longitud de anclaje a través de la capa inestable (m)	4.50	4.50	168.74	202.49	236.24	269.99	269.99
Longitud	1.83	303.74	303.74	303.74	303.74	303.74	303.74

Datos de entrada (Versión 2.0)						
Angulo del talud en β grados	75.00	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Cohesión del terreno C t/m ²	0.00	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Angulo de fricción interna del terreno ϕ grados	35.00	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Densidad del suelo, γ_s t/m ³	2.20	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Separación vertical entre bulones, S_y m	3.00	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Separación horizontal entre bulones, S_x m	3.00	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00
Factor de seguridad Fs	1.60	0.00	35.00	2.20	3.00	3.00

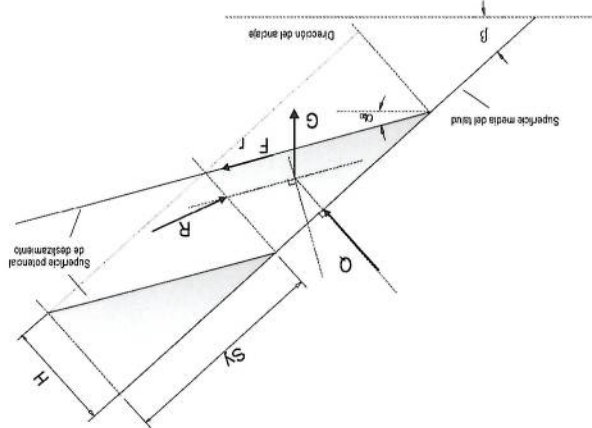
donde:

- γ : densidad del terreno de la zona inestable
- α_{sd} : ángulo del plano de deslizamiento
- β : inclinación de la cara del desmonte
- C : cohesión del terreno
- ϕ : ángulo de fricción interna
- FS: factor de seguridad de los cálculos de estabilidad

$$Q = f(S_x, S_y, \gamma, \alpha_{sd}, \beta, C, \phi, FS)$$

La solución de la ecuación de equilibrio de la cuña enésima tiene la forma siguiente:

Esquema del modelo de estabilidad local



A continuación se determina la longitud del bulbo necesaria para empotrar las barras o anclajes de cable en roca.

Calidad de acero [N/mm ²]	Diámetro [mm]	Carga en el límite elástico [kN]	Carga en el límite de rotura [kN]
900/1100	15	159	195
835/1030	26,5	460	568
835/1030	32	671	828
500/550	16	101	111
500/550	20	157	173
500/550	25	245	270
500/550	28	308	339
500/550	32	402	442

$\phi_{\text{barra}} = 25 \text{ mm}$
 $T_{\text{límite elástico } \phi 25} = 245 \text{ kN}$

Calculo de la longitud de los pernos, para la carga del límite elástico de la barra.

$D = 90 \text{ mm}$ (diámetro mínimo de perforación)
 $a_{\text{lim}} = \text{adherencia límite.}$

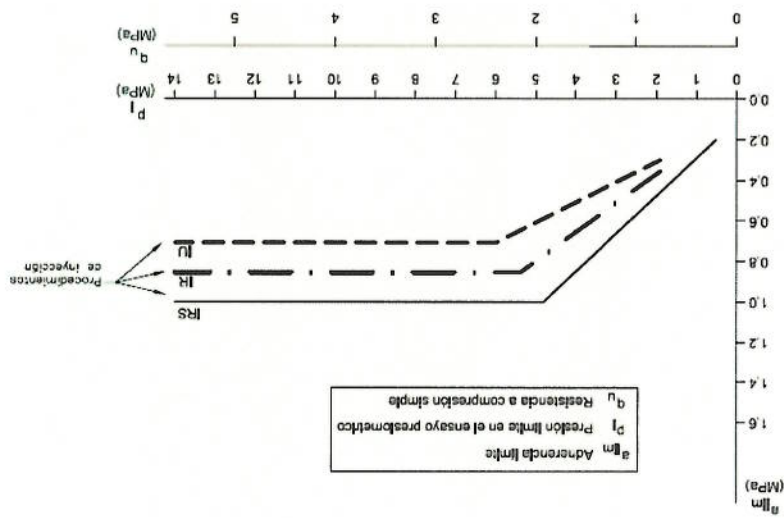
$a_{\text{adm}} = \text{adherencia admisible.}$

El factor de seguridad recomendado para anclajes permanentes:

ROCAS VOLCÁNICAS SUPERIORES	
VSP	LAVA EN BLOQUES: ESTRUCTURA AGLOMERÁTICA, CON BLOQUES ESCORRECEOS Y MASOS, MATRIZ TORÁCEA Y DE LAPILLI. MACIZO FRAGMENTADO. E=10-24m.
VS	LAVA FRACTURADA, TIPO ANDESÍTICO, ESTRUCTURA LAJOSA, TEXTURA PORFÍRICA, MACIZO FRACTURADO O FRAGMENTADO, FRACTURAS PRINCIPALES CONTINUAS, ONDULADAS FRACTURAS SECUNDARIAS EN ABANICO. E=60m.



Según la Geología de la zona, trabajamos con los pernos anclados en roca meteorizadas.



Adherencia límite en rocas con un grado de alteración igual o superior a IV, según ISRM

TIPO DE ANCLAJE	
Provisional	1,45
Permanente	1,65

Optamos por el método de inyección de masa única global (IU).

En el caso se rocas meteorizadas.

$$admR = \sigma_{lim} / F_3$$

$$admR = 700 / 1.65 = 424 \text{ kPa}$$

$$LBR = T_{rotura \phi 25} / (\pi \times D \times admR)$$

$$LBR = 245 / (\pi \times 0,090 \times 424) = 2,02 \text{ m}$$

$$LBR = T_{rotura \phi 32} / (\pi \times D \times admR)$$

$$LBR = 402 / (\pi \times 0,090 \times 424) = 3,35 \text{ m}$$

Donde L_{BR} es la longitud del bulbo necesaria para materializar el anclaje en roca meteorizada.

Cálculo de la longitud Total de anclajes.

$$L_T = L_B + L_L$$

Donde L_L es la longitud esteril.

$$L_T \phi 25 = 1.83(\text{según cálculos}) + 2.02 = 3.85 \text{ m}$$

$$L_T \phi 25 = 4.00 \text{ m}$$

$$L_T \phi 32 = 1.83(\text{según cálculos}) + 3.35 = 5.18 \text{ m}$$

$$L_T \phi 32 = 6.00 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud de los pernos, para la carga solicitada a la barra.

$$LBR = T_{solicitada \phi 25 \text{ o } 32} / (\pi \times D \times admR)$$

$$LBR = 180 / (\pi \times 0,090 \times 424) = 1,50 \text{ m}$$

$$L_T \text{ solicitada } \phi 25 \text{ o } 32 = 1.83(\text{según cálculos}) + 1.50 = 3.33 \text{ m}$$

$$L_T \text{ solicitada } \phi 25 \text{ o } 32 = 4.00 \text{ m}$$

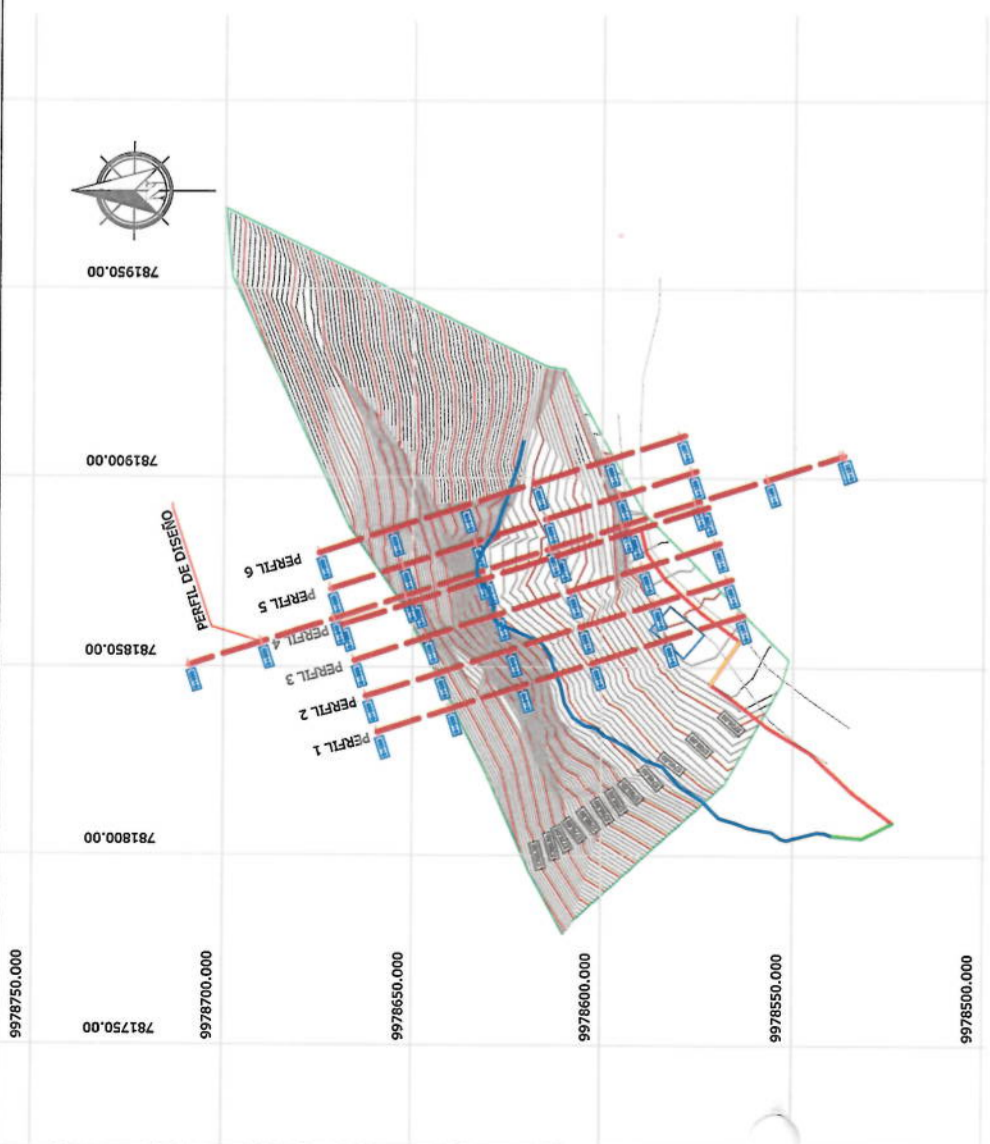
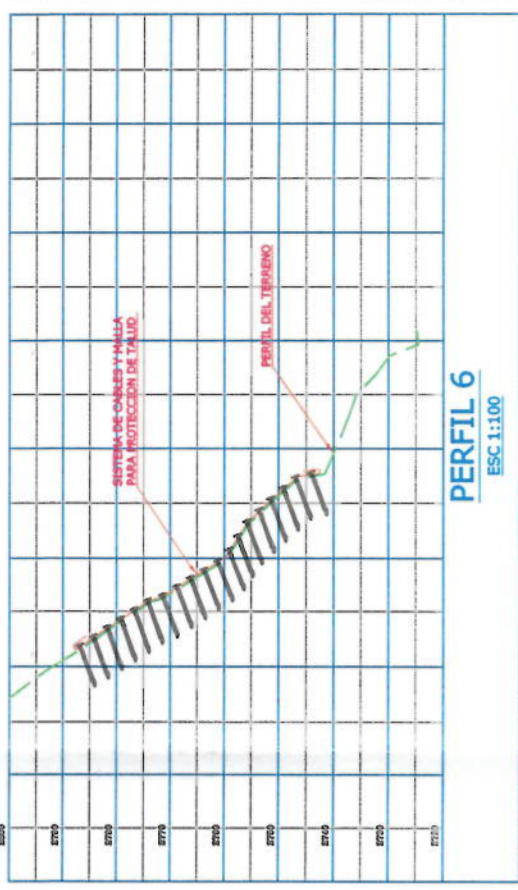
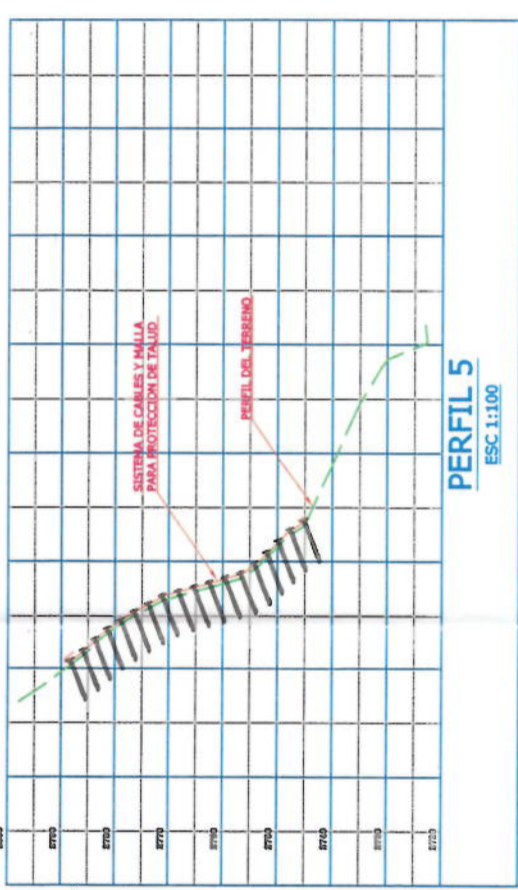
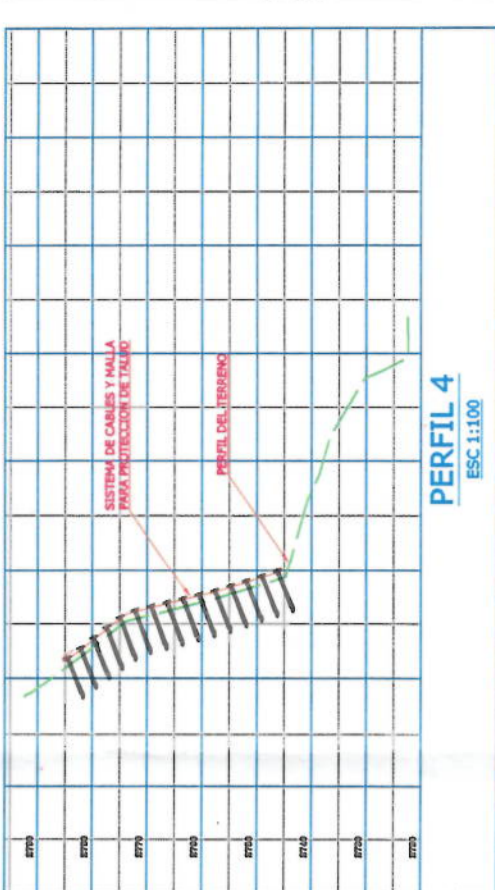
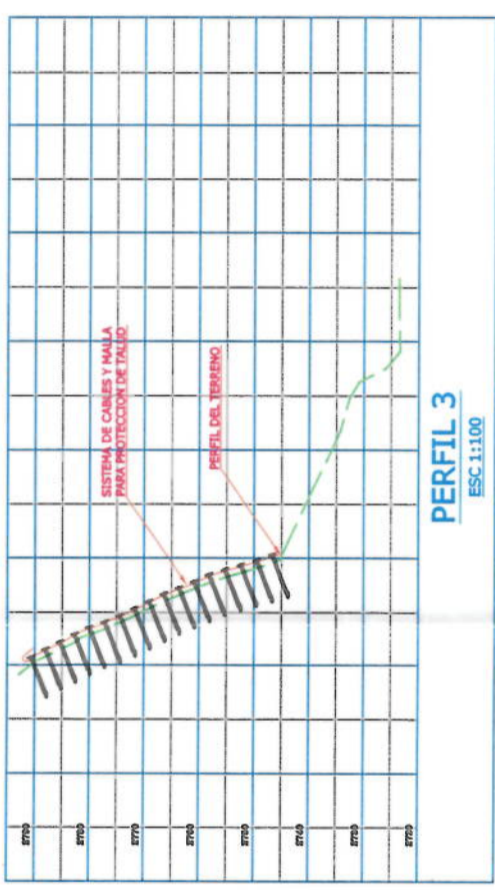
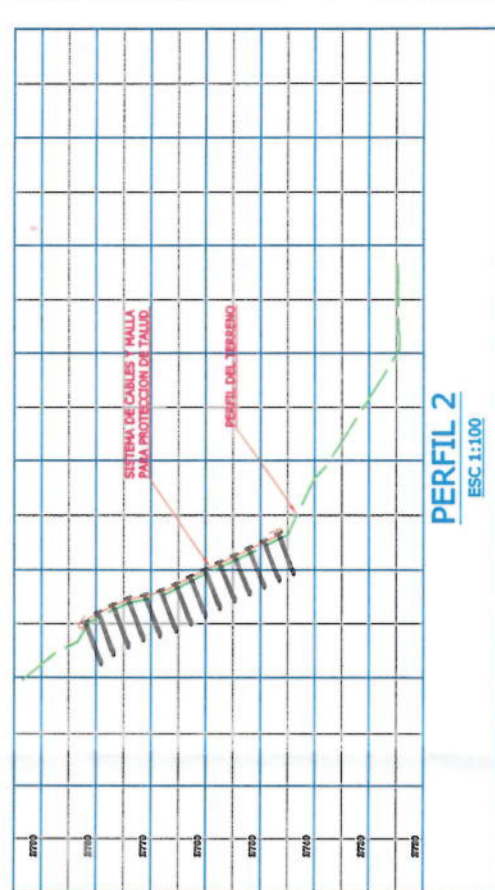
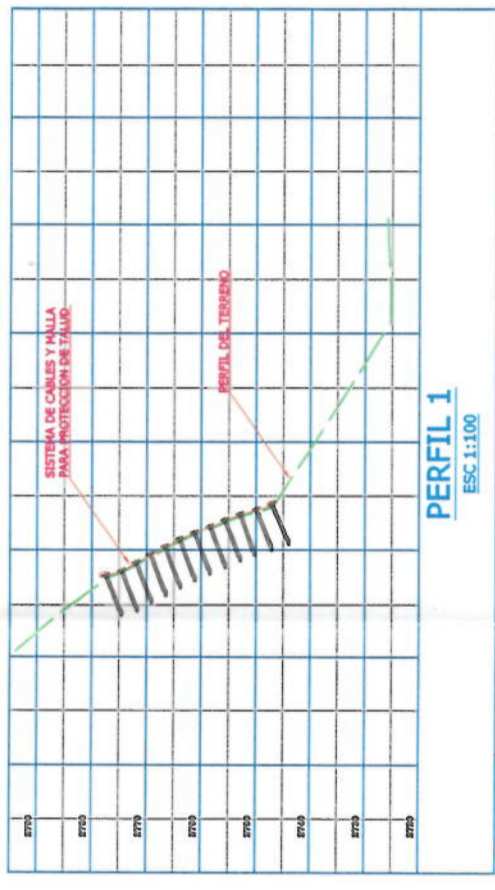


Anexo 5: Planos

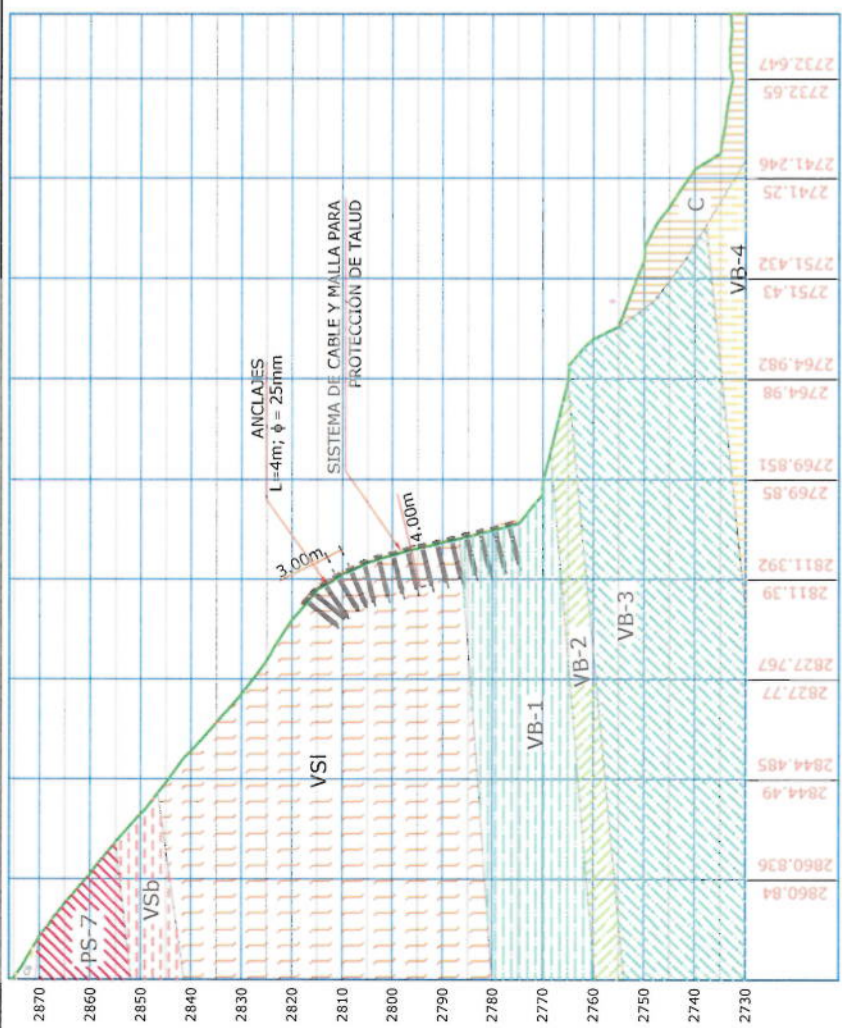
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Av. 12 de octubre 1076 y Roca
grealper@puce.edu.ec
Tel: 2991700 ext. 1529
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
OBRAS HIDRÁULICAS		
Excavación para cuneta de coronación	m ³	148.50
Hormigón para cuneta de coronación (cuneta 0.50x0.50m)	m ³	28.05
Acero f'c= 2400 kg/cm ² para cuneta coronación (malla 8mm 10x10)	kg	1,823.25
Excavación para bajante gradeado	m ³	18.00
Hormigón para bajante gradeado	m ³	3.40
Acero f'c= 2400 kg/cm ² para bajante gradeado (malla 8mm 10x10)	kg	221.00
Remoción de hormigón cuneta lateral dañada	m ³	4.48
Excavación para cuneta lateral rectangular	m ³	37.38
Hormigón para cuneta lateral y canal de cruce en vía (rectangular)	m ³	15.13
Rejilla para sumidero 1.00x0.60	u	20.00



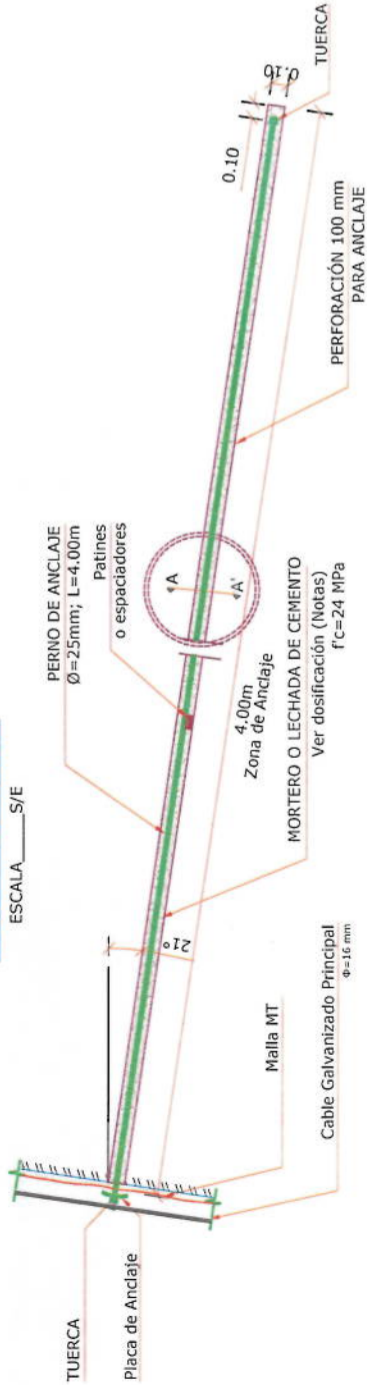
PROYECTO	TRAMO 10000-10001 DEL AVANZADO DE LA LÍNEA DEL FERROVIARIO BUENAVISTA
FECHA	14/09/2019
ESTADIO	PROYECTO
PROYECTISTA	ING. CARLOS RAMIRO
REVISOR	ING. CARLOS RAMIRO
APROBADO	ING. CARLOS RAMIRO
FECHA DE APROBACION	15/09/2019
FECHA DE EMISION	15/09/2019
FECHA DE VALIDACION	
FECHA DE CANCELACION	



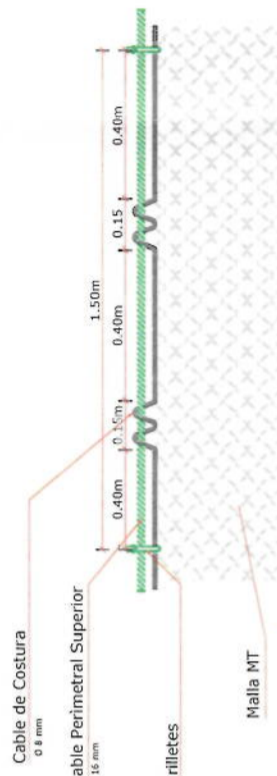
PERFIL GEOLÓGICO
ESCALA 1:750



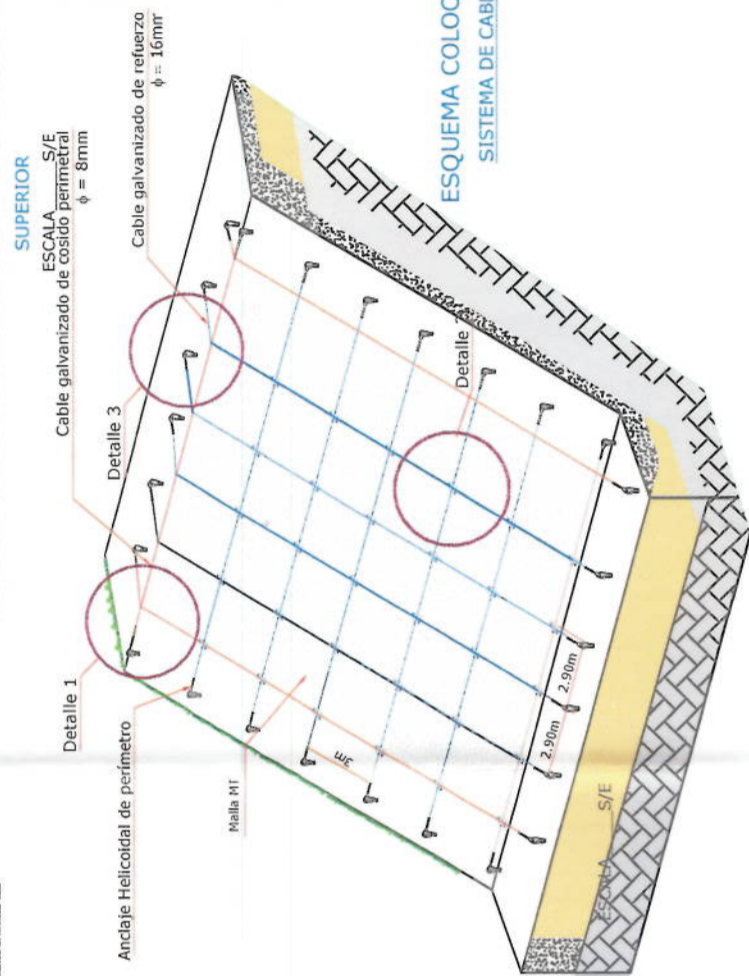
ESQUEMA GENERAL
ESCALA S/E



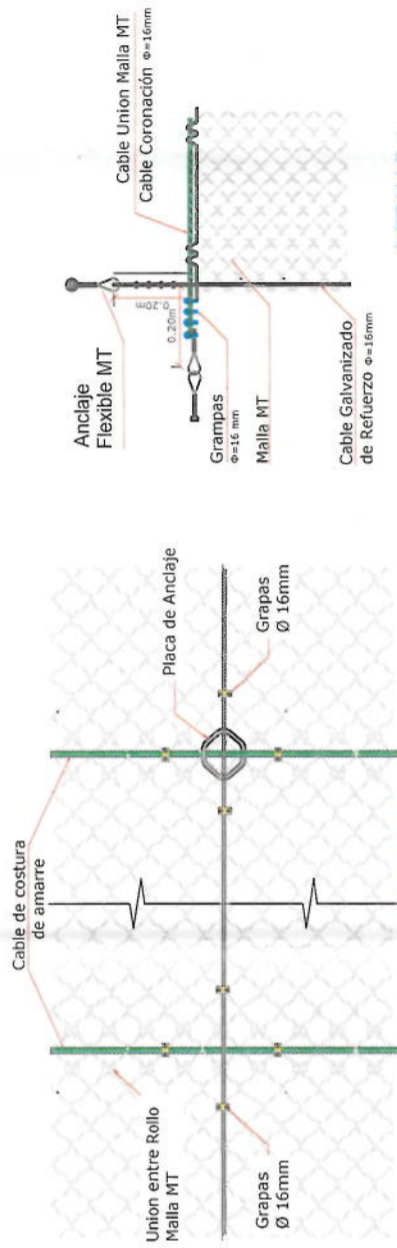
DETALLE ANCLAJE
ESCALA 1:25



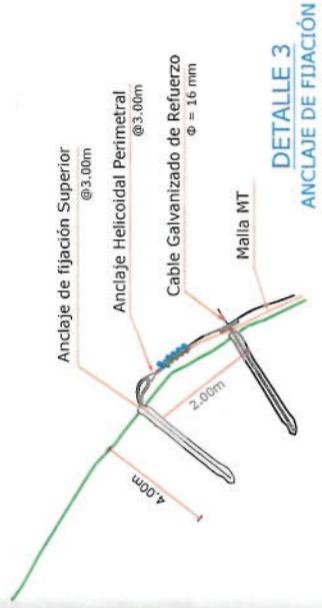
INSTALACIÓN DE MALLA EN CABLES SUPERIORES E INFERIORES
ESCALA S/E



ESQUEMA COLOCACIÓN MALLA
SISTEMA DE CABLE Y MALLA MT

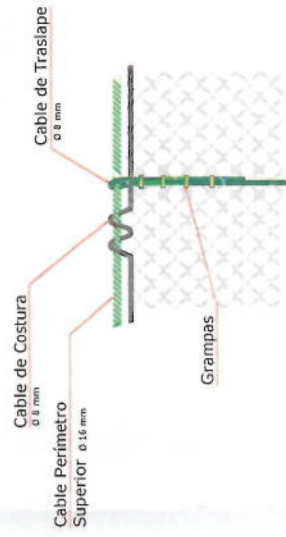


DETALLE 2
PLACA DE ANCLAJE
ESCALA S/E



DETALLE 3
ANCLAJE DE FIJACIÓN
ESCALA S/E

DETALLE 1
ANCLAJE DE ESQUINA
ESCALA S/E



COLOCACIÓN DE ROLLOS
LONGITUDINAL
ESCALA S/E

PROCESO CONSTRUCTIVO

SISTEMA DE MALLAS, CABLES + ANCLAJES

1. Replanteo y nivelación
2. Excavación y conformado de talud a mano, desalojando los materiales sueltos y corrigiendo pendientes negativas.
3. Instalación de anclajes en la cresta del talud (L=4.00 m @ 3.00 m) (Ver detalle 3), estos deberán estar alojados de la cresta al menos 2.0 m.
4. Fijación de la malla en la corona del talud e instalación de cable perimetral φ=16 mm (Ver detalle instalación de malla en cables superiores)
5. Extender los paneles de malla hasta el pie de talud, se cuidará la alineación respecto al paño adyacente, la unión de los paneles se realizará uniendo los ramos extremos de la malla con el cable de costura φ=8 mm, con este se realizará un traslape de 0.50 m el cual estará sujeto con grampas φ=8 mm. (Ver detalle Colocación de rollos)
6. Instalación de anclajes en roca (2.90 m horizontal x 3.00 m vertical)
7. Instalación de anclajes helicoidales perimetrales.
8. Fijación de la malla al sistema perimetral con la ayuda de los cables φ=16 mm, estos se tensionarán hasta que hayan crecido y estén en contacto con el terreno, sujetándolos con las grampas de esta conexión. (Ver detalle placa de anclaje). Los cables se instalarán sobre los anclajes en roca.

MATERIALES

1. Malla MT 6000 o similar, abertura 75 mm, recubrimiento Zn/Ni 90/10, Resistencia de malla mínima en ambos ejes 6000 Kg/m, φ alambre = 3.20 mm.
2. Anclajes flexibles (Superiores y perimetrales), loop de cable de acero de alma metálica, construcción Seale 6x19 de 19 alambres, protección Beznal, L=4.00
3. Sistema de cables φ=16 mm, loop de cable de acero de alma metálica, construcción Seale 6x19 de 19 alambres, protección Beznal.
4. Accesorios de unión Grampas φ=8 mm, φ=16 mm.
5. Anclajes en roca, acero corrugado φ=25 mm, Perforación φ=100 mm, L=4.00 m, lechada para anclajes fc=24 MPa

RESGOS POTENCIALES

- Desaficiencia
Un saco de cemento
25 litros de agua
Aditivo expansor 1.50 kg (Introplast)
Aditivo Plastificante 400 cm³

RIESGOS POTENCIALES	MITIGACIÓN
RIESGOS	Max. 75 kg
Levantamiento de peso	Solicitar ayuda
Trabajo en altura	Uso de arnés
Caida de escombros	Uso de casco
Manipulación y corte de malla.	EPP
	Resistencia mínima del Talud (?)
	Uso de galas y EPP

(*)El talud será revisado a diario por un especialista, en busca de signos de inestabilidad.



Anexo 6: Especificaciones técnicas

Av. 12 de octubre 1076 y Roca
grealper@puce.edu.ec
Telf: 2991700 ext. 1529
www.puce.edu.ec
Quito - Ecuador

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



• **INDICE**

1.	REPLANTEO Y NIVELACION (ET-001).....	2
1.1	DESCRIPCION.....	2
1.2	MATERIALES Y EQUIPOS.....	2
1.3	EJECUCION DE TRABAJOS.....	2
1.4	PREPARACION DEL TERRENO.....	2
1.5	RECEPCION DEL TRABAJO.....	2
1.6	MEDICION Y FORMA DE PAGO.....	2
2.	EXCAVACION Y CONFORMADO DE TALUD A MANO (ET-002).....	2
2.1	DESCRIPCION.....	2
2.2	MATERIALES Y EQUIPOS.....	2
2.3	EJECUCION DE TRABAJOS.....	2
2.4	PREPARACION DEL TERRENO.....	2
2.5	RECEPCION DEL TRABAJO.....	2
2.6	MEDICION Y FORMA DE PAGO.....	3
3.	SISTEMA DE CABLES Y MALLA PARA PROTECCION DE TALUDES.....	3
(ET-003)	3	
3.1	DESCRIPCION.....	3
3.2	MATERIALES.....	3
3.2.1	Malla, reforzada en los bordes.....	3
3.2.2	Cables (Perimetro Lateral- Coronacion – Pie de talud).....	4
3.2.3	Grapas.....	5
3.3	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	5
3.3.1	Trabajos previos y preparacion del terreno.....	5
3.3.2	Instalacion de los anclajes.....	5
3.3.3	Elevacion y colocacion de los paneles.....	5
3.3.4	Manipulacion de los paneles.....	6
3.3.5	Instalacion de los anclajes permanentes y cables horizontales superiores.....	6
3.4	MEDICION Y FORMA DE PAGO.....	9
4.	ANCLAJES EN ROCA (ET-005).....	9
4.1	DESCRIPCION.....	9
4.2	MATERIALES.....	9
4.2.1	Procedimientos.....	10
4.2.2	Inyeccion.....	10
4.2.3	Proteccion.....	11
4.2.4	Recubrimiento de la superficie.....	11
4.3	MEDICION Y FORMA DE PAGO.....	11

1. REPLANTEO Y NIVELACION (ET-001)

1.1 DESCRIPCIÓN

Definir el proceso a seguir para la marcación de ejes y niveles en sitio, de la zona considerada como talud inestable, la cual ha sido marcada en los planos de construcción, para la determinación de excavaciones, y conformación de terraplenes en los sitios precisados como inestables, los cuales serán intervenidos.

1.2 MATERIALES Y EQUIPOS

El constructor debe proveer herramienta menor como: estacas de madera y mojonos de hormigón que estén perfectamente identificados con cota y abscisas correspondientes y coincidentes con las utilizadas en planos, para esta identificación se utilizará pintura resistente al agua con el fin de no perder la identificación en ningún evento climático. Estas referencias serán comprobadas por Fiscalización y tienen que ser coincidentes con la topografía realizada en etapa de estudios.

En cuanto a los equipos de precisión para la determinación de ejes y niveles se utilizarán estaciones totales o teodolitos, operadas por un topógrafo calificado.

1.3 EJECUCIÓN DE TRABAJOS

Inicialmente se comprobará que no existan divergencias entre el levantamiento topográfico realizado en etapa de consultoría y los puntos determinados en etapa constructiva, de lo contrario, inicialmente se solucionarán dichas divergencias conjuntamente con el Fiscalizador para continuar con los trabajos.

Para realizar el replanteo y nivelación de cada sitio definido como inestable el constructor colocará un punto externo al sitio, que no sea afectado con el movimiento de tierras, que sirva como referencia para la localización de abscisas y niveles en las zonas a intervenir. En este proceso también se replanteará las estructuras existentes que definan o delimiten la construcción. Desde los puntos de referencia externos se realizará una continua comprobación de replanteo y niveles durante la ejecución de los trabajos propuestos.

1.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para la ejecución de este rubro será necesaria la limpieza del terreno, retiro de maleza, arbustos o cualquier obstáculo que interfiera con la ejecución del trabajo.

1.5 RECEPCIÓN DEL TRABAJO

El fiscalizador comprobará constantemente la coincidencia de los niveles y replanteo de estructuras existentes entre los datos en topografía a nivel de consultoría y los determinados en etapa constructiva.

2. EXCAVACIÓN Y CONFORMADO DE TALUD A MANO (FT-002) 2.1 DESCRIPCIÓN

1.6 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La unidad de medida para este rubro será en metros cuadrados (m²). El pago se realizará con respecto a lo especificado en la Tabla de Precios Unitarios del proyecto

El precio unitario incluye: mano de obra, equipo y herramientas.

Definir los criterios para la conformación de taludes a través de un procedimiento manual. Los trabajos a ejecutarse forman parte de la estabilización del talud a la salida Oriental del Túnel Guayasamin ubicado en el ingreso a la carretera antigua, conforme se indica en los planos de detalle e informe adjuntos en el estudio.

La estabilización de taludes en este proyecto son medidas de mitigación definitivas y acción inmediata.

2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

El Constructor debe proveer los equipos necesarios para intervenir la zona señalada.

La fiscalización debe comprobar y aprobar el uso de los equipos de trabajo en altura, las líneas de vida y la condición de la cuerda y/o cables a ser usados durante los trabajos.

El material producto de la conformación deberá ser desalojado en volquetes de capacidad medible.

2.3 EJECUCIÓN DE TRABAJOS

Mediante excavación manual se eliminarán los canales erosionables y el material suelto (derritos) o considerado fallado, conforme a los planos del sitio, las concavidades del terreno y pendientes negativas deben corregirse para evitar material suelto y surcos inestables. Se deberá excavar hasta retirar el material suelto o hasta llegar a un material mecánicamente más competente.

La conformación del talud será comprobada y aprobada por la Fiscalización tanto en aspectos funcionales como estéticos.

Los trabajos en el talud deberán ejecutarse desde la cima hacia el pie, con todas las seguridades necesarias para el personal involucrado en las actividades.

2.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Los trabajos previos constan de despeje y desbroce del terreno con el fin de retirar los arbustos y malezas que puedan existir en el talud a intervenir.

2.5 RECEPCIÓN DEL TRABAJO

Estas medidas se aplicarán durante la ejecución de la actividad y una vez terminada la misma.

Durante la ejecución es trascendental la verificación de la utilidad y funcionamiento del equipo a ser utilizado.

Fiscalizar la aplicación del método constructivo propuesto y aceptado, tanto para la preparación del terreno como de la conformación del talud.

Comprobar los dimensionamientos propuestos en planos con los ejecutados en campo.

2.6 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La unidad de medición será el metro cúbico (m³). La medida será tomada en las volquetas que desalojarán el material previa aprobación de Fiscalización.

El precio unitario incluye: mano de obra, equipo y herramientas, equipo de seguridad personal, excavación y perfilado.

3. SISTEMA DE CABLES Y MALLA PARA PROTECCIÓN DE TALUDES

(ET-003)

3.1 DESCRIPCIÓN

El sistema propuesto consiste en la integración de cables de acero, dispuestos longitudinalmente, a una malla reforzada en los bordes. La unión de ambos elementos conforma un revestimiento que actúa como sistema de protección contra caída de rocas, ya que, que proporciona mejoras en la estabilidad de la superficie del talud. El sistema tendrá la capacidad de transferir las cargas aplicadas en la malla a los cables de acero longitudinales, que a su vez transmiten las tensiones a los anclajes superiores, resultando en un sistema de elevada resistencia y eficacia.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Malla, reforzada en los bordes

La malla a utilizarse deberá tener las siguientes características técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MALLA REFORZADA EN LOS BORDES	
RESISTENCIA MECÁNICA DE TRACCIÓN DE MALLAS	
Comportamiento mecánico	Isotrópico
Resistencia a la tracción de la malla - eje principal (Kgf/m)	6000
Resistencia a la tracción de la malla - eje secundario (Kgf/m)	6000
PROPIEDADES MECÁNICAS ALAMBRE	
Diámetro Nominal	3.7
Carga Mínima de Rotura a la Tracción	7000 N
PROTECCIÓN ANTICORROSIÓN	
Recubrimiento Superficial (g/m ²)	150
Compuesto	Bezial 2000 90% Zn +10% Al
DESCRIPCIÓN DEL ROLLO	
Abertura Nominal del Cuadro	75 mm
Ancho del rollo	3 m
Longitud del rollo	15 - 50 m
Peso del rollo	1.80 Kg/m ²
Bordes del rollo de la malla	Doble nudo reforzado

Todo alambre utilizado deberá ser probado antes de su instalación, el fabricante deberá garantizar que se cumpla con las características técnicas mencionadas en la tabla anterior.

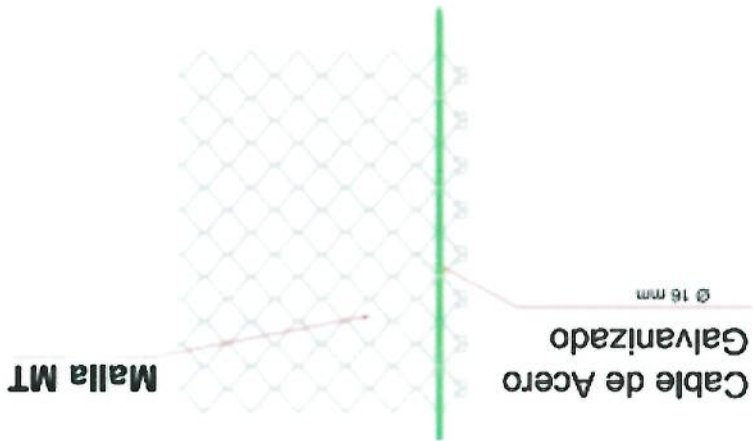
3.2.2 Cables (Perímetro Lateral - Coronación - Pie de talud)

Los cables de acero deberán tener un diámetro 16 mm, de construcción Seale 6x19s de 19 alambres, alma de acero para mayor resistencia a la tracción y compresión, alambres galvanizados, según norma ISO 2232, con protección Bezial para mayor vida útil.

Estos cables se dispondrán de manera horizontal y vertical para arriostrar perimetralmente los paneles de malla, formado una grilla de 3.00 x 3.00 m.

Para la unión entre el cable de arriostramiento lateral y la malla se pasa el cable de manera alterna por el interior de todos los rombos de la alineación vertical más exterior de la malla.

Para unir los paneles de malla MT, se realiza un cosido continuo entre ambos empleando un cable de costura de 8 mm.



El sistema general entre malla y cables, deberá tener una resistencia longitudinal a la tracción de 60 KN/m.

3.2.3 Grapas

Estos accesorios serán necesarios para el ensamble de los rollos de malla y poderlos unir unos con otros. Será básicamente un elemento metálico que puede garantizar la continuidad del sistema al momento de unir los cables.

3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

3.3.1 Trabajos previos y preparación del terreno

Antes de la instalación del sistema de cables y mallas para la protección del talud a la salida del Túnel Guayasamín, se debe haber precedido a la señalización, balizamiento y protección del emplazamiento, adicionalmente ejecutar una línea de vida.

Es necesario limpiar toda la superficie del talud a ser revestido y, en la medida de lo posible se recomienda que la línea de coronación del sistema se coloque de manera que envuelva la cabeza del talud y este retirada del borde del talud hacia la zona estable del terreno alrededor de 2.0 m por detrás

También es necesario el desbroce y la remoción de todas las piedras sueltas y detritos de roca acumulados en el talud. La superficie a ser revestida debe estar lo más lisa posible antes de la instalación del sistema.

3.3.2 Instalación de los anclajes

La instalación de los anclajes deberá realizarse una vez que las mallas hayan cubierto la superficie del talud. El detalle del proceso constructivo de los anclajes se lo puede observar en la especificación ET-005

3.3.3 Elevación y colocación de los paneles

Para la instalación de los rollos ubicados en la cresta del talud, el primer paso es instalar los anclajes y cables horizontales superiores. Los rollos pueden ser colocados en barras o soportes

que actuarán como dispensador permitiendo que la malla sea desenrollada durante el proceso de colocación.

3.3.4 Mantenimiento de los paneles

A continuación se detalla la colocación de los paneles de arriba hacia abajo, esto ofrece mayor seguridad al personal durante la instalación del sistema.

Los rollos de malla son transportados hacia la cima del talud.

Las extremidades libres de los rollos son temporalmente fijadas en la cresta del talud con cable horizontal temporal o grapas de fijación fijadas con acero.

La malla es desenrollada cuesta abajo

Los paneles son reposicionados y ajustados, y el cable horizontal superior permanente es instalado y conectado a los anclajes

La extremidad del rollo es permanentemente doblada y conectada al cable longitudinal superior permanente, en toda su extensión.

Los paneles son conectados entre sí.

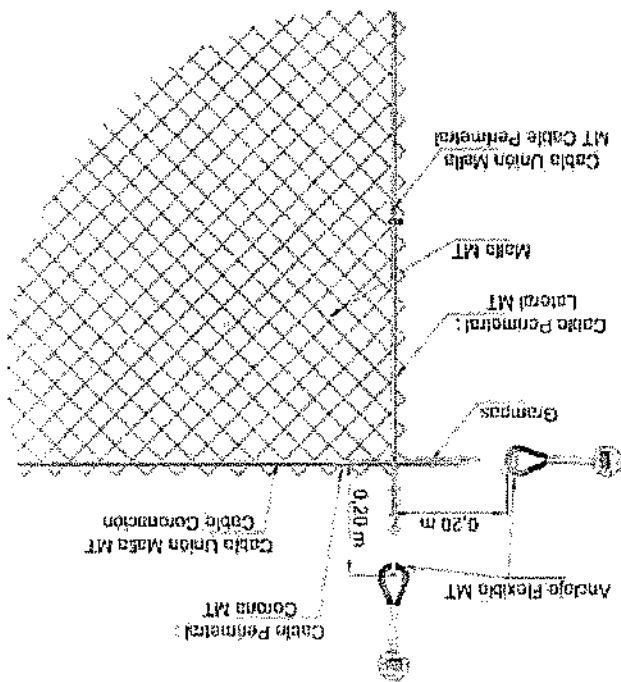
Cualquier fijación adicional o restricción, será instalada en la superficie de la cuesta o en el fondo de los paneles de malla.

3.3.5 Instalación de los anclajes permanentes y cables horizontales superiores

Cables horizontales

El cable horizontal superior debe ser instalado en longitudes máximas de aproximadamente 30 m. Cuando la longitud de instalación sea mayor a 30m, la instalación debe ser dividida en varias partes, de acuerdo a la disposición de bloques en la superficie del talud.

En las extremidades laterales de cada cable, un lazo debe ser formado en torno del anclaje lateral, y el lazo debe ser cerrado con un mínimo de 4 grapas de cable, con una separación de 5 cm. Es importante notar que el cable horizontal superior no debe ser instalado en un estado tensionado, cierta holgura es necesaria para transmitir cargas más bajas para la fijación y producir una instalación final más fuerte.



Anclajes superiores (Cresta del Talud)

En la cresta del talud se deberán instalar anclajes de 4.0 m de profundidad, con una distancia de 3.00 m en el sentido transversal, los cuales serán usados para la instalación de las mallas y el paso del cable del perimetro superior.

Anclaje en el pie del talud

Se deberán instalar los anclajes en los paneles en el pie del talud, para permitir que los débitos desprendidos permanezcan contenidos en bolsas formadas por la malla. Con el tiempo los bloques que se desprenden del talud se acumulan en las bolsas, por lo tanto es necesario realizar un mantenimiento periódico y limpieza en la base del revestimiento, y así evitar que se generen altas tensiones en la malla de protección.

Estos anclajes serán instalados con la geometría y separación de los anclajes superiores.

Fijación Permanente de la malla en los anclajes superiores

La instalación del cable de arrioste en coronación y pie se realizará presentado el cable de arrioste por la parte superior de la barra de los anclajes, fijándolo en los anclajes de esquina mediante los sujetacables correspondientes y realizando un ligero tesado del mismo.

A continuación se engarzará el cable de costura por la luz interior del primer cuadro de la malla de alambre y se unirá al cable de arrioste de coronación mediante sujetacables cada 1.50 m para la malla MT empleada en el sistema.

La secuencia de cosido para la unión de la malla con los cables es la siguiente:

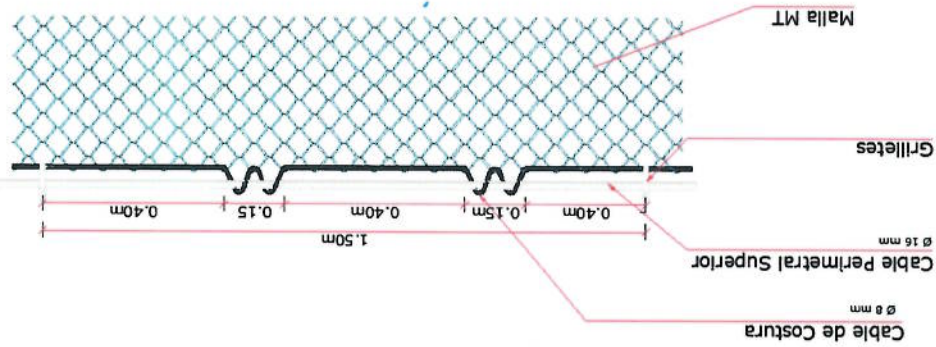
Se inicia la unión con un sujetacable y se introduce el cable de unión por dentro de los rombos de la malla

Se inicia la unión con un sujetacable y se introduce el cable de unión por dentro de los rombos de la malla.

Seguidamente se vuelve a pasar el cable por dentro de los rombos y se realizan dos nuevas vueltas de costura a una distancia de 4 rombos de malla.

Finalmente se tensa el cable de costura y se cierra el conjunto con un sujetacable como el que iniciaba el tramo de unión.

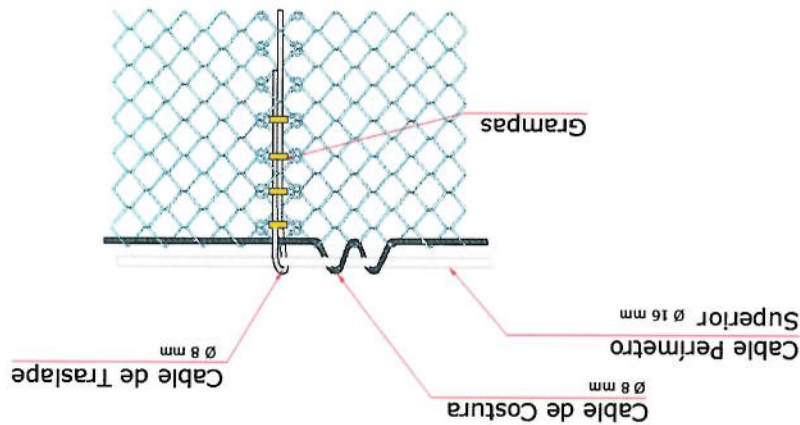
Finalmente se tensa el cable de costura y se cierra el conjunto con un sujetacable como el que iniciaba el tramo de unión.



Conexión entre mallas

Los rollos de malla MT 6000 pueden ser instalados sin la necesidad de traslape entre paneles. En casos normales, después del ajuste y posicionamiento de los rollos, los paneles son permanentemente conectados a los anclajes de la cresta.

Al unir los paneles en la cresta del talud se deberá realizar un traslape con el cable de traslape de 8 mm, con una longitud de al menos 0.50 m, el cual será fijado con sujetacables cada 0.10 m, con un mínimo de 4 sujetacables en el tramo.



3.4 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La unidad de medida para el sistema de cables y malla para la protección de taludes será el metro cuadrado (m²).

El pago se efectuará al precio unitario del contrato, por el trabajo ejecutado, de acuerdo con esta especificación y aceptada por el fiscalizador.

El precio unitario incluye: mano de obra, equipo y herramientas.

4. ANCLAJES EN ROCA (ET-005)

4.1 DESCRIPCIÓN

Los pernos de anclaje serán instalados como soportes permanentes en la estabilización del talud a la salida oriental del Túnel Guayasamin, el sitio inestable se encuentra ubicado a 200 m hacia el occidente, ingresando por la carretera antigua la Interoceánica.

Los procedimientos de instalación de los pernos de anclaje estarán sujetos a revisión y/o cambio, por la Fiscalización, para estar de acuerdo con la intención de estas especificaciones. Los esquemas de disposición de pernos de anclaje, mostrados en los planos, son solamente típicos; y estarán sujetos, según lo señale la Fiscalización, a variaciones de forma, espaciamiento y longitud, así como de accesorios según se requiera para las condiciones del sitio en que se utilicen. También podrán ser utilizados en sitios diferentes a aquellos indicados en los planos.

4.2 MATERIALES

El conjunto de los pernos de anclaje a instalarse corresponderá un perno tipo con una barra de anclaje de 25mm de diámetro y embebida completamente en lechada de cemento. Todos los pernos deberán ser roscados en una longitud mínima de 200 mm (8") en un extremo. Todo perno deberá ser proporcionado con una placa de apoyo, una arandela de acero, una o dos arandelas biseladas y de una o dos tuercas según se requiera. Las placas de apoyo para los pernos de anclaje serán de 5 x 200 x 200 mm.

Las roscas de los pernos de anclaje y toda la superficie de las tuercas y arandelas deberán ser revestidas, en fábrica, con una grasa plástica aprobada, del tipo usado para protección de máquinas-herramientas y que contenga sustancias que eviten su oxidación antes de su instalación toda la grasa de los pernos deberá ser completamente removida.

Si las condiciones de las rocas requieren inyecciones con resina, su utilización será ordenada por la Fiscalización.

Después de la fabricación, los pernos tendrán que poseer las siguientes propiedades mecánicas:

Limite mínimo de fluencia	17000 kg
Carga mínima de rotura	22000 kg
Elongación	16%

4.2.1 Procedimientos

4.2.1.1 Generalidades

Cabe indicar que la perforación para los anclajes se realizará una vez instalada la malla MT, luego se expandirán los orificios de la malla, para luego efectuar la perforación.

El diámetro de la perforación en la superficie será de 100mm o 4", de tal manera que permita obtener un anclaje óptimo, hasta la profundidad requerida, con barrenos insertados con carburo, de forma de estrella, o con barrenos estándar de diamante, luego serán limpiados de todo residuo o material caído en ellos.

Después que los pernos se hayan sujetado en las perforaciones, se colocará en ellos las placas de apoyo, las arandelas y las tuercas hexagonales. Las arandelas biseladas serán colocadas entre la placa de apoyo y la arandela de acero y luego ajustadas para proporcionar una superficie de apoyo para la tuerca perpendicular al perno. Una arandela de acero deberá ir inmediatamente antes de la tuerca poniéndose un lubricante aprobado entre ellas. Las rosas estarán libres de polvo, rebabas o cualquier materia extraña, y serán bien lubricadas con un lubricante plástico aprobado, que evite la oxidación antes de la colocación de la tuerca.

La tuerca deberá entrosarse y girar libremente en el perno hasta ser ajustada.

Se hará una revisión del ajuste de los pernos de anclaje, inmediatamente antes de la colocación del revestimiento de hormigón o de la aplicación de la inyección de cemento.

Después de esperar el tiempo apropiado de fraguado se instalará la placa de apoyo, la arandela biselada, la arandela de acero y la tuerca. A la tuerca se aplicará un ligero torque para proporcionar un buen contacto entre la placa de apoyo y el suelo.

4.2.2 Inyección

En donde se indique en los planos, se instalarán pernos de anclaje inyectados con mortero. El contratista debe suministrar todos los accesorios y equipo necesarios para efectuar la inyección después de instalados los pernos. La placa de apoyo estará provista con un orificio para la inyección, otro para el tubo de salida del aire y otro para el perno.

Después de la colocación del perno de anclaje, el espacio entre perno y suelo debe ser empacado o sellado para mantener la presión de la inyección, la cual no será mayor que la requerida para rellenar el hueco adecuadamente. La operación debe ser tal, que asegure que el orificio haya sido completamente inyectado y todo el aire haya salido de la perforación. Se considerará que el orificio ha sido inyectado cuando se produzca el retorno del mortero o de la lechada de cemento a través del orificio (o válvula) de ventilación.

La lechada para inyección consistirá de cemento Portland Tipo 1F, Norma NTE INEM 490 fluidificante aprobado por normas. El mortero consistirá de una mezcla de cemento modificado más arena fina con la adición de un aditivo químico fluidificante aprobado por normas, cuya dosificación en peso será: 1 parte de cemento, 1,5 - 2,0 partes de arena; las partes de agua estará

en función de la humedad de la arena y el porcentaje adecuado de aditivo que recomiendan las normas. El mortero y/o lechada debe ser mezclado durante un tiempo mínimo de 3 minutos, en una mezcladora de alta velocidad y luego tamizado en forma húmeda a través del tamiz No. 14, antes de su inyección. La preparación de la mezcla se realizará durante la instalación del perno.

4.2.3 Protección

El método de protección que elija el Contratista para sus trabajadores, antes o durante la instalación de los mismos pernos. El Contratista presentará a la Fiscalización los planos de protección concernientes, esta aprobación estará de acuerdo a la intención de estas especificaciones y no relevará al Contratista de su responsabilidad en la ejecución de estos trabajos. Si el Contratista prefiere dejar la protección en el sitio, ésta estará constituida solamente por miembros de acero y no interferirán con los elementos estructurales de la obra (por ejemplo, barra de refuerzo), ni tampoco podrán sobresalir a menos de 7,5 cm de la cara exterior del revestimiento. No se realizará ningún pago por el suministro, instalación y retiro (o no) de las instalaciones de protección.

4.2.4 Recubrimiento de la superficie

Los materiales usados para el recubrimiento superficial serán colocados debajo de los pernos de anclaje entre la superficie de la roca y la placa de apoyo o bajo la tuerca para ser ajustada con el torque inicial de la tuerca. Estos a su vez serán reforzados con el cable perimetral de 16 mm, correspondiente a la especificación ET-004 de este informe.

Inmediatamente antes de la colocación y fijación de los cables perimetrales los anclajes deberán ser chequeados, sin que posteriormente sea necesario ningún otro chequeo adicional. Aquellos pernos que con esta operación resultaren flojos, deberán ser cambiados. Todo recubrimiento de superficie que se utilice deberá ser asegurado firmemente contra la roca. El perno será insertado a través de la placa de apoyo, las roscas de los pernos, las placas, tuercas y arandelas deberán ser revestidas, con sustancias que eviten su oxidación. Antes de su instalación, toda la grasa de los pernos deberá ser completamente removida.

4.3 MEDICION Y FORMA DE PAGO

La medida para los pernos de anclaje será la Unidad.

Estos rubros se pagaran de acuerdo a los precios unitarios de la Tabla de Cantidades y Precios, bajo la siguiente denominación:

Anclajes pasivos L=4 m - Anclaje en roca (incluye perforación 4", barra 25 mm, placa, tuerca, espaldadores, lechada cemento, aditivos) - Unidad

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Anexo 6.1



Malla Talud Alto Límite Elástico

MT 6000

Usos y Aplicaciones:

Estabilización de Taludes
Control de Desprendimientos Locales

Características Geométricas:

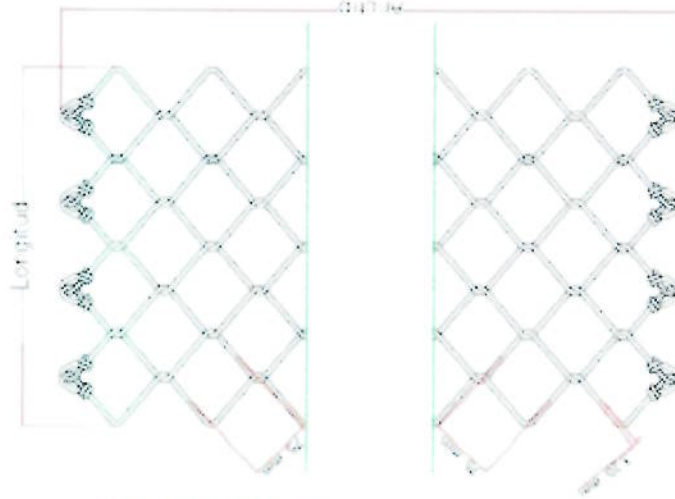
Abertura del cuadro : 75 mm ± 7 mm
 Diámetro Alambre : 3.20 mm ± 0.10 mm
 Peso Aproximado : 1.8 kg/m²

Características Desempeño:

Carga mínima ruptura alambre : 7.100 N (720 kg)
 Resistencia de malla mínima en ambos ejes : 58.860 N/m (6.000 kg/m)
 recubrimiento Zn / Al 90/10 : 150 g/m²

Dimensiones Disponibles (*):

Ancho adaptable : desde 1.0 m hasta 5.0 m
 Longitud adaptable : desde 5.0 m hasta 200 m



Better Together

@ BEKAERT

SISTEMAS PARA CONTROL DE TALUDES

MT 15000 MT 6000

incharam

Descripción del Sistema

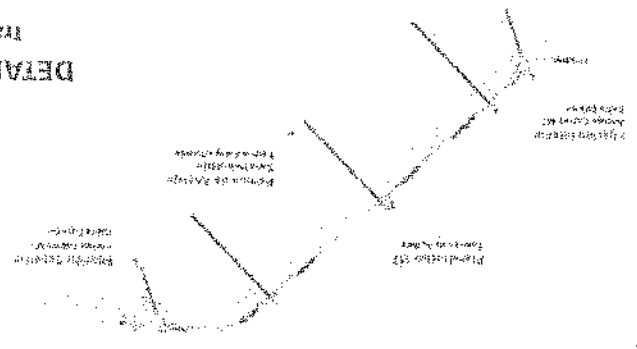
El sistema de estabilización de taludes con cables de acero es un sistema de estabilización activa que permite la construcción de taludes con pendientes más altas y profundidades de estabilización mayores que las que se podrían lograr con un sistema de estabilización pasiva. Este sistema se utiliza para estabilizar taludes de roca y suelo que están sujetos a deslizamientos. El sistema consiste en cables de acero que se anclan en el talud y se conectan a un sistema de anclaje en la superficie del talud. Los cables de acero se tensan y se fijan a la superficie del talud, lo que genera una fuerza de tracción que estabiliza el talud. Este sistema es muy efectivo para estabilizar taludes de roca y suelo que están sujetos a deslizamientos. El sistema consiste en cables de acero que se anclan en el talud y se conectan a un sistema de anclaje en la superficie del talud. Los cables de acero se tensan y se fijan a la superficie del talud, lo que genera una fuerza de tracción que estabiliza el talud.

Características

Este sistema de estabilización de taludes con cables de acero tiene las siguientes características:

- Permite la construcción de taludes con pendientes más altas y profundidades de estabilización mayores que las que se podrían lograr con un sistema de estabilización pasiva.
- Es muy efectivo para estabilizar taludes de roca y suelo que están sujetos a deslizamientos.
- El sistema consiste en cables de acero que se anclan en el talud y se conectan a un sistema de anclaje en la superficie del talud.
- Los cables de acero se tensan y se fijan a la superficie del talud, lo que genera una fuerza de tracción que estabiliza el talud.

**VISTA EN CORTE
DEL SISTEMA**



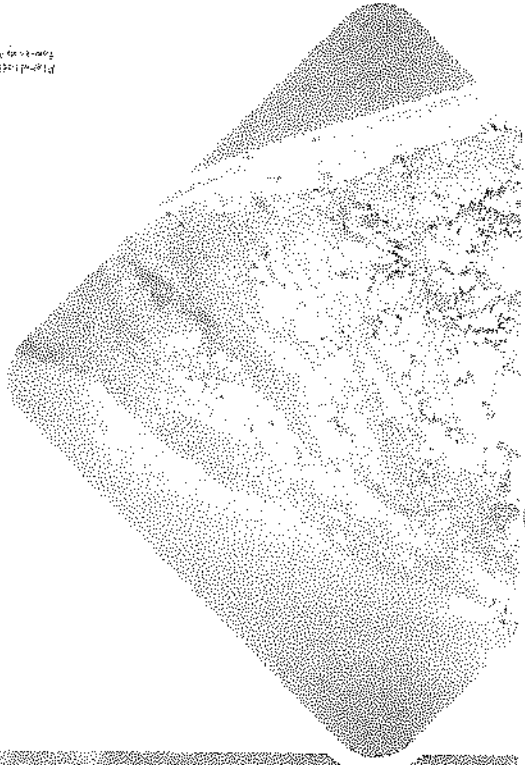
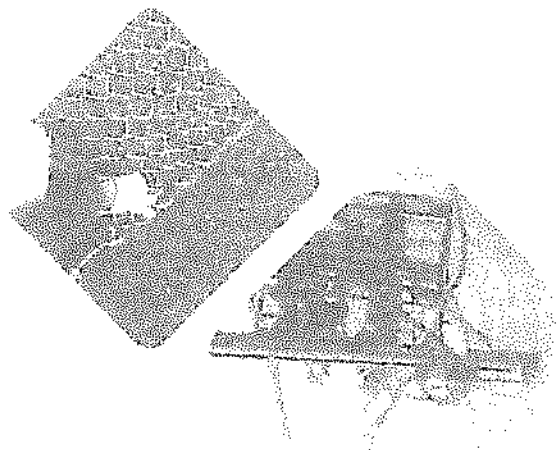
El sistema de estabilización de taludes con cables de acero es un sistema de estabilización activa que permite la construcción de taludes con pendientes más altas y profundidades de estabilización mayores que las que se podrían lograr con un sistema de estabilización pasiva. Este sistema se utiliza para estabilizar taludes de roca y suelo que están sujetos a deslizamientos. El sistema consiste en cables de acero que se anclan en el talud y se conectan a un sistema de anclaje en la superficie del talud. Los cables de acero se tensan y se fijan a la superficie del talud, lo que genera una fuerza de tracción que estabiliza el talud.

DETALLE UNIÓN DE ROLLOS



Usos

Este sistema de estabilización de taludes con cables de acero se utiliza para estabilizar taludes de roca y suelo que están sujetos a deslizamientos. El sistema consiste en cables de acero que se anclan en el talud y se conectan a un sistema de anclaje en la superficie del talud. Los cables de acero se tensan y se fijan a la superficie del talud, lo que genera una fuerza de tracción que estabiliza el talud.



GRAMINAS

CABLE DE COSTURA
CABLE DE TRASPASE

CABLE DE FERMATTO SUPERIOR

Sistemas Control de Desprendimientos

Descripción del Sistema

Este sistema está por un sistema de fijación superior compuesto por cables de borde y cables de costura. La malla MT se fija a la corona del talud sobre el perfil del talud.

Los Mallas Talud se hacen en zigzag.

Una malla MT una vez que se fuerza.

controlando la traza con el di.

desprendimientos.

Usos

Recomendado en taludes altos, escarpados.

Cortes, taludes menores.

Control de Desprendimientos.



DETALLE: FIJACIÓN DE LA MALLA MT

contra Cable Perimetro Superior



Beznal

Protección que asegura durabilidad



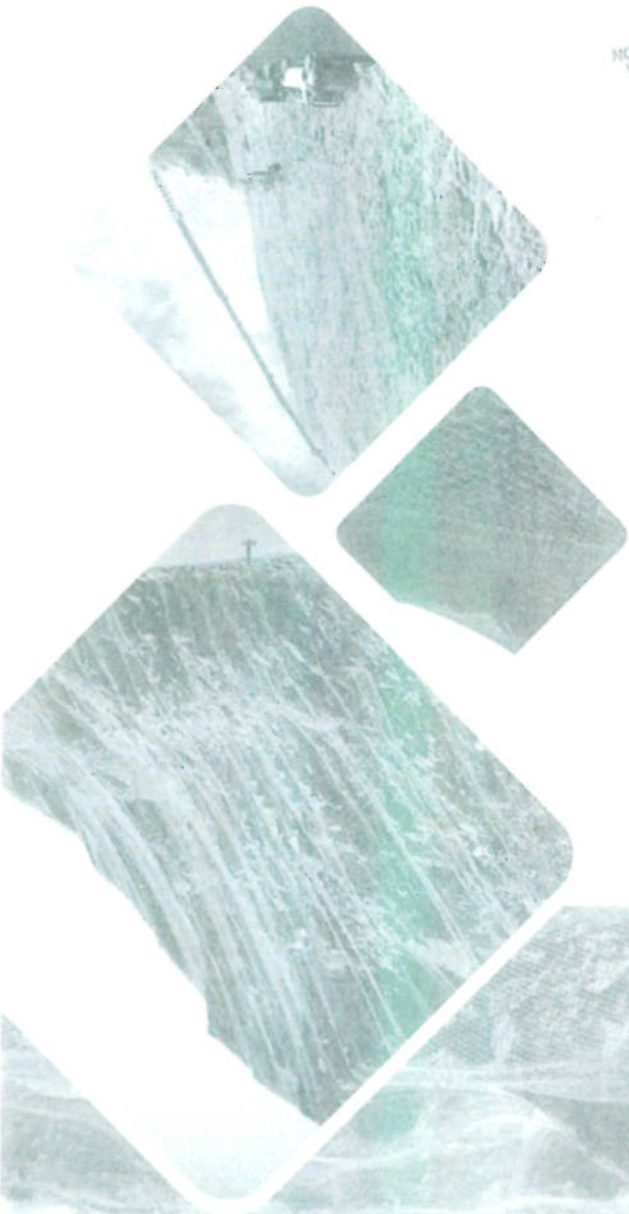
Soluciones de bajo Impacto Ambiental: Se evita el uso de hormigón proyectado como parte de la solución y se permite la flora y vegetación del talud. Reduciendo los impactos del Proyecto.

Mantenimiento: Se elimina la posibilidad de errores durante su manipulación, mejorando los tiempos de instalación y reduciendo la posibilidad de accidentes por alteración del sistema. Tratados de Capacidad de Soporte Superior fabricada con acero de alto desempeño, entrega soluciones con factores de seguridad superiores.

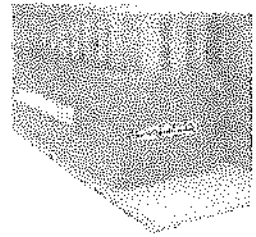
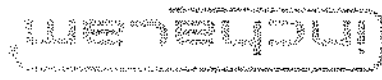
Doble Nudo: Malla reforzada en los bordes y puentes. La unión de dos cables con solo un cuadro de protección garantizada.

Vida Útil Superior: uso de aleación Zn/Al Beznal logrando aumentar la vida útil de los alambres y protegerlos durante tiempos de exposición del producto por corrosión, en comparación a productos galvanizados.

Características



(MT 6000) $100\% \text{ Polipropileno}$
 (MT 15000) $100\% \text{ Polipropileno}$
 (MT 15000) $100\% \text{ Polipropileno}$



MT 6000	MT 15000
Abertura (mm)	150
Forma de Rollo	75
Ancho (m)	1.50
Longitud rollo (m)	150
Peso rollo (kg/m)	1.50
Peso del rollo en la malla	1.50

Descripción del Rollo

Abertura (mm): 150
 Forma de Rollo: 75
 Ancho (m): 1.50
 Longitud rollo (m): 150
 Peso rollo (kg/m): 1.50
 Peso del rollo en la malla: 1.50

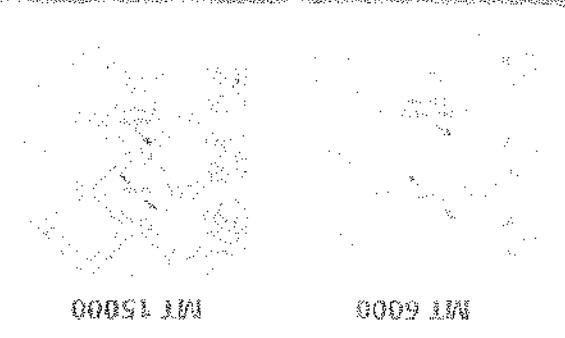
Propiedades Mecánicas Alambre

Diámetro (mm): 2.00
 Carga máxima de ruptura a la tracción (N): 4.20
 Resistencia a la tracción de la malla (kg/cm²): 1.50
 Resistencia a la tracción de la malla (kg/cm²): 1.50

Resistencia Mecánica de Tracción de Mallas

MT 6000	MT 15000
Resistencia a la tracción de la malla (kg/cm ²): 1.50	Resistencia a la tracción de la malla (kg/cm ²): 1.50

Características Requeridas Mallas: MT 6000




MT 6000
 MT 15000




Anexo 7: Fotografías



DESCRIPCIÓN: Trabajos de topografía	
	
2	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	


DESCRIPCIÓN: Ubicación del proyecto - Salida del Túnel Guayasamín hacia el peaje.	
	
1	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	

DESCRIPCIÓN: Vista parcial de cuneta de desagüe existente.	
	
4	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	

DESCRIPCIÓN: Vista parcial del talud en estudio.	
	
3	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	


<p>DESCRIPCIÓN: Vista parcial del muro de retención existente y sus respectivos drenajes.</p>	
	
<p>6</p>	<p>PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).</p>
<p>FOTO</p>	

<p>DESCRIPCIÓN: Bajante gradeado, existente.</p>	
	
<p>5</p>	<p>PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).</p>
<p>FOTO</p>	

<p>DESCRIPCIÓN: Vista parcial del talud en estudio y algunos deslizamientos de material.</p>	
	
<p>8</p>	<p>PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).</p>
<p>FOTO</p>	

<p>DESCRIPCIÓN: Vista lateral del muro de retención existente.</p>	
	
<p>7</p>	<p>PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).</p>
<p>FOTO</p>	

DESCRIPCIÓN: Rejillas transversales existente	
	
10	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	

DESCRIPCIÓN: Vista parcial de la parte superior del talud.	
	
9	PROYECTO: Evaluación Túnel Guayasamín (Estabilidad Talud Salida Oriental).
FOTO	