

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TESIS

**ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE
LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO
CHAHUARES – QUELLOUNO – REMOLINO, DISTRITOS
ECHARATI – QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA
CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025**

PRESENTADO POR:

Br. ANTHONY EDWARD QUISPE TORRES

Br. LIZBETH ANABEL SOTO ACHAPUMA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

Mgt. IVAN CACERES ANGULO

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor IVAN CACERES ANGULO.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA
DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO,
DISTRITOS ECHARATI - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO DEL CUSCO-2025

Presentado por: ANTHONY EDWARD QUISPE TORRES..... DNIN° 72890642....;

presentado por: LIZBETH ANABEL SOTO ACHAPUMA..... DNIN°: 73310095.....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO GEOLOGO.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 08 de AGOSTO de 2026.....


.....
Firma

Post firma Ivan Caceres Angulo.....

Nro. de DNI 23948756.....

ORCID del Asesor 0000-0003-1959-3275.....

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio. TURNITIN
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:613193917.....

Anthony - Lizbeth Quispe -Soto

TESIS-ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE L...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:613193917

Fecha de entrega

8 ago 2026, 7:19 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

8 ago 2026, 7:29 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS-ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD V....pdf

Tamaño del archivo

14.4 MB

163 páginas

38.457 palabras

227.710 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 30 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
355 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	XII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
1 CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Ubicación	2
1.1.1. Ubicación política	2
1.1.2. Ubicación geográfica y UTM	2
1.2. Accesibilidad.....	4
1.3. Condición climática	4
1.4. Planteamiento del problema.....	4
1.4.1. Descripción del problema	4
1.5. Formulación del problema	5
1.5.1. Problema general	5
1.5.2. Problema específicos	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. Objetivos generales.....	5
1.6.2. Objetivos específicos	5
1.7. Justificación	6
1.8. Hipótesis	6
1.8.1. Hipótesis general.....	6
1.8.2. Hipótesis específicas	6
1.9. Variables de investigación	7
1.9.1. Variables dependientes	7
1.9.2. Variables independientes	7
1.10. Operacionalización de variables	7
1.11. Metodología de trabajo	7
1.11.1. Etapa de Pre-campo	7
1.11.2. Etapa de campo I.....	8
1.11.3. Etapa de Campo II	8
1.11.4. Etapa de Post-Campo	8
1.11.5. Etapa de Gabinete	9



1.11.6. Etapa Final	9
1.12. Normativa Utilizada.....	9
2 CAPÍTULO II MARCO TEORICO-CONCEPTUAL-REFERENCIAL	10
2.1. Marco Referencial – Teórico – Conceptual	11
2.1.1. Antecedentes	11
2.1.2. Marco Teórico.....	14
2.1.3. Marco Conceptual.....	18
3 CAPÍTULO III GEOMORFOLOGÍA	23
3.1. Aspectos generales.....	24
3.2. Geomorfología Regional.....	24
3.2.1. Cordillera Oriental	24
3.2.2. Zona Subandina	24
3.2.3. Valles Profundos	25
3.2.4. Valles del Rio Yanatile	25
3.2.5. Valles del Rio Ocobamba	25
3.3. Geomorfología Local.....	25
3.3.1. Montaña en rocas intrusivas (RM-ri).....	25
3.3.2. Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-cd)	26
3.3.3. Vertiente con Deposito de deslizamiento (V-dd).....	27
3.3.4. Cauce de rio, Rio Yanatile	27
3.3.5. Terraza Aluvial (T-al).....	28
3.3.6. Quebradas Tributarias.....	29
4 CAPÍTULO IV GEOLOGÍA Y GEODINAMICA.....	31
4.1. Geología regional.....	32
4.1.1. Formación Sandia: Ordoviciano Superior (Os-s3)	32
4.1.2. Formacion Ananea: Siluriano – Devoniano (SD-a3).....	32
4.1.3. Mesozoico Grupo Cabanillas: Devoniano (D-c2).....	32
4.1.4. Plutón Quilloc–Mesapelada: Pérmico (PE-quim3-sgr)	33
4.1.5. Plutón Cirialo: Pérmico Inferior (PEc-ci3-di))	33
4.1.6. Deposito Aluviales (Qh-al).....	34
4.1.7. Deposito Coluviales (Qh-co)	34
4.1.8. Deposito Fluviales (Qh-fl)	34
4.2. Geología Local.....	36



4.2.1.	Formación Ananea: Siluriano – Devoniano (SD-a3).....	36
4.2.2.	Grupo Cabanillas (D-c2).....	37
4.2.3.	Dique Diorítico	38
4.2.4.	Depósitos Aluvial (Qh-al).....	39
4.2.5.	Deposito Fluviales (Qh-fl)	40
4.2.6.	Depósitos Coluviales (Q-co).....	41
4.2.7.	Depósitos Coluvio-Deluvial (Q-cd).....	42
4.3.	Geología Estructural	44
4.3.1.	Aspectos generales.....	44
4.3.2.	Plegamiento.....	44
4.3.3.	Fallas	45
4.3.4.	Estructuras secundarias	46
4.4.	Geodinámica Externa.....	48
4.4.1.	Aspectos generales.....	48
4.4.2.	Identificación de sectores críticos	49
5	CAPITULO V HIDROGEOLOGÍA.....	55
5.1.	Aspectos Generales.....	56
5.2.	Caracterización Hidrogeológica de las Formaciones Geológicas.....	56
5.2.1.	Acuíferos.....	56
5.2.2.	Acuitardo.....	57
5.2.3.	Acuífero Libre.....	58
5.2.4.	Acuífero Detrítico	59
5.2.5.	Acuífero Fisurado	60
5.3.	Fuentes Hídricas.....	61
6	CAPÍTULO VI GEOTECNIA.....	63
6.1.	Aspectos Generales	64
6.1.1.	Geotecnia de la vía.....	65
6.2.	Normatividad	65
6.2.1.	Lista de normas utilizadas:.....	66
6.3.	Estudio de mecánica de suelos.....	66
6.3.1.	Trabajos de Campo y Prospección Geotécnica.....	66
6.3.2.	Muestreo y Registro de Calicatas	67
6.3.3.	Trabajos de Laboratorio	68



6.3.4.	Consideraciones para Cimentaciones de Obras de Arte	70
6.3.5.	Caracterización del suelo	70
6.3.6.	Resultados de Laboratorio	71
6.4.	Evaluación Geomecánica.....	73
6.4.1.	Sistema de clasificación de geomecánica de macizos rocosos	73
6.4.2.	Descripción de las estaciones geomecánicas	74
6.5.	Evaluación geotécnica en obras de arte	109
6.5.1.	Badenes	109
6.5.2.	Muros	115
6.6.	Estabilidad de taludes	124
6.6.1.	Aspectos Generales	124
6.6.2.	Recomendaciones para la estabilidad de taludes en corte	133
6.6.3.	Factores preventivos y correctivos para evitar falla en el talud.....	133
6.7.	Ubicación De Canteras	134
6.7.1.	Canteras.....	134
6.8.	Clasificación De Materiales	139
6.8.1.	Material Suelto (M.S)	139
6.8.1.	Roca Suelta (R.S).....	140
6.8.2.	Roca Fija (R.F).....	140
7	CONCLUSIONES.....	142
8	RECOMENDACIONES.....	144
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	145
10	ANEXOS.....	147



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación política de la zona de estudio.	2
Tabla 2: Coordenadas geográficas y UTM.	2
Tabla 3: Accesibilidad del área de estudio.	4
Tabla 4: Operacionalización de variables.	7
Tabla 5: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-01	49
Tabla 6: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-02	50
Tabla 7: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-03	52
Tabla 8: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-04	53
Tabla 9: Ubicación de las Fuentes de Agua.....	62
Tabla 10: Ubicación de las exploraciones realizadas mediante Calicatas.	71
Tabla 11: Resultados de la evaluación físico mecánica de los suelos	72
Tabla 12: Calculo de la Cohesión y ángulo de fricción por el método de densidad relativa. 72	
Tabla 13: Valoración total del macizo rocoso, EG-1 que clasifica en clase III - Regular	76
Tabla 14: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular	76
Tabla 15: Valoración total del macizo rocoso, EG-02 que clasifica en clase III - Regular ...	81
Tabla 16: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular.	81
Tabla 17: Valoración total del macizo rocoso, EG-3 que clasifica en clase III - Regular	87
Tabla 18: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular.	87
Tabla 19: Valoración total del macizo rocoso, EG-4 que clasifica en clase III - Regular	93
Tabla 20: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Buena.	93
Tabla 21: Valoración total del macizo rocoso, EG-05 que clasifica en clase II – Buena	99
Tabla 22: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Buena.	99
Tabla 23: Valoración total del macizo rocoso, EG-6 que clasifica en clase III - Regular ...	105
Tabla 24: Clasificación RMR de la estación geomecánica como Regular.	105
Tabla 25: Capacidad admisible en kg/cm ² en el SCM-01.	112
Tabla 26: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-01.....	112
Tabla 27: Capacidad admisible en kg/cm ² en el SCM-05.	114
Tabla 28: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-05.....	115
Tabla 29: Capacidad admisible en kg/cm ² en el SCM-02 y SCM-03.	118
Tabla 30: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-02 y SCM-03.....	118
Tabla 31: Capacidad admisible en kg/cm ² en el SCM-06.	120
Tabla 32: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-06.....	121



Tabla 33: Capacidad admisible en kg/cm ² en el SCM-08 y SCM-09.	123
Tabla 34: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-08 y SCM-09.....	124
Tabla 35: Relación de canteras y ubicación de canteras.....	134
Tabla 36: Características de la Cantera 01 (Chahuares).....	135
Tabla 37: Características de la Cantera 02 (Chahuares).....	137
Tabla 38: Características de la Cantera 03 (Chahuares).....	138



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	3
Figura 2: Elementos de un deslizamiento	17
Figura 3: Fuerzas actuantes en una dovela.	18
Figura 4: Mapa geomorfológico Regional de la carretera Chahuares – Quellouno – Remolino.	30
Figura 5: Mapa Geológico Regional de la carretera Chahuares – Quellouno – Remolino...35	
Figura 6: Mapa Estructural Regional de la carretera, Chahuares-Quellouno-Remolino.....47	
Figura 7: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-01.	75
Figura 8: Datos específicos de la EG-01	77
Figura 9: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar - EG-01	77
Figura 10: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña - EG-01	78
Figura 11: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-02	80
Figura 12: Datos específicos de la EG-02	82
Figura 13: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-02	83
Figura 14: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-02.....	83
Figura 15: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-03	86
Figura 16: Datos específicos, EG-03.....	88
Figura 17: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar - EG-03.	89
Figura 18: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña - EG-03.	89
Figura 19: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-04.	92
Figura 20: Datos específicos, EG-04.....	94
Figura 21: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-04.	95
Figura 22: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-04.....	95
Figura 23: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-05	98
Figura 24: Datos específicos, EG-05.....	100
Figura 25: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-05.	101
Figura 26: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-05.....	101
Figura 27: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-06	104
Figura 28: Datos específicos, EG-06.....	106
Figura 29: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG- 06	107
Figura 30: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG -06.	107
Figura 31: Calculo de capacidad admisible en el SCM-01.....	110
Figura 32: Bulbo de presiones en el SCM-01.....	111



Figura 33: <i>Calculo de capacidad admisible en el SCM-05.</i>	113
Figura 34: <i>Bulbo de presiones en el SCM-05.</i>	114
Figura 35: <i>Calculo de capacidad admisible en el SCM-02 y SCM-03.</i>	116
Figura 36: <i>Bulbo de presiones en el SCM-02 y SCM-03.</i>	117
Figura 37: <i>Calculo de capacidad admisible en el SCM-06.</i>	119
Figura 38: <i>Bulbo de presiones en el SCM-06.</i>	120
Figura 39: <i>Calculo de capacidad admisible en el SCM-08 y SCM-09.</i>	122
Figura 40: <i>Bulbo de presiones en el SCM-08 y SCM-09.</i>	123
Figura 41: <i>Análisis estático en corte de talud en el km 00+220</i>	125
Figura 42: <i>Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 00+220.</i>	126
Figura 43: <i>Análisis estático en corte de talud en el km 00+620</i>	127
Figura 44: <i>Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 00+620.</i>	128
Figura 45: <i>Análisis estático en corte de talud en el km 02+070</i>	129
Figura 46: <i>Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 02+070.</i>	130
Figura 47: <i>Análisis estático en corte de talud en el km 04+900</i>	131
Figura 48: <i>Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 04+900.</i>	132



ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Montaña en roca intrusiva caracterizado por pendientes fuertes.....	26
Fotografía 2: Piedemonte coluvio-deluvial caracterizada por depósitos no consolidados y por fragmentos de roca.....	26
Fotografía 3: Vertiente con depósito de deslizamiento con materiales remanentes de movimientos en masa pasados, con formas lobuladas, escarpes residuales.....	27
Fotografía 4: Cauce del río Yanatile, vista tomada hacia el SW.....	28
Fotografía 5: Terraza Aluvial, formadas por el pase y acumulación de sedimentos conformada por acumulaciones heterométricas de gravas, bloques, arenas y finos transportados a lo largo del cauce del río Yanatile.	29
Fotografía 6: Quebrada Tributaria que drena hacia el río Yanatile.....	29
Fotografía 7: Afloramiento de rocas metamórficas pizarras km 05+100, lado derecho.	36
Fotografía 8: Afloramiento de pizarras medianamente intemperizadas en el km 04+000. ...	37
Fotografía 9: Contacto de metareniscas con depósito coluvial en el km 02+850.....	38
Fotografía 10: Dique ígneo intrusivo cortando la Formación Ananea. 09+610.	39
Fotografía 11: Depósito aluvial en el km 07+805.....	40
Fotografía 12: Depósitos fluviales a ambos márgenes de la quebrada. Km 10+010	41
Fotografía 13: Depósito coluvial en taludes km 03+560	42
Fotografía 14: Depósitos coluvio deluviales ligeramente consolidados.	43
Fotografía 15: Deslizamiento complejo en el km 0+220.....	50
Fotografía 16: Movimiento Complejo en el km 0+620.....	51
Fotografía 17: Movimiento Complejo en el km 04+980.....	53
Fotografía 18: Caída de rocas en el km 4+900.....	54
Fotografía 19: Presencia de acuíferos conformados por arenas gravas y limos	57
Fotografía 20: Presencia de un acuitados con depósitos coluvio-deluviales de baja infiltración.....	58
Fotografía 21: Acuífero libre en depósitos fluviales y aluviales con materiales suelos.....	59
Fotografía 22: Acuífero detrítico en depósitos coluviales	60
Fotografía 23: Acuífero fisurado asociado a las pizarras de la Formación Ananea.	60
Fotografía 24: Fuente de agua del río Quellomayo ubicado a la salida del centro poblado de Quellouno.....	61
Fotografía 25: Apertura de la Calicata T-03 (Km 02+230).....	67
Fotografía 26: Apertura de la Calicata T-10 (Km 09+750).....	68
Fotografía 27: Estación Geomecánica 01, EG-01	74



Fotografía 28: Estación Geomecánica 01, EG-01.....	74
Fotografía 29: Estación Geomecánica 02, EG-02.....	79
Fotografía 30: Estación Geomecánica 02, EG-02.....	79
Fotografía 31: Estación Geomecánica 03, EG-03.....	85
Fotografía 32: Estación Geomecánica 03, EG-03.....	85
Fotografía 33: Estación Geomecánica 04, EG-04.....	91
Fotografía 34: Estación Geomecánica 04, EG-04.....	91
Fotografía 35: Estación Geomecánica 05, EG-05.....	97
Fotografía 36: Estación Geomecánica 05, EG-05.....	97
Fotografía 37: Estación Geomecánica 06, EG-06.....	103
Fotografía 38: Estación Geomecánica 06, EG-06.....	103
Fotografía 39: Deposito fluvial y aluvial constituido por gravas, cantos rodados y arenas; Terrazas fluviales. Foto tomada paralela al Km 01+250	136
Fotografía 40: Deposito aluviofluvial constituido de material fluvial y aluvial constituido por gravas alteradas con clastos semiangulosos, arenas y limos, Km 01+600.	137
Fotografía 41: Deposito coluvio-deluvial constituido por clastos angulosos de pizarras y limos, Km 13+850.....	139



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Jehová, creador de todo, por darme el regalo de la vida.

A mi madre Rosalia Achapuma, por guiarme siempre con sus sabias palabras.

A mi padre Florentino Soto, por enseñarme a ser perseverante.

A mis hermanos Roxana, Javier, Evelyn y Oshin por ser mis compañeros de vida.

Al Ing. Renato por motivarme a crecer profesionalmente.

Y las personas especiales e importantes en mi vida.

Bach. Lizbeth Anabel Soto Achapuma



DEDICATORIA

En primer lugar, dedico esta tesis a **Dios Jehová**, por iluminar mi camino y fortalecer mi espíritu.

A mi amada madre, **Isabel Torres Valeriano**, por su amor incondicional, su incansable esfuerzo y los innumerables sacrificios realizados a lo largo de mi vida. Gracias por ser el motor que impulsa cada uno de mis logros y por enseñarme, con su ejemplo, el verdadero valor de la perseverancia y la humildad.

A mi querido padre, **Eduardo Daniel Quispe Morocco**, por su apoyo constante, sus valiosos consejos y la confianza depositada en mí.

A mis hermanos: **Caty, Angélica, Rolando y Elizabeth**, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional. A cada uno de ustedes les profeso un profundo e inmenso amor.

Finalmente, dedico este logro a mis colegas y amigos que me acompañaron a lo largo de este camino académico, brindándome su apoyo, motivación y amistad sincera en los momentos más importantes de esta etapa.

A todos ustedes, mi más profunda gratitud. Esta dedicatoria representa un humilde tributo al amor, sacrificio y apoyo que hicieron posible la culminación de este importante objetivo en mi vida profesional.

Bach. Anthony Edward Quispe Torres



RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio geológico, geotécnico para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, distritos de Echarati - Quellouno, provincia de La Convención, departamento del Cusco – 2025” tuvo como objetivo determinar las características geológicas y geotécnicas del tramo vial, así como identificar las zonas críticas y proponer soluciones técnicas orientadas a mejorar la estabilidad y seguridad de la infraestructura vial. El problema de investigación estuvo orientado a establecer cuáles son las características geológicas y geotécnicas que condicionan el mejoramiento de la transitabilidad vehicular en el tramo evaluado.

La metodología comprendió trabajos de campo y laboratorio, incluyendo el levantamiento geológico, evaluación geomecánica de macizos rocosos mediante la clasificación RMR de Bieniawski, exploraciones geotécnicas en diez sectores representativos, análisis de capacidad portante de cimentaciones y evaluación de estabilidad de taludes en zonas críticas.

Los resultados permitieron identificar depósitos coluviales constituidos por fragmentos de pizarras de la Formación Ananea inmersos en una matriz limo arcillosa, así como afloramientos de pizarras moderadamente fracturadas.

Se concluye que las características geológicas y geotécnicas del tramo estudiado son favorables para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular. La implementación de las medidas de estabilización propuestas permitirá incrementar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de la carretera, validando las hipótesis planteadas en la investigación

Palabras clave: Geología, Geotecnia, Transitabilidad vehicular, Formación Ananea.



ABSTRACT

This research, entitled “Geological and Geotechnical Study for the Improvement of Vehicular Trafficability on the CU-105 Departmental Road, Chahuares – Quellouno – Remolino Section, Echarati and Quellouno Districts, La Convención Province, Cusco Department – 2025”, aimed to determine the geological and geotechnical characteristics of the road section, identify critical areas, and propose technical solutions to improve the stability and safety of the roadway infrastructure. The research problem focused on establishing the geological and geotechnical conditions that influence the improvement of vehicular trafficability along the evaluated section.

The methodology included field and laboratory investigations, geological mapping, geomechanical assessment of rock masses using the Bieniawski Rock Mass Rating (RMR) classification, geotechnical explorations at ten representative locations, bearing capacity analyses, and slope stability evaluations in critical areas.

The results identified colluvial deposits composed of slate fragments from the Ananea Formation embedded in a silty-clayey matrix, as well as moderately fractured slate outcrops.

It was concluded that the geological and geotechnical characteristics of the studied section are favorable for improving vehicular trafficability. The implementation of the proposed stabilization measures will enhance the safety, functionality, and long-term performance of the roadway, thereby validating the research hypotheses.

Keywords: Geology, Geotechnics, Vehicular trafficability, Ananea Formation.



INTRODUCCIÓN

La carretera departamental CU-105, en el tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, ubicada en los distritos de Echarati y Quellouno, provincia de La Convención, departamento del Cusco, constituye una importante vía de comunicación para el desarrollo económico y social de la zona. Sin embargo, actualmente presenta limitaciones en su transitabilidad debido al deterioro de la plataforma vial, la presencia de sectores inestables y las condiciones geológicas y geotécnicas propias del área, las cuales se intensifican durante las temporadas de lluvias.

Ante esta problemática, surge la necesidad de contar con estudios especializados que permitan conocer las características del terreno y establecer soluciones técnicas adecuadas para el mejoramiento de la infraestructura vial. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo determinar las características geológicas y geotécnicas de la carretera departamental CU-105, en el tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la transitabilidad vehicular y a la estabilidad de la vía.

Para ello, se desarrollaron trabajos de reconocimiento geológico, evaluación geomorfológica, caracterización geomecánica de macizos rocosos, exploraciones geotécnicas, ensayos de laboratorio y análisis de estabilidad de taludes en los sectores críticos identificados. Estas actividades permitieron determinar las condiciones del terreno, evaluar la capacidad de soporte de los materiales y establecer medidas de estabilización para garantizar un adecuado desempeño de la infraestructura proyectada.

Los resultados obtenidos constituyen una base técnica para el diseño y ejecución de las obras de mejoramiento vial, contribuyendo a incrementar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de la carretera. Asimismo, la investigación aporta información relevante para futuros proyectos de infraestructura desarrollados en zonas con características geológicas y geotécnicas similares dentro de la provincia de La Convención.



1 CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES



1.1. Ubicación

1.1.1. Ubicación política

El presente proyecto se ubica entre los sectores de Chahuares – Quellouno – Remolino, perteneciente al distrito de Echarati y Quellouno. Políticamente el área de estudio, tiene la siguiente denominación:

Tabla 1: *Ubicación política de la zona de estudio.*

LUGAR	Chahuares-Quellouno-Remolino
DISTRITOS	Echarati - Quellouno
PROVINCIA	La Convención
REGION	Cusco

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. Ubicación geográfica y UTM

Las coordenadas geográficas y UTM la zona 18L con datum WGS_1984 del tramo se encuentran detalladamente en la tabla.

Tabla 2: *Coordenadas geográficas y UTM.*

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
	Inicio	Fin
Latitud	13°12'26.86"S	13° 6'14.70"S
Longitud	71°54'43.12"O	72° 2'37.06"O
Altitud	777 msnm	911 msnm

COORDENADAS UTM		
	Inicio	Fin
Zona	18L	18L
Este	767777.07	766995.18
Norte	8600473.99	8603826.84
Altitud	777 msnm	911 msnm

Fuente: Elaboración propia.

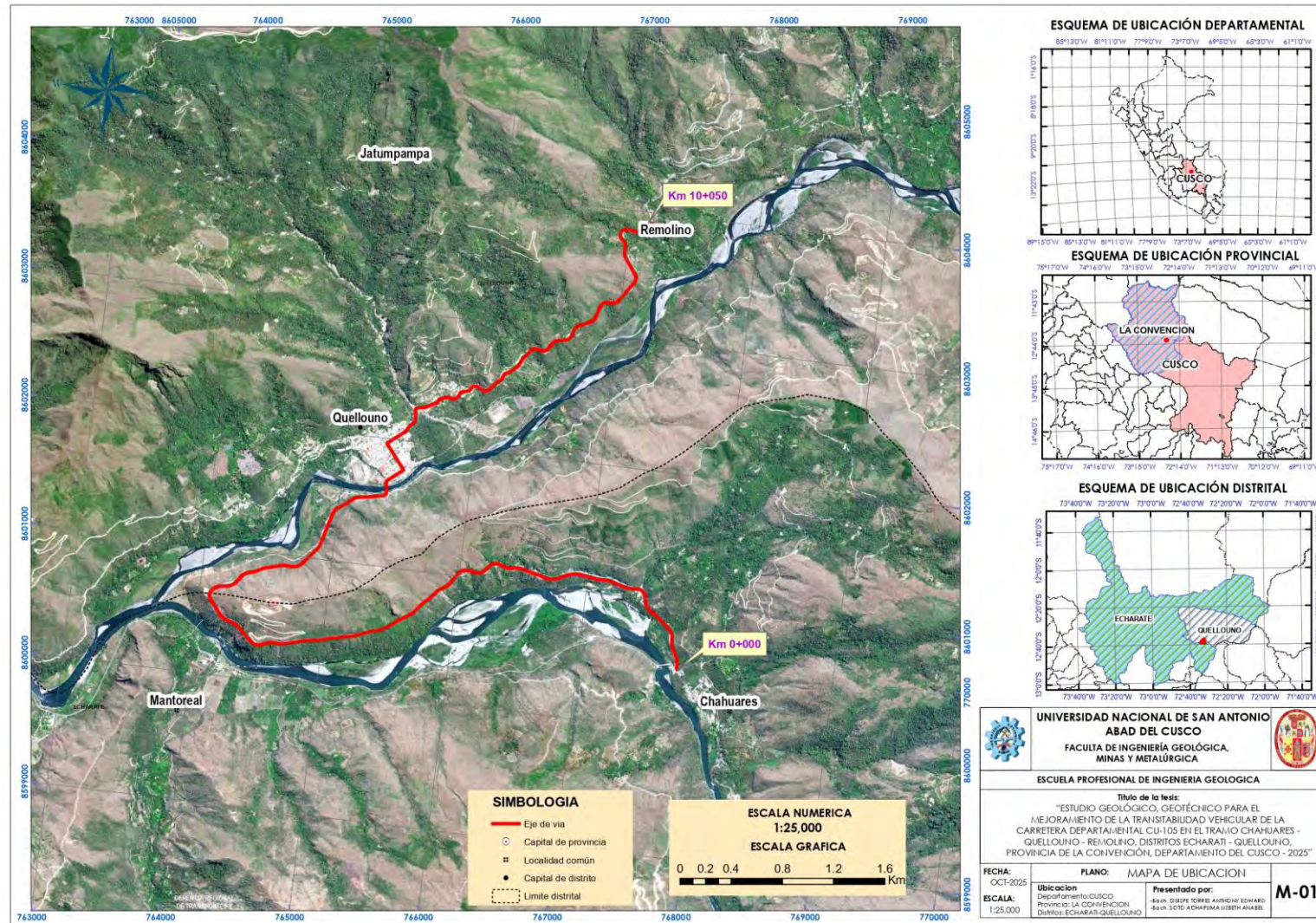


Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Accesibilidad

Existen dos vías o accesos para llegar a la zona de estudio, la primera es por la carretera Cusco - Quillabamba - Echarate - Chahuares, con este tramo se da inicio a la carretera a intervenir. El segundo tramo, es por la carretera de Cusco - Calca - Remolino, este tramo da fin a la carretera a intervenir.

Tabla 3: *Accesibilidad del área de estudio.*

Inicio	Fin	Tipo	Red Vial	KM	TIEMPO
Cusco	Quillabamba	Asfaltado	Departamental	203	5 horas
Quillabamba	Echarate	Asfaltado	Departamental	22.3	30 min
Echarate	Chahuares	Bicapa (Mal Estado)	Departamental	20.9	35 min
TOTAL				246.2	06 horas y 5 min.

Fuente: Elaboración propia

1.3. Condición climática

En la zona comprendida entre Chahuares, Quellouno y Remolino, ubicada en la provincia de La Convención, departamento del Cusco, presenta un clima cálido y húmedo, característico de la selva alta, con temperaturas promedio que oscilan entre 15 °C y 25 °C, variando según la altitud. Se distinguen dos estaciones bien marcadas: una temporada lluviosa, que se extiende aproximadamente de noviembre a marzo, con precipitaciones frecuentes e intensas que incrementan la humedad del suelo y pueden afectar la estabilidad de taludes y la transitabilidad vial; y una temporada seca, de abril a octubre, con menor presencia de lluvias y condiciones más favorables para el tránsito y la ejecución de trabajos viales.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1. Descripción del problema

El tramo Chahuares – Quellouno – Remolino de la carretera departamental CU-105, ubicado en los distritos de Echarati y Quellouno, provincia de La Convención, departamento del Cusco, presenta serias deficiencias en su transitabilidad vehicular debido a las condiciones geológicas y geotécnicas inestables de la zona.

El relieve accidentado, la presencia de suelos coluviales y aluviales poco competentes, junto con la alta pluviosidad característica de la ceja de selva, generan deslizamientos, erosión de taludes y deterioro de la plataforma vial, afectando la continuidad del tránsito.



Estas condiciones hacen necesario realizar un estudio geológico y geotécnico detallado que permita caracterizar los materiales del terreno, identificar zonas críticas de inestabilidad y proponer soluciones técnicas adecuadas para el mejoramiento sostenible de la transitabilidad vehicular del tramo.

1.5. Formulación del problema

1.5.1. Problema general

¿Cuáles son las características geológicas y geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos de Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco-2025?

1.5.2. Problema específicos

1. ¿Cuáles son las características geológicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025?
2. ¿Cuáles son las características geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco - 2025?
3. ¿Cuáles serían las soluciones geotécnicas en las zonas críticas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco - 2025?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivos generales

Determinar las características geológicas y geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Identificar y describir las características geológicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.



2. Analizar y determinar las características geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.
3. Determinar las zonas críticas y proponer soluciones geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.

1.7. Justificación

El tramo Chahuares – Quellouno – Remolino de la carretera departamental CU-105, ubicado en los distritos de Echarati y Quellouno, presenta condiciones geológicas y geotécnicas desfavorables debido a su relieve accidentado, suelos inestables y alta pluviosidad, factores que generan frecuentes deslizamientos, erosión y deterioro de la vía.

Estos problemas afectan la transitabilidad vehicular y limitan el transporte de productos agrícolas y la movilidad de las comunidades locales, impactando negativamente en la economía regional.

El estudio se justifica porque permitirá identificar las características geológicas y geotécnicas del terreno, así como proponer soluciones de estabilización y drenaje que mejoren la seguridad y operatividad de la carretera. Además, aportará información técnica útil para futuras obras de mantenimiento y mejoramiento vial, contribuyendo al desarrollo sostenible y la integración económica de la provincia de La Convención.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

Las características geológicas y geotécnicas son favorables para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.

1.8.2. Hipótesis específicas

1. Las características geológicas son favorables para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.
2. Las características geotécnicas (propiedades físico-mecánicas de los suelos) son adecuadas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera

departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.

3. La implementación de soluciones geotécnicas adecuadas, basadas en el análisis de zonas críticas son beneficiosas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.

1.9. Variables de investigación

1.9.1. Variables dependientes

- Transitabilidad vehicular

1.9.2. Variables independientes

- Geología
- Geotecnia

1.10. Operacionalización de variables

Tabla 4: Operacionalización de variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADO
TRANSITABILIDAD VEHICULAR	GEOLOGIA	Geologia	Litologia	Mapa geologico
		Geomorfologia	Topografia Pendientes	Caracterizacion de montañas y valles
		Geologia Estructural	Fallas y pliegues	Mapa estructural
	GEOTECNIA	Prospeccion directa	Ensayo de laboratorio Ensayo In situ	Parametros geomecanicos del suelo
		prospeccion indirecta	Analisis de taludes	Estabilidad de taludes

Fuente: Elaboración propia

1.11. Metodología de trabajo

1.11.1. Etapa de Pre-campo

Se realizo una revisión detallada de la documentación previa relacionada con el tramo CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO – 2025, enfocándose principalmente en las investigaciones geológicas y geotécnicas realizadas hasta el momento. Se evaluaron los estudios anteriores llevados a cabo por diferentes investigadores e instituciones.



1.11.2. Etapa de campo I

Se realizará el mapeo geológico y topográfico minucioso de la zona de estudio para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares-Quellouno-Remolino, con el objetivo de describir las características geológicas y morfológicas del área. Los datos recolectados fueron registrados en el mapa base resultante.

1.11.3. Etapa de Campo II

Empleando una Estación Total electrónica llevará a cabo el levantamiento a partir de los puntos de control de la poligonal secundaria de trazo. Este procedimiento se realizó con el propósito de garantizar que los planos resultantes cumplan con los estándares cartográficos en el sistema UTM y con las especificaciones topográficas necesarias para las secciones correspondientes. Estas acciones se ejecutaron considerando escalas que posibiliten la visualización completa de los detalles del terreno.

El alcance topográfico a realizarse comprende:

- Análisis topográfico de la vía existente.
- Evaluación topográfica de los márgenes de la carretera.
- El estudio se desarrolló en el sistema Geodésico Mundial y sus coordenadas UTM de 1984 (WGS-84), las cuales pertenecen a la ZONA 18S en la región donde se encuentra el proyecto.
- En esta fase, se realizó el estudio de suelos correspondiente al tramo de la carretera y donde se ubicarán las demás obras conexas, se realizarán calicatas ensayos in-situ y ensayos estándar. Se realizarán pruebas de caracterización geotécnica y geomecánica de rocas en las áreas que lo requieran.

1.11.4. Etapa de Post-Campo

Se realizará una recopilación y análisis de los estudios previos tanto en gabinete como en campo. A sí mismo, se evaluarán los resultados obtenidos y se procederá a clasificar las propiedades geotécnicas y mecánicas de los materiales correspondientes al tramo.



1.11.5. Etapa de Gabinete

Se llevará a cabo con el procesamiento y ajuste de los datos obtenidos en el campo. Seguidamente la verificación de la hipótesis planteada, este análisis permitirá obtener los resultados finales del estudio, que posteriormente será redactado.

1.11.6. Etapa Final

En esta etapa se realizará la Sustentación final de tesis.

1.12. Normativa Utilizada

En la elaboración de este trabajo de investigación se seguirán normas técnicas como referencia:

Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC)

- Establece los criterios para la exploración del subsuelo, número y profundidad de calicatas, clasificación de suelos, determinación de parámetros geotécnicos y su aplicación en el diseño de pavimentos y obras de estabilización.

Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras – MTC

- Define los procedimientos normalizados para la ejecución de ensayos de campo y laboratorio, asegurando uniformidad y calidad en los resultados obtenidos.

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG-2013 (y actualizaciones)

- Utilizadas como referencia para la evaluación de materiales

Ensayo de Contenido de Humedad

- De acuerdo a la Norma NTP 339.127 (ASTM D- 2216)

Ensayo de Análisis Granulométrico

- MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Ensayo de Limite Liquido

- MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

Ensayo de Limite Plástico

- MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

Ensayo de corte directo

- MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

Ensayo de densidad de campo (Cono de Arena)

- Norma MTC E 117 – 2000, basada en la Norma ASTM D 1556 y AASHTO T-191.

Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual

- Norma Técnica Peruana (NTP 339.150)



2 CAPÍTULO II MARCO TEORICO-CONCEPTUAL-REFERENCIAL



2.1. Marco Referencial – Teórico – Conceptual

2.1.1. Antecedentes

Se cuenta con antecedentes de investigación centrados en la geología y geotecnia. Estos estudios han sido desarrollados de manera detallada, analizando aspectos relevantes a continuación, se mencionan los siguientes:

2.1.1.1. Antecedentes Internacionales

1. *Caracterización geológica-geotécnica del tramo I de la carretera Comejen – Waslala – Nicaragua.*

Autores: Luis Miguel Acuña Chavarria y Carlos Everth Garcia Muñoz.

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ En la identificación sitios susceptibles a amenazas geológicas, pendientes susceptibles a de laderas se identificaron 17 sitios con 4 de ellos de verdadera magnitud hacia el tramo, Terrenos Planos $< 5^\circ$, Ligeramente Inclinaos $5-15^\circ$ y los de mayor susceptibilidad: Susceptibilidad a deslizamientos $>15^\circ$ y de Caída libre $>45^\circ$.
- ❖ Geotecnia, Se realizó la descripción físico-mecánica de suelos dando como resultado la calificación del tipo de suelo, tipo de grava areno-limosa. (Profundidad 0.30m) de tipo A-2-6 y A-2-4, y a mayor profundidad hasta 1.50 m donde se encontró arcilla, arcilla arenosa y arcilla gravosa tipo A-7-6 y A7-5 y arenas con arcillas y gravas con arcillas tipo A-6 y A-5.

2.1.1.2. Antecedentes Nacionales

2. *Estudio de geología y geotecnia para el proyecto mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Mara-Haquira-Cotabambas-Apurímac.*

Autor: Orlando Efrain Rimayhuaman Taipei

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ Los parámetros físicos-mecánicos obtenidos a partir de las muestras recolectadas en las calicatas abiertas a lo largo del área de estudio muestran valores de CBR que oscilan entre 11.2% y 15.5% para suelos blandos y muy blandos en el tramo Mara-Haquira, correspondientes a una penetración del 100% (0.1”). Con base en estos resultados, se puede determinar que el material ubicado por debajo de la subrasante presenta una calidad muy buena en el caso

de los suelos gravo–arcillosos, y regular para los suelos arcillosos inorgánicos (blandos) del mismo tramo.

- ❖ El material proveniente de las distintas canteras presenta características adecuadas para la conformación de la subrasante y la subbase, mostrando valores de CBR que oscilan entre 75.5% y 100%, lo que indica su óptima calidad y capacidad portante.

3. *Evaluación geotécnica de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata Tramo 6+000 al 14+000, Distrito de Ilave – El Collao-Puno.*

Autor: Lidia Luz Atencio Huanacuni

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ En el tramo comprendido entre el Km 8+500 y el Km 14+000, los suelos de fundación se caracterizan por presentar materiales de tipo fino a granular. De acuerdo con la clasificación SUCS, se identificaron como CL-ML, CL, SP, SM, SW y GC, y según la clasificación AASHTO corresponden a los grupos A-7, A-7, A-3, A-4, A-3 y A-2-4(0). Estos suelos muestran también un alto contenido de humedad, con valores que alcanzan hasta 31.83% a una profundidad de 1.70 m. En cuanto a su capacidad de soporte, presentan una resistencia muy baja, con valores de C.B.R. que no superan el 6.4% al 95% de la máxima densidad seca.
- ❖ Se determinó que el índice de consistencia presenta valores superiores a 1, mientras que la expansión potencial corresponde a suelos con un límite líquido menor al 57% y un índice de plasticidad inferior a 17%. Asimismo, aquellos materiales con índices de liquidez próximos a 0 y valores de C.B.R. entre 4% y 6% se consideran inadecuados para ser utilizados como suelos de fundación.

2.1.1.3. Antecedentes Locales

4. *Estudio geológico y geotécnico para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera Quellopuito -Lares, Distrito de Lares, Provincia de Calca, Departamento del Cusco-2023.*

Autores: Hubert Chacon Campana y Abel Ttito Puma

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ En el análisis geomecánico se llevaron a cabo dos estaciones de evaluación según la clasificación RMR de Bieniawski. En la primera estación,

correspondiente a una roca de tipo pizarra, se registró un RQD de 31.1%, lo que permitió calificar el macizo rocoso como de calidad pobre ($RMR = 56$). En la segunda estación, el valor de RQD fue de 29.2%, indicando igualmente una mala calidad del macizo rocoso ($RMR = 50$).

- ❖ En el análisis de estabilidad de taludes efectuado en las dos zonas críticas, se determinó que en el tramo comprendido entre las progresivas 00+320 y 00+345 el factor de seguridad es de $FS = 0.44$, por lo que se recomienda construir un muro de sostenimiento en la base del talud, formado por una superposición de rocas de bolonería con diámetros mayores a 1 metro. En cuanto a la segunda zona crítica, ubicada entre las progresivas 29+260 y 29+440, el factor de seguridad obtenido fue $FS = 0.463$, por lo que se sugiere mejorar la estabilidad mediante la modificación de la geometría del talud, incorporando banquetas a alturas de 7 y 14 metros, con una pendiente de corte de 2:1.

5. *Estudio geológico, geotécnico y geofísico para el mejoramiento de transitabilidad vial en el tramo Sahuayaco-Colcapampa del distrito de Santa Teresa, Provincia de la Convención, departamento del Cusco-2024*

Autores: Joel Ronal Mamani Tunque y Maycol David Salcedo Mamani

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ La cantera Colcapampa abarca una superficie de 31,264 m² y posee una capa superior de 0.5 m de material orgánico que debe descartarse. Presenta un potencial de explotación hasta una profundidad de 2.0 m, obteniéndose un rendimiento del 70% luego del zarandeo, con un tamaño máximo de partícula de 1 ½”. El ensayo de desgaste Los Ángeles arroja un valor de 29.36%, considerado aceptable. Asimismo, la gradación corresponde al tipo A, clasificada como buena, y presenta un CBR del 60%. En consecuencia, se determina que la cantera Colcapampa es apta para su uso como material de subbase granular, aunque no cumple con los requisitos para base granular.
- ❖ El contenido de humedad óptima de 7.81% representa la cantidad de agua, expresada en porcentaje, necesaria para lograr una adecuada compactación del suelo de la carretera. Por otro lado, el valor de CBR obtenido, de 13.47%, refleja el desempeño del suelo bajo condiciones de saturación, siendo un parámetro fundamental para evaluar su capacidad de soporte o resistencia portante en la vía.

6. *Estudio geológico, geotécnico e hidrológico para la creación del camino vecinal Ramal Collpaccasa-Salinas del distrito de Vilcabamba, de la provincia de la Convención-Departamento de Cusco.*

Autores: Leiva Padilla, Erick Gerardo; Yucra Guillen, Marleni

A partir del análisis y desarrollo efectuado de la tesis, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- ❖ La cantera seleccionada presenta un rendimiento del 95% para materiales de tipo MSR y 106 SBG, y 90% para AF. Estos materiales deberán ser procesados mediante zarandeo y mezclado previo antes de su utilización.
- ❖ El volumen total requerido de material de la cantera asciende a 280.98 m³, mientras que el volumen total disponible en la cantera evaluada es de 358.45 m³, por lo que se utilizará completamente durante la ejecución del proyecto.
- ❖ De acuerdo con los ensayos realizados, la cantera se clasifica como una grava mal gradada con presencia de limo y arcilla. Conforme a las Normas Técnicas Peruanas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), este material se considera apto para su empleo como subbase granular.
- ❖ Finalmente, los estudios efectuados en la subrasante indican que el material existente presenta muy buenas condiciones, por lo que no requiere de procesos adicionales de mejoramiento.

2.1.2. Marco Teórico

2.1.2.1. Geotecnia

La ingeniería geotécnica constituye una especialidad de la ingeniería civil que se centra en el análisis de las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos y las rocas, tanto en la superficie como en el subsuelo. Esta disciplina aplica los principios de la mecánica de suelos y de rocas para el diseño de cimentaciones, estructuras de contención y obras de tierra. (Vallejo, 2004).

2.1.2.1.1. Clasificación de Bieniawski

Desarrollada por Bieniawski (1973), esta metodología permite realizar la descripción geomecánica de los macizos rocosos utilizando la información obtenida en afloramientos y perforaciones que presentan características geológicas homogéneas. En su aplicación, se consideran los siguientes parámetros para el RMR.

- La resistencia uniaxial
- Grado de fractura miento RQD

- Espaciado entre discontinuidades
- Condición de discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas
- Orientación de discontinuidades

2.1.2.1.2. *Índice RQD*

El parámetro RQD según Deere (1967), se emplea una medida que evalúa la calidad de los testigos obtenidos en la perforación, la cual refleja el grado de fracturamiento del macizo rocoso. El RQD se describe como el porcentaje de la longitud total perforada conformada por secciones de roca de más de 10 cm de longitud.

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud de fragmentos} > 10\text{cm}}{\text{Longitud total perforada}} \times 100$$

El RQD se ha estimado midiendo la cantidad de discontinuidades en 1 m³ del talud. Su valor fue determinado usando la fórmula empírica propuesta por Palmstrom (1974):

$$RQD = 115 \times 3.3J_v$$

J_v = Numero de discontinuidades en 1 m³ de roca

RQD (%)	Calidad
< 25	Muy mala
25 - 50	mala
50 - 75	regular
75 - 90	bueno
90 - 100	excelente

2.1.2.1.3. *Descripción y clasificación de suelos*

Los suelos presentan variaciones tanto en el tamaño de sus partículas como en su composición química, motivo por el cual se han desarrollado diversos sistemas y definiciones de clasificación que permiten a distintas disciplinas emplear una terminología común. Los suelos pueden agruparse en cuatro categorías principales: grava, con tamaños de partícula entre 10⁻⁸ cm y 2 mm; arena, con dimensiones de 2 mm a 0,060 mm; arena limosa, que abarca de 0,060 mm a 0,002 mm; y arcilla, con partículas de 0,002 mm o menores. (De Vallejo y otros, 2002)

2.1.2.1.4. Consistencia del suelo

Albert Mauritz Atterberg propuso un método para evaluar la consistencia del suelo en función de la cantidad de agua que rodea las partículas de arcilla. A partir de sus observaciones, clasificó los suelos finos según la variación de su contenido de humedad, notando que, con baja cantidad de agua, el material se comportaba como una masa rígida y quebradiza, mientras que, con exceso de humedad, adquiriría un comportamiento fluido similar al de un líquido. Para describir estos cambios, estableció dos estados fundamentales: el plástico y el líquido. El límite plástico se define como la transición entre el estado semisólido y el plástico, mientras que el límite líquido marca el paso del estado plástico al líquido (Braja, 2013).

Límites líquido (ll): De acuerdo con la norma ASTM D4318, el ensayo establece un procedimiento para determinar el límite líquido del suelo. Para ello, se emplea material que ha pasado por la malla N° 40, al cual se le agregan distintas cantidades de agua hasta alcanzar varios niveles de humedad. Una vez que el suelo ha sido previamente saturado, se coloca en la cuchara de Casagrande, donde se forma una ranura de 12.7 mm de ancho. Posteriormente, se aplica una serie de golpes hasta que la ranura se cierre tras 25 golpes. Finalmente, se determina el contenido de humedad correspondiente y se expresa como porcentaje. (Braja, 2013)

Límite plástico (lp): Con el propósito de determinar el contenido de agua en el momento en que el suelo se desmorona al formar filamentos de 3.2 mm de diámetro, la norma ASTM D4318 establece este procedimiento. El ensayo se realiza sobre una placa de vidrio esmerilado, donde el material se rueda hasta alcanzar dicho grosor y se fractura. Posteriormente, se determina el contenido de humedad y se expresa como porcentaje. (Braja M., 2013).

Índice de plasticidad (pi): Se considera la diferencia existente entre el límite líquido y el límite plástico (Braja, 2013).

Geodinámica externa: Define la geodinámica externa como el conjunto de procesos que desgastan, transportan y depositan materiales, dando forma al relieve terrestre.

Volcamiento: Se define como un tipo de movimiento en masa caracterizado por la rotación, generalmente hacia adelante, de uno o más bloques de suelo o roca, que giran alrededor de un punto o eje ubicado en su parte inferior. Este desplazamiento se produce principalmente por la acción de la gravedad, así como por empujes ejercidos por materiales contiguos o por la presión de fluidos presentes en las discontinuidades (Varnes, 1978).

Deslizamiento: Es un movimiento de ladera abajo de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento se desarrolla principalmente a lo largo de una superficie de falla definida o dentro de una zona donde ocurre una gran deformación cortante. De acuerdo con la clasificación propuesta por Varnes (1978), los deslizamientos se clasifican según la superficie de falla, distinguiéndose en deslizamientos traslacionales y rotacionales.



Figura 2: Elementos de un deslizamiento

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden & Varnes, 1996).

Deslizamiento rotacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca (Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007).

Metodo de Bishop: Es un método de equilibrio límite utilizado para el análisis de estabilidad de taludes, que asume una superficie de falla circular. Considera el equilibrio de momentos de las dovelas, incorporando las fuerzas normales y cortantes, pero desprecia el equilibrio de fuerzas horizontales, lo que lo convierte en un método simplificado pero preciso para taludes homogéneos (Bishop 1955).

Metodo de Jambu: Describe que el método de Janbu es especialmente útil para el análisis de taludes con geometrías complejas, estratigrafía variable y condiciones no homogéneas, requiriendo el uso de un factor de corrección empírico para mejorar la precisión del factor de seguridad.

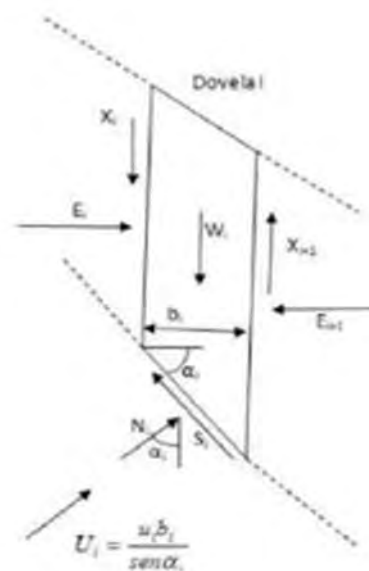


Figura 3: Fuerzas actuantes en una dovela.

2.1.3. Marco Conceptual

Alcantarilla: Es una obra de drenaje transversal construida para permitir el paso del agua por debajo de una carretera o terraplén.

Análisis granulométrico: Es el procedimiento mediante el cual se determina la distribución de tamaños de partículas presentes en un suelo, utilizando tamices y sedimentación, con el fin de clasificarlo y evaluar su comportamiento ingenieril.

Ángulo de fricción interna: Es el parámetro que representa la resistencia al deslizamiento entre partículas de un suelo debido a la fricción y entrelazamiento interno.



Asentamiento: Es el descenso vertical que experimenta el terreno debido a la aplicación de cargas, producto de la deformación o consolidación del suelo.

Badén: Es una estructura construida sobre una vía para permitir el paso controlado del agua superficial.

Calicata: Es una excavación realizada en el terreno para observar directamente las características físicas y estratigráficas del suelo, así como para obtener muestras representativas.

Capacidad portante: La capacidad portante es la presión máxima que un suelo puede resistir bajo una cimentación sin que se produzca falla por corte ni asentamientos que comprometan la estabilidad y funcionalidad de la estructura.

Capilaridad: Es la propiedad del suelo que permite el ascenso del agua a través de sus poros debido a fuerzas de tensión superficial.

Camino vecinal: Es una vía de comunicación terrestre de carácter local y rural, generalmente de bajo volumen de tránsito, destinada a conectar centros poblados menores y zonas productivas con la red vial principal, contribuyendo al desarrollo social y económico de la población.

Carretera: Se define como una vía pública terrestre destinada a la circulación de vehículos, diseñada para permitir el transporte seguro y eficiente de personas y mercancías.

Carretera afirmada: Es una vía cuya superficie de rodadura está conformada por material granular compactado, que mejora las condiciones de tránsito sin llegar a ser pavimentada.

Carretera pavimentada: Es una vía que cuenta con una estructura de pavimento rígido o flexible, diseñada para soportar el tránsito vehicular y condiciones ambientales.

Carretera sin afirmar: Es una vía construida sobre el terreno natural, sin capas estructurales ni material granular, con limitada transitabilidad.

Cimentación: Es el elemento estructural encargado de transmitir y distribuir las cargas de una obra hacia el terreno de soporte de manera segura.

Coefficiente de seguridad: El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) describe el grado de estabilidad de una estructura geotécnica, expresada como la razón entre la resistencia al corte del suelo y el esfuerzo cortante requerido para la condición de equilibrio límite. (Das, 2011).

Cohesión: Es la fuerza de atracción entre partículas finas de un suelo que contribuye a su resistencia al corte, especialmente en arcillas.



Compactación: Es el proceso mecánico mediante el cual se reduce el volumen de vacíos en un suelo, aumentando su densidad y resistencia.

Consolidación: Es el proceso de reducción gradual del volumen de un suelo saturado debido a la expulsión de agua de sus poros bajo carga.

Contenido de humedad: Es la relación porcentual entre el peso del agua contenida en un suelo y el peso de sus partículas sólidas.

Cuneta: Es un canal lateral construido junto a una vía para recoger y evacuar aguas superficiales.

Densidad seca: Es la relación entre el peso de los sólidos del suelo y el volumen total que ocupa, excluyendo el agua.

Discontinuidad rocosa: Es una superficie de separación natural en un macizo rocoso, como fracturas, diaclasas o fallas, que influye en su comportamiento mecánico.

Eje de vía: El eje de vía es una vía de comunicación estratégica que asegura la integración territorial y el acceso permanente de la población a servicios básicos, siendo esencial para el desarrollo social y económico.

Ensayo Proctor: Es un ensayo de laboratorio que determina la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima de un suelo compactado.

Estratigrafía: Es el estudio de la disposición y secuencia de las capas de suelo o roca presentes en el terreno.

Factor de seguridad: Es la relación entre la resistencia disponible de un material y los esfuerzos actuantes, utilizada para evaluar la estabilidad de una obra geotécnica.

Falla geológica: Es una fractura o discontinuidad en la roca donde se ha producido desplazamiento relativo entre bloques del terreno.

Índice de plasticidad: Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo, indicando el rango de humedad en el que presenta comportamiento plástico.

Límite líquido: Es el contenido de humedad a partir del cual un suelo pasa del estado plástico al estado líquido.

Límite plástico: Es el contenido de humedad en el cual un suelo cambia del estado semisólido al estado plástico.

Macizo rocoso: Es el conjunto formado por la roca intacta y las discontinuidades presentes en ella, que determinan su comportamiento geomecánico.

Mecánica de rocas: Rama de la ingeniería que estudia el comportamiento mecánico de las rocas y macizos rocosos bajo diferentes condiciones de esfuerzo.



Mecánica de suelos: Rama de la ingeniería geotécnica que estudia las propiedades físicas y mecánicas de los suelos y su comportamiento frente a cargas.

Muros de contención: Los muros de contención son estructuras destinadas a sostener masas de suelo, resistiendo los empujes laterales producidos por el terreno.

Nivel freático: Es la superficie que separa la zona saturada de la no saturada en el subsuelo.

Obras de arte: Son estructuras que interactúan directamente con el suelo y permiten la estabilidad, el drenaje y la continuidad de una infraestructura, cuyo diseño se basa en las propiedades mecánicas y geológicas del terreno.

Permeabilidad: Es la capacidad de un suelo o roca para permitir el paso del agua a través de sus poros o fracturas.

Pontón: Es una estructura pequeña de puente utilizada para el paso vehicular o peatonal sobre cursos de agua reducidos.

Porosidad: Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total de un suelo o roca.

Puente: Es una estructura diseñada para permitir el paso sobre obstáculos naturales o artificiales como ríos, quebradas o vías.

Roca metamórfica: Es una roca originada por la transformación de otras rocas debido a presión y temperatura elevadas.

Subdren: Es un sistema de drenaje subterráneo diseñado para controlar el nivel de agua en el suelo y mejorar la estabilidad del terreno.

Subrasante: Es la superficie superior del terreno natural o mejorado sobre la cual se construye la estructura del pavimento.

Superficie de falla: Es el plano o zona a lo largo del cual se desarrolla la rotura de un suelo o macizo rocoso, cuando los esfuerzos actuantes superan la resistencia al corte del material, dando lugar al desplazamiento de la masa inestable.

Suelos cohesivos: Los suelos cohesivos son suelos finos, como arcillas, que presentan cohesión y plasticidad, y cuya resistencia al corte depende en gran parte de dicha cohesión.

Suelos friccionantes: Los suelos friccionantes son aquellos cuya resistencia al corte se debe principalmente a la fricción interna entre sus partículas, sin presentar cohesión significativa.



Talud: Un talud es una superficie inclinada de suelo o roca, natural o artificial, cuya estabilidad está determinada por las propiedades geotécnicas del material, la geometría de la pendiente y las condiciones ambientales y estructurales del terreno.

Talud de corte: Es una superficie inclinada generada por excavación en un terreno natural.

Talud de relleno: Es una pendiente formada por material colocado artificialmente y compactado.

Terraplén: Un terraplén es un relleno artificial de suelo compactado, construido para elevar el terreno natural hasta una cota de diseño, proporcionando soporte y estabilidad a infraestructuras viales u otras obras civiles.

Vía: Es un espacio físico destinado al tránsito y transporte de personas y vehículos, que forma parte de un sistema de comunicación terrestre.



3 CAPÍTULO III GEOMORFOLOGÍA



3.1. Aspectos generales

La geomorfología estudia las formas del relieve y los procesos que las originan y modelan. En proyectos viales, su análisis es fundamental debido a su influencia directa en la estabilidad de taludes, el comportamiento de los suelos y rocas, la dinámica hídrica superficial y la susceptibilidad a procesos geodinámicos externos como deslizamientos, erosión y socavación.

El presente capítulo describe las características geomorfológicas regionales y locales del área de estudio correspondiente a la carretera departamental Cu-105, tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, ubicada en los distritos de Echarati y Quellouno, provincia de La Convención, departamento del Cusco.

3.2. Geomorfología Regional

El área de estudio se encuentra dentro del ámbito geomorfológico de la Vertiente Oriental de los Andes, caracterizada por un relieve montañoso y accidentado, producto de la interacción entre la tectónica andina, la litología predominante y los procesos erosivos fluviales y gravitacionales.

A nivel regional, el relieve presenta fuertes pendientes, valles profundos y una marcada disección del terreno, condicionada principalmente por la acción de los ríos y quebradas que drenan hacia la cuenca amazónica.

3.2.1. *Cordillera Oriental*

De acuerdo con (INGEMMET, 1999), nos menciona que:

La Cordillera Oriental constituye una unidad morfoestructural que abarca gran parte de los cuadrángulos de Quillabamba y Machu Picchu. Geológicamente, está conformada principalmente por rocas metamórficas del Paleozoico inferior, además de cuerpos intrusivos de edad paleozoica y permo-triásica. También presenta rocas sedimentarias correspondientes al Paleozoico superior y, en menor proporción, depósitos del Mesozoico y Cenozoico. Esta región se subdivide en diversas unidades geomorfológicas, entre las que destacan la Cordillera de Vilcabamba, la Vertiente Norte, los Valles Transversales, los Valles Intracordilleranos, las Montañas de Mesapelada, el límite sur de la Cordillera Oriental y el límite norte de las Altiplanicies.

3.2.2. *Zona Subandina*

Corresponde al pie de monte de los andes peruanos limitante con la cordillera oriental al Oeste y al con la llanura Amazónica al Este, esta zona sub andina se caracteriza por su transición bastante abrupta, con relieves empinados que van desde los 3,000 m.s.n.m. hasta los 1,800 m.s.n.m. comprendida a rocas metamórficas del

paleozoico inferior y cuerpos intrusivos. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-q, 26-r y 27-s).

3.2.3. Valles Profundos

Estos valles, están representados principalmente por los ríos Yanatile, Quellouno y Mapacho, son de tipo juvenil a maduro, con secciones en “V” muy marcadas y desniveles que superan los 1 000 m entre el cauce y las cumbres. El modelado fluvial ha sido controlado por la tectónica compresiva y la litología, generando pendientes fuertes, terrazas discontinuas y drenaje sub paralelo, como el valle profundo del río Yanatile.

3.2.4. Valles del Río Yanatile

El valle del río Yanatile constituye uno de los principales valles inter cordilleranos dentro del tramo Quellopuito – Chahuares; ubicado en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental del sur del Perú. Este valle presenta una morfología típica de valle estructural y fluvio-glaciar, labrado por la acción combinada de procesos tectónicos, erosivos y glaciares antiguos. Geomorfológicamente, el valle se desarrolla en una dirección predominante noroeste- sureste (NO-SE), adaptándose a estructuras regionales de orientación similar, principalmente fallas y fracturas que han condicionado la incisión del cauce principal. Su fondo es relativamente plano a medio encajonado, con amplitudes variables entre 300 y 800 metros, limitado por laderas abruptas y pendientes que en algunos sectores.

3.2.5. Valles del Río Ocobamba

El valle del río Ocobamba se ubica en la zona sur del tramo Chahuares – Quellopuito, dentro del flanco oriental de la Cordillera Oriental, constituyendo un valle interandino de transición hacia la Faja Subandina, la dirección general de este valle es ESE a ONO. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-q, 26-r y 27-s).

3.3. Geomorfología Local

3.3.1. Montaña en rocas intrusivas (RM-ri)

La zona de estudio corresponde a un relieve montañoso sobre roca intrusiva (RM-ri), caracterizado por pendientes fuertes, topografía accidentada y presencia de macizos de granito y sienogranito. El relieve presenta formas masivas con fracturamiento dominante por diaclasas y juntas de enfriamiento, sin estratificación visible. La escasa cobertura de suelo y la presencia de fracturas abiertas o zonas meteorizadas representan riesgos potenciales de inestabilidad local, principalmente caída de bloques.



Fotografía 1: Montaña en roca intrusiva caracterizado por pendientes fuertes.

3.3.2. *Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-cd)*

El área de estudio se ubica en una unidad de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd), caracterizada por depósitos no consolidados, compuestos por fragmentos de roca ángulos (Pizarras), arenas, limos y arcillas. El relieve presenta pendientes suaves a moderadas, con morfología convexa e indicios de procesos de remoción en masa pasados o activos. Estas condiciones geomorfológicas representan un riesgo moderado a alto para obras de infraestructura, dependiendo de la estabilidad natural del terreno, la profundidad de los depósitos y su saturación.



Fotografía 2: Piedemonte coluvio-deluvial caracterizada por depósitos no consolidados y por fragmentos de roca.

3.3.3. *Vertiente con Depósito de deslizamiento (V-dd)*

La unidad geomorfológica corresponde a una vertiente con depósitos de deslizamiento (V-dd). Se identifican materiales remanentes de movimientos en masa pasados, distribuidos de manera caótica, con formas lobuladas, escarpes residuales y zonas de hundimiento. Estos depósitos presentan un riesgo geotécnico alto para obras de infraestructura, debido a su bajo grado de consolidación, alta humedad retenida y la posibilidad de reactivación ante saturación o cargas adicionales.



Fotografía 3: Vertiente con depósito de deslizamiento con materiales remanentes de movimientos en masa pasados, con formas lobuladas, escarpes residuales.

3.3.4. *Cauce de río, Río Yanatile*

En el área de estudio, el río Yanatile constituye el principal cauce fluvial, funcionando como el canal natural por el que circula el agua de manera permanente o temporal, dependiendo de la estacionalidad de las precipitaciones. El cauce del río Yanatile presenta una morfología meandriforme y de pendiente variable, con sectores de encajonamiento moderado a fuerte y tramos donde se desarrolla sobre amplios fondos de valle aluviales.



Fotografía 4: Cauce del río Yanatile, vista tomada hacia el SW.

3.3.5. *Terraza Aluvial (T-al)*

Las terrazas aluviales (T-al) se presentan como acumulaciones escalonadas de sedimentos fluviales ubicadas a los costados del cauce de los ríos. Estas geoformas constituyen niveles o plataformas planas que representan antiguos pisos de sedimentación fluvial formados durante etapas de estabilidad relativa del cauce, seguidas por procesos de encajonamiento y erosión que dejaron dichas superficies elevadas por encima del nivel actual del río.

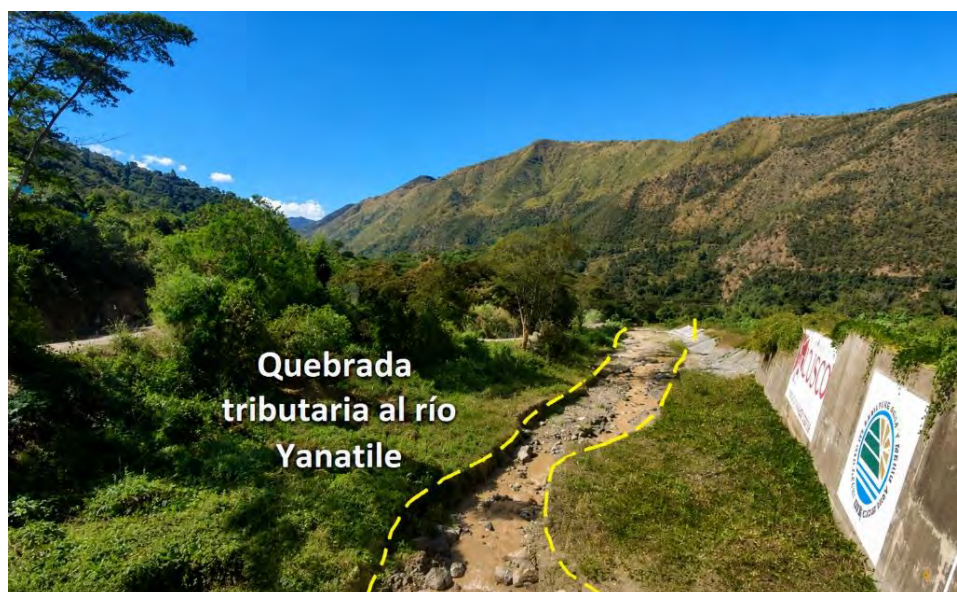
Los depósitos asociados a las terrazas están compuestos por materiales aluviales estratificados, que incluyen gravas, arenas y limos, con grados variables de compactación. Su estructura granular y permeabilidad media a alta reflejan ambientes de alta energía fluvial en los que los sedimentos fueron transportados y depositados en valles de fuerte gradiente topográfico.



Fotografía 5: Terraza Aluvial, formadas por el pase y acumulación de sedimentos conformada por acumulaciones heterométricas de gravas, bloques, arenas y finos transportados a lo largo del cauce del río Yanatile.

3.3.6. *Quebradas Tributarias*

Numerosas quebradas cortas que drenan las laderas hacia los valles principales, estas presentan cauces incisos, perfiles longitudinales irregulares y arrastre de material grueso, conformando un sistema de drenaje sub dendrítico típico de la Faja Sub andina.



Fotografía 6: Quebrada Tributaria que drena hacia el río Yanatile

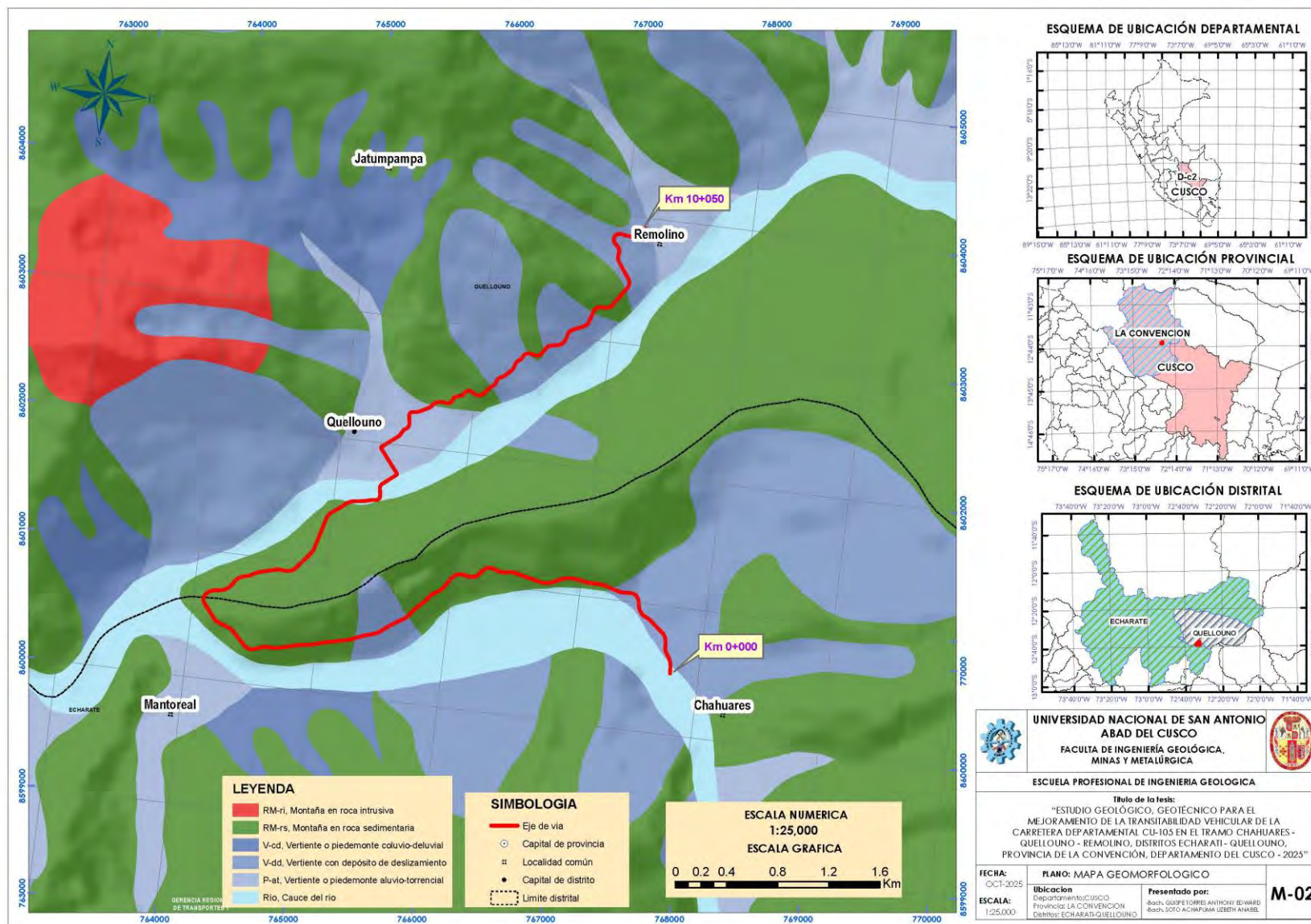


Figura 4: Mapa geomorfológico Regional de la carretera Chahuares – Quellouno – Remolino. (Fuente: Elaboración Propia)



4 CAPÍTULO IV GEOLOGÍA Y GEODINAMICA



4.1. Geología regional

La zona estudio se ubica en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, donde presenta una geología dominada por rocas del Paleozoico medio a superior, considerados dentro del cuadrángulo 26-q1. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-q, 26-r y 27-s), principalmente del Grupo Cabanillas y la Formación Ananea, que afloran ampliamente en la Cordillera Oriental del Cusco. Estas unidades están compuestas por limolitas, pizarras y areniscas micáceas de tonos grises y verdosos, depositadas en un ambiente marino somero durante el Devónico. Las rocas fueron posteriormente deformadas por eventos tectónicos hercinianos y andinos, originando pliegues y fallas de orientación este-oeste. Sobre este basamento paleozoico se apoyan de forma discordante depósitos cenozoicos y cuaternarios, formados por materiales coluviales y aluviales que rellenan quebradas y laderas, otorgando a la zona su relieve accidentado e inestable.

4.1.1. *Formación Sandia: Ordoviciano Superior (Os-s3)*

Definido por Laubacher G. (1973) en el valle de Sandia, provincia de Sandia, departamento de Puno, donde la describe como una secuencia de tipo flysch que consta de una alternancia de cuarcitas y pizarras. Litológicamente se compone de metareniscas gris amarillentas de grano fino a medio, masivas, con bajo contenido de micas, con niveles de pizarras grises y limolitas pizarrosas gris azulinas y gris verdosas, micáceas; las metareniscas presentan laminación ondulada y estructuras tipo flaser. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-q, 26-r y 27-s).

4.1.2. *Formación Ananea: Siluriano – Devoniano (SD-a3)*

La Formación Ananea, descrita por Laubacher (1973), está constituida por limolitas gris verdosas con esquistosidad tipo lápiz, intercaladas con pizarras compactas de textura foliada y niveles delgados de areniscas grises y pardas de grano fino a medio, mal seleccionadas. En varios sectores se observan diques y sills andesíticos afaníticos que cortan las capas sedimentarias, indicando actividad magmática posterior. Estratigráficamente, sobreyace en concordancia a las Formaciones Sandia y San Gabán, e infrayace al Grupo Cabanillas, asignándosele una edad Siluro–Devoniana.

4.1.3. *Mesozoico Grupo Cabanillas: Devoniano (D-c2)*

Descrita Newell (1949) propone denominar Grupo Cabanillas a todas las rocas del Devónico del área del Titicaca (Perú), con exposiciones típicas a lo largo del río Cabanillas. Posteriormente, Palacios, O. et al. (1993) vuelve a definirlo como Grupo, esta vez incluyendo las formaciones Chagrapí y Lampa del Silúrico-Devónico. Esta unidad presenta sus afloramientos en las localidades de Chahuares, Quellouno,

Sanganato, Ichiquiato Alto, Masoquiato y alrededores de Cirialo. La base está compuesta por una predominancia de areniscas pardas de grano fino a medio, algunos niveles presentan una matriz limosa; son intercalados con limolitas y pizarras micáceas de brillo sedoso; ocasionalmente son cortadas por diques y sills de composición andesítica.

El Grupo Cabanillas sobreyace en concordancia con la Formación Ananea e infrayace con la misma relación al Grupo Tarma-Copacabana. Por su posición estratigráfica y por los fósiles encontrados y analizados al Grupo Cabanillas se le asigna la edad del Devónico. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-q, 26-r y 27-s).

4.1.4. *Plutón Quilloc–Mesapelada: Pérmico (PE-quim3-sgr)*

Se define como un plutón elongado de orientación NO-SE. Se encuentra en la parte sur central y SO del cuadrángulo, entre las hojas 26r2 y 26r3, aflorando en los nevados de Terijuay, Apuy Padreyoc y Quilloc, en la parte Sur central, y en las altas cumbres de los cerros Yanaorcco, La Florida, Tancayo y San Miguel en el SO, ocupando un área aproximada de 235 Km² en el cuadrángulo. Se prolonga hacia el Sur, en el cuadrángulo de Urubamba, donde Carlotto et al. (1996) lo define con el nombre de Batolito de Mesapelada. También, se prolonga hacia el SO, en el cuadrángulo de Quillabamba. Se encuentra emplazado en las rocas metamórficas del Grupo Ollantaytambo, Grupo San José y Formación Sandía, además cubierta por las rocas sedimentarias, volcanoclásticas y volcánicas del Grupo Mitu. (Boletín Serie L Carta Geológica del cuadrángulo de Quebrada Honda 26-r).

4.1.5. *Plutón Cirialo: Pérmico Inferior (PEc-ci3-di)*

Describe a granitos y cuarzomonzodioritas como parte del Macizo de Quillabamba (intrusivos Permo-triásicos); luego Sanchez, A. & Zapata, A. (2003) en los trabajos de revisión y actualización de la Carta geológica la definen como Plutón Cirialo. Cuerpo intrusivo de geometría irregular conformado por montañas elevadas de fuertes pendientes; ocupa una gran extensión en el cuadrángulo de Quillabamba, especialmente en la hoja 26q3. Litológicamente se compone de monzogranitos, sienogranitos y dioritas; se encuentra intruyendo a rocas del Grupo San José, formaciones Sandía, Ananea y al Grupo Cabanillas. (Boletín Serie L Carta Geológica del cuadrángulo de Quillabamba 26-q).



4.1.6. Depósito Aluviales (Qh-al)

Estos depósitos se presentan en la esquina SE del cuadrángulo de Parobamba, al SO del río Amalia formando una peneplanicie, bisectada por los ríos Tono, Pitama chico, Guadalupe, y Amalia, inclinada suavemente hacia el NE cuyo material habría provenido de los cerros Pitama Punta, Naranjayoc y Huaynapitama.

Los primeros 4 m están compuestos por gravas con elementos redondeados que muestran una cierta gradación normal, arenas grises de grano grueso, y arenas y gravas en matriz limosa; dispuestos en estratos métricos cuyos contactos son superficies de erosión. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-r y 27-s).

4.1.7. Depósito Coluviales (Qh-co)

Acumulaciones formadas por materiales de diferentes tamaños, pero que son litológicamente uniformes, incluyen una matriz de limo arcilloso con fragmentos de transporte mínimo que se distribuyen de manera irregular en las pendientes montañosas. El contenido del cuerpo coluvial está compuesto por gravas angulares y subangulares que se han depositado de manera desordenada, careciendo de selección o estratificación visible y con una consolidación que varía de regular a débil. Los fragmentos resultantes de la descomposición incluyen pizarras y algunas areniscas que provienen de las colinas situadas en la parte superior. Este material se encuentra en la zona de estudio, en la parte baja de las laderas, acumulado principalmente por la fuerza de la gravedad, resultando en distintos tipos de deslizamientos, vuelcos y derrumbes. (Boletín N° 65 Carta Geológica Nacional, Cuadrángulos 27-s y 27-r)

4.1.8. Depósito Fluviales (Qh-fl)

Están compuestos por gravas, arenas y limo, depositados en los ríos actuales como cauces abandonados o conformando islas o terrazas bajas. Debido a que los ríos corren por valles muy angostos y profundos, la extensión de estos depósitos es reducidos y de poca representación en los mapas geológicos. (Boletín Serie L: Carta Geológica del cuadrángulo 26-r y 27-s).

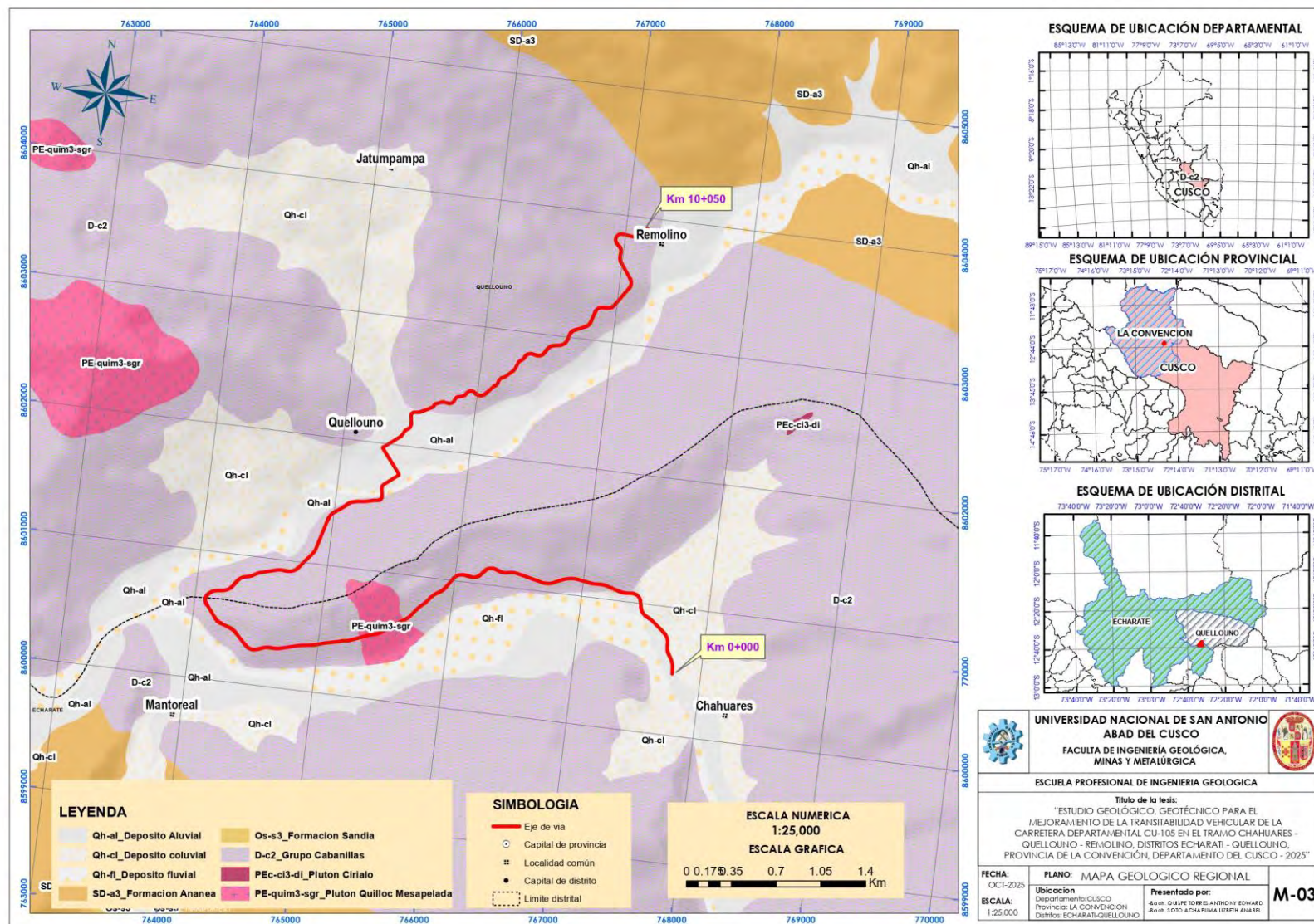


Figura 5: Mapa Geológico Regional de la carretera Chahuares – Quellouno – Remolino. (Fuente: Elaboración Propia)

4.2. Geología Local

La geología local de la zona de estudio esta corresponde desde la formación de la estructura Cordillera de oriental correspondiente de la era paleozoica inferior, y las rocas intrusivas del permiano inferior de triásico de la Era Mesozoica. Comprende a las formaciones presentes en el área de estudio. Por la cual se encuentra circunscrita el trazo de la vía.

4.2.1. *Formación Ananea: Siluriano – Devoniano (SD-a3)*

La formación Ananea está compuesta por pizarras de color gris oscuro a negro grisáceo, con textura afanítica y alto grado de fracturamiento y meteorización. Estas pizarras se originaron por metamorfismo regional de bajo grado sobre protolitos sedimentarios como lutitas o arcillas, evidenciado por su textura lepidoblastica y el desarrollo de un marcado clivaje pizarroso, definido por la orientación paralela de sericita y clorita, además de la presencia de cuarzo en bandas. Este clivaje, al intersectarse con la estratificación, genera una típica esquistosidad tipo lápiz. En ciertos sectores, las pizarras se presentan intercaladas con metareniscas y ocasionalmente con cuerpos de sienogranito, formando un macizo rocoso continuo. También se identifican intercalaciones de limolitas pizarrosas verdosas y cortes por diques y sills ígneos-plutónicos.



Fotografía 7: Afloramiento de rocas metamórficas pizarras km 05+100, lado derecho.



Fotografía 8: Afloramiento de pizarras medianamente intemperizadas en el km 04+000.

4.2.2. Grupo Cabanillas (D-c2)

El Grupo Cabanillas se encuentra representado en la zona de estudio por metareniscas cuarzosas, que afloran principalmente hacia el sector suroeste del centro poblado de Quellouno, en contacto tectónico con las pizarras de la Formación Ananea, a través de un sistema de fallas regionales. Esta relación estructural evidencia una intensa actividad tectónica, responsable de la omisión de unidades del Ordovícico superior e inferior del Silúrico, desplazadas por eventos deformacionales posteriores.

Litológicamente, las metareniscas derivan de procesos de metamorfismo regional de bajo grado aplicado sobre areniscas cuarzosas sedimentarias. Conservan buena parte de su textura detrítica original, con estructura granoblástica débilmente desarrollada, compuesta principalmente por cuarzo subredondeado a subanguloso, de tamaño fino a medio, en una matriz rica en muscovita, sericita, clorita y proporciones menores de feldespatos. Presentan una textura bandeada con ligera foliación, generada por la orientación preferencial de filosilicatos.

Estas rocas tienen una coloración que varía entre gris blanquecina y gris parduzco, con un grado de intemperismo moderado. Se encuentran intensamente fracturadas, con múltiples familias de diaclasas que fragmentan el macizo rocoso y controlan la geometría de los bloques, influyendo directamente en su comportamiento geomecánico.

En las proximidades del Plutón Quilloc–Mesapelada, se identifican halos de metamorfismo térmico de contacto, que han modificado localmente la textura y mineralogía de estas metareniscas.



Fotografía 9: Contacto de metareniscas con depósito coluvial en el km 02+850.

4.2.3. Dique Diorítico

En el área de estudio se ha identificado varios diques de composición diorítica, con un ancho aproximado de 0.5 m a 2 m, el cual intruye discordantemente en las pizarras de la Formación Ananea. Esta intrusión ha generado deformaciones locales, tales como fracturamiento, fallamiento y plegamiento de los estratos encajonantes, evidenciando un episodio de actividad ígnea posterior al emplazamiento de las rocas hospedantes.

Litológicamente, el dique presenta una textura afanítica, con coloración grisácea a verdosa, observable a escala de muestra de mano. Mineralógicamente, se compone principalmente de plagioclasas (visibles como motas blanquecinas), hornblenda (parcialmente alterada a clorita, responsable del tono verdoso) y biotita en menor proporción.

La geometría subvertical y el contacto neto con las rocas encajonantes indican una emisión ígnea de carácter intrusivo, probablemente asociada a un evento tectono-magmático regional. Aunque de escala reducida, este dique puede influir en el comportamiento geotécnico local, al introducir zonas de debilidad estructural o heterogeneidad litológica dentro del macizo rocoso.



Fotografía 10: Dique ígneo intrusivo cortando la Formación Ananea. 09+610.

4.2.4. Depósitos Aluvial (Qh-al)

A lo largo del trazado vial, especialmente en zonas adyacentes a quebradas y cauces de ríos, se identifican depósitos aluviales de origen cuaternario, asociados a procesos activos de transporte y sedimentación fluvial. Estos depósitos presentan morfologías típicas como terrazas, conos y abanicos aluviales, formados principalmente durante eventos de lluvias intensas.

Litológicamente, están compuestos por materiales heterométricos y heterogéneos, provenientes del arrastre de fragmentos rocosos de diversas formaciones geológicas, como la Formación Ananea (pizarras foliadas, lutitas), metareniscas del Grupo Cabanillas y sienogranitos intrusivos. Los clastos varían desde tamaños menores a 2” hasta fragmentos mayores a 9”, presentándose con formas angulosas a subredondeadas y composición polimíctica, englobados en una matriz limo-arenosa a limo-arcillosa.

En su distribución, se estima una proporción aproximada de 35% de fragmentos gruesos y 65% de matriz fina, lo que indica un pobre seleccionamiento y una baja consolidación, características típicas de depósitos de reciente formación. En ciertos

sectores, se observan intercalaciones de depósitos fluviales de grano fino, así como zonas con predominancia de arcillas y limos, lo cual reduce la cohesión del terreno y condiciona la estabilidad de taludes en cortes viales.

Desde el punto de vista geotécnico, estos depósitos presentan baja resistencia, son altamente erosionables por infiltración de escorrentía superficial y propensos al desarrollo de surcos, deslizamientos y pérdida de suelo. A pesar de su textura suelta y buena drenabilidad, que favorecen el uso agrícola y el establecimiento de asentamientos humanos, también constituyen zonas de riesgo geodinámico, especialmente si no se implementan medidas adecuadas de drenaje y estabilización.



Fotografía 11: Depósito aluvial en el km 07+805.

4.2.5. Depósito Fluviales (*Qh-fl*)

A lo largo del tramo vial en evaluación, se identifican depósitos fluviales originados por la acción de ríos y quebradas de régimen permanente, los cuales transportan y depositan sedimentos desde zonas altas hacia áreas de menor pendiente. El proceso de transporte involucra suspensión, rodamiento y saltación, mientras que la disminución de la energía hidráulica en las zonas más bajas favorece la acumulación de materiales.

Litológicamente, estos depósitos se caracterizan por una estratificación bien definida, reflejo de la variabilidad en la velocidad, caudal y régimen de sedimentación. Están compuestos mayoritariamente por gravas derivadas de pizarras y metareniscas, pertenecientes a las formaciones geológicas Sandia y Ananea, además de arenas, limos

y arcillas. Los clastos presentan formas subangulosas a subredondeadas, con tamaños que oscilan entre 0.5” y 8”. La distribución general de los materiales se estima en un 85% de fragmentos gruesos y un 15% de matriz fina (limosa-arenosa).

En términos geotécnicos, estos depósitos suelen presentar poca profundidad dentro del tramo estudiado, y su grado de consolidación es moderado, sin representar una limitación significativa para la ejecución de obras viales. No obstante, su comportamiento dependerá de un adecuado tratamiento del terreno, particularmente en zonas donde se requiere movimiento de tierras, nivelación o corte de taludes.



Fotografía 12: Depósitos fluviales a ambas márgenes de la quebrada. Km 10+010

4.2.6. Depósitos Coluviales (Q-co)

Los depósitos coluviales identificados a lo largo del eje vial corresponden a acumulaciones de materiales sueltos transportados ladera abajo principalmente por acción de la gravedad, mediante procesos como reptación, caída de rocas, flujos superficiales, derrumbes y deslizamientos. Se localizan predominantemente en laderas de fuerte pendiente, al pie de cerros, en zonas de quebradas y en geoformas tipo piedemonte coluvial, siendo el tipo de suelo superficial más representativo del tramo evaluado.

Estos depósitos se originan por meteorización física y química de rocas altamente fracturadas, tales como pizarras, metareniscas, lutitas y sienogranitos,

facilitando su movilización por la morfología accidentada del terreno. En varios sectores, incluyen materiales reactivados de deslizamientos antiguos o activos, lo cual incrementa su complejidad geotécnica y su inestabilidad potencial.

Litológicamente, presentan una estructura masiva, con una disposición caótica y heterométrica de bloques, bolones, gravas y arenas, embebidos en una matriz limo-arcillosa o areno-limosa. Los clastos, de origen sedimentario y metamórfico, son predominantemente angulosos a subangulosos, y en algunos casos superan las 9 pulgadas de diámetro. En campo, se estima una composición aproximada de 45% de fragmentos gruesos y 55% de matriz fina, lo que refleja una mala clasificación granulométrica, baja compacidad y alta porosidad.

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales presentan baja cohesión y alta susceptibilidad a la erosión y deslizamiento, especialmente en taludes intervenidos. Se ha observado inestabilidad en cortes viales, por lo que se recomienda mantener pendientes de corte entre 2:1 y 3:1 (V:H), según las condiciones del material y el grado de saturación. En algunos sectores, la vegetación superficial densa puede enmascarar signos de inestabilidad.



Fotografía 13: Depósito coluvial en taludes km 03+560

4.2.7. Depósitos Coluvio-Deluvial (Q-cd)

Son Los depósitos coluvio-deluviales identificados a lo largo del trazo vial tienen su origen en la descomposición in situ de pizarras y metareniscas, principalmente de la Formación Ananea y el Grupo Cabanillas, con poco o nulo transporte. Su génesis está asociada a procesos de meteorización física y química, intemperismo, erosión

superficial y movimientos gravitacionales, que pueden ser intensificados por eventos como precipitaciones intensas o actividad sísmica.

Estos depósitos se localizan comúnmente en laderas con pendientes medias a altas (hasta 75°), conformando un manto de material medianamente compactado o suelto, de estructura caótica y pobremente clasificado. Litológicamente, están compuestos por bloques angulosos a subangulosos (aprox. 3%) de hasta 1.2 m de diámetro, gravas (12%), gravillas (15%), y una matriz areno-limosa y arcillosa (40%). En muchos casos, estos depósitos yacen sobre capas más antiguas reactivadas, y pueden estar cubiertos con vegetación, lo que complica su identificación directa en superficie.

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales presentan baja cohesión, alta porosidad y son susceptibles a movimientos en masa, tales como deslizamientos superficiales y profundos, flujos de detritos y caídas de roca. En algunos sectores también se han identificado conos de deyección asociados a procesos de transporte y acumulación reciente. Debido a su comportamiento mecánico pobre y poco consolidado, estos depósitos requieren atención especial en el diseño de cortes de ladera, así como en la implementación de medidas de estabilización y drenaje.



Fotografía 14: Depósitos coluvio deluviales ligeramente consolidados.



4.3. Geología Estructural

4.3.1. Aspectos generales

El área de estudio está conformada por una secuencia estratigráfica correspondiente al Paleozoico Inferior, la cual se encuentra en contacto discordante con unidades del Mesozoico. Estas unidades han sido intensamente deformadas por los procesos tectónicos asociados a la Orogenia Andina, evidenciando una compleja historia de plegamiento, fallamiento e inversión estructural.

La deformación registrada forma parte de la configuración del sistema montañoso de la Cordillera Oriental del sur del Perú, y se encuentra directamente relacionada con la evolución de las cuencas de antepaís Subandina Ucayali Sur y Madre de Dios, desarrolladas como respuesta a la compresión andina generada por la interacción convergente entre las placas Nazca y Sudamericana.

Estructuralmente, la zona de estudio se emplaza en el extremo oriental de la Inflexión de Abancay, una estructura regional de primer orden que controla el cambio de orientación de las estructuras andinas. En este sector, las estructuras presentan una dirección predominante NO–SE, inflexionando localmente hacia NOO–ESE, lo que condiciona la geometría de pliegues, fallas y cabalgamientos. Los terrenos se encuentran intensamente plegados y afectados por fallas regionales que delimitan bloques estructurales, los cuales han experimentado metamorfismo de bajo a moderado grado, principalmente en las unidades más antiguas del basamento paleozoico.

4.3.2. Plegamiento

El área de estudio se caracteriza por la presencia de un sistema de pliegues asimétricos y simétricos, cuyo desarrollo se encuentra estrechamente controlado por fallas de escala regional. Estos pliegues presentan una orientación predominante NO–SE y longitudes que pueden alcanzar hasta 70 km, reflejando su carácter regional.

En las proximidades de los corrimientos regionales se identifican pliegues volcados, característicos de la intensa deformación compresiva andina.

En la zona central se desarrollan anticlinales por flexión de falla, asociados al Sinclinal de Porotoa, una estructura asimétrica generada por sistemas de corrimiento y retrocorrimiento, cuyo núcleo fue posteriormente rellenado por sedimentos del Grupo Cabanillas.

4.3.2.1. Anticlinal

Esta estructura presenta un nudo de pliegues y simétrico a sub-simétrico, con su núcleo compuesto por unidades paleozoicas y cretácicas, reflejando una deformación compleja asociada tanto a fases hercinianas antiguas como a los eventos compresivos andinos posteriores.

Los anticlinales de esta región, incluyendo el de Vilcanota, se interpretan como producto de la propagación de fallas inversas y corrimientos regionales, que han dado como resultado estructuras con planos axiales relativamente verticales y flancos que inclinan los estratos hacia afuera. Estos pliegues, además de definir el relieve topográfico local, controlan la disposición de unidades estratigráficas y la orientación de fallas asociadas, siendo elementos clave para la caracterización estructural y geotécnica del área de estudio.

4.3.2.2. Sinclinal

Corresponden a pliegues de tipo cóncavo hacia arriba, donde los estratos más jóvenes ocupan el núcleo de la estructura y los más antiguos se disponen hacia los flancos. Estas estructuras se asocian al régimen compresivo andino y se desarrollan de manera paralela al rumbo regional NW–SE. Su presencia controla localmente la disposición de los valles estrechos y la continuidad de las secuencias metamórficas, además de influir en la red de drenaje.

4.3.3. Fallas

4.3.3.1. Fallas normales

Las fallas normales heredadas, desarrolladas durante etapas extensionales previas al levantamiento andino, probablemente asociadas a procesos de rifting y adelgazamiento cortical ocurridos entre el Paleozoico tardío y el Mesozoico temprano. Estas estructuras no controlan la deformación actual, pero han sido reactivadas posteriormente bajo un régimen compresivo, actuando como planos de debilidad reutilizados durante la Orogenia Andina.

4.3.3.2. Fallas inferidas

Las fallas inferidas a partir de evidencias geomorfológicas y geológicas indirectas, tales como alineamientos topográficos, cambios bruscos en la pendiente, control estructural del drenaje, variaciones en la orientación de estratos y contrastes litológicos abruptos.



Estas fallas se interpretan como continuaciones subsuperficiales de sistemas de fallamiento regional, frecuentemente cubiertas por depósitos coluviales y fluviales cuaternarios. Su reconocimiento es particularmente relevante debido a que estas estructuras definen zonas de debilidad mecánica, incrementan el grado de fracturamiento del macizo rocoso y pueden actuar como superficies preferenciales de inestabilidad, especialmente en cortes de talud y sectores de excavación.

4.3.4. Estructuras secundarias

Corresponden a las fracturas presentes en el tramo de estudio. La identificación y caracterización de estas discontinuidades resulta fundamental para comprender el comportamiento geológico y geotécnico del macizo rocoso. Durante el reconocimiento de campo se identificaron diversas fracturas.

4.3.4.1. Diaclasas

Para la caracterización de las diaclasas presentes en la zona de estudio, se realizaron ventanas estructurales en las diferentes unidades litológicas. A partir de las mediciones de los parámetros de las discontinuidades, se efectuó la representación estereográfica de los planos de fractura correspondientes a cada familia de discontinuidades mediante el programa Dips, el cual se desarrolla en el Capítulo de geotecnia, geomecánica de rocas.

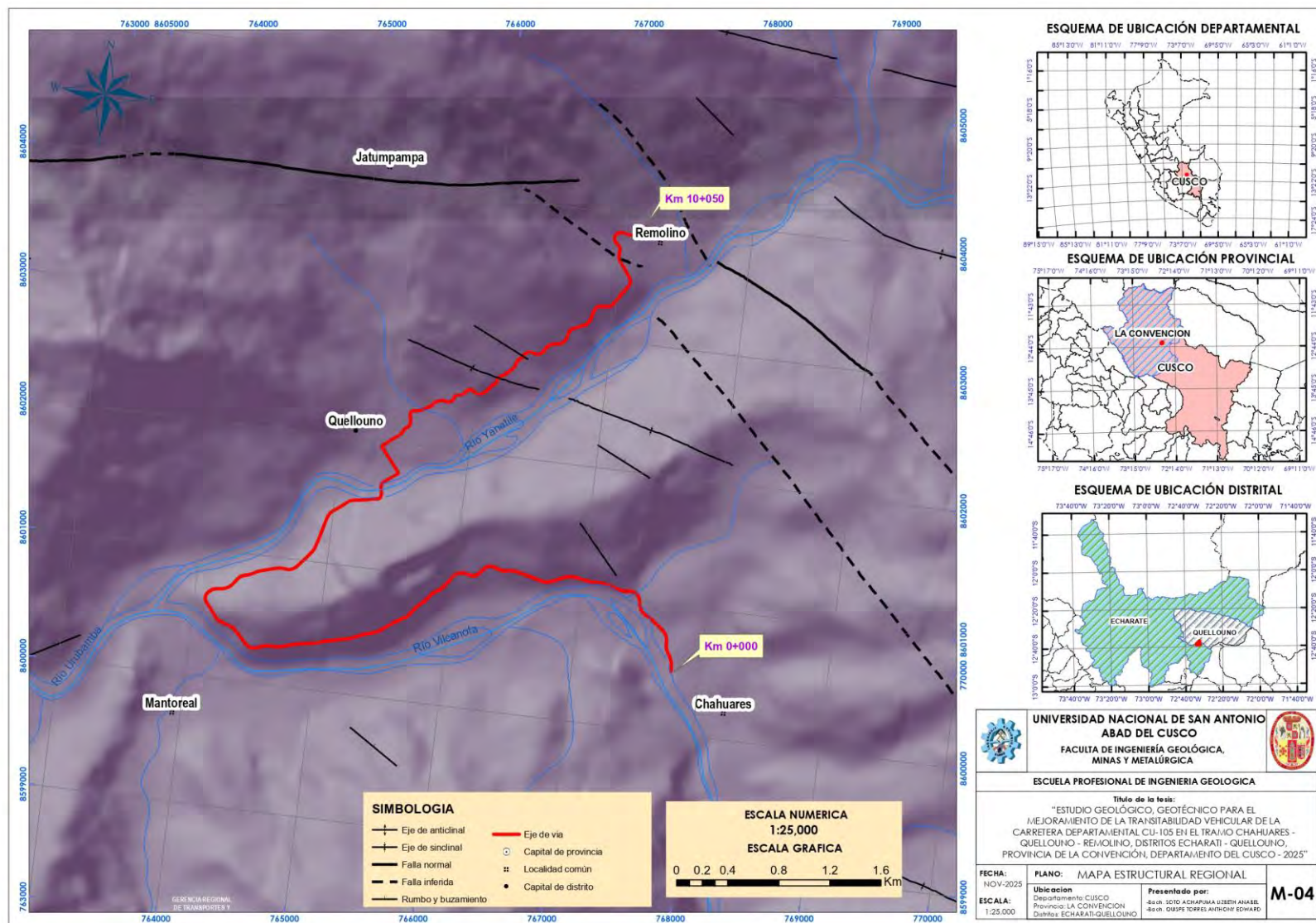


Figura 6: Mapa Estructural Regional de la carretera, Chahuales-Quellouno-Remolino. (Fuente: Elaboración Propia)



4.4. Geodinámica Externa

4.4.1. Aspectos generales

Los fenómenos de geodinámica externa son movimientos de masas debido a la inestabilidad de terrenos ubicados en las laderas de los cerros, esto puede darse en suelos poco consolidados, con poca cobertura vegetal, y en laderas con fuerte pendiente. Las cuales tienen diferente tipo de origen. Teniendo como agentes principales para la presencia de agentes geodinámicos externos es debido a los agentes atmosféricos externos vientos, aguas continentales mares océanos hielo glaciares y gravedad.

Los factores de modelamiento de la superficie son aquellos que responsables de esculpir la superficie del relieve terrestre, siendo aquellos que erosionan, desgastan y moldean las formas de o masas rocosas inicialmente levantadas por la tectónica del interior de la tierra, y secuencialmente convierte en nuevas formas paisajísticas.

Los factores que influyen en este modelamiento son factores litológicos, factores tectónicos y factores erosivos, factores litológicos (relativo a las rocas), tiene que ver con las características de las formaciones presentes de las rocas según sus propiedades físicas es decir su capacidad a ser alteradas, permeabilidad, y su grado de dureza. Los factores tectónicos (referido a las rocas), determinan la disposición relativa de los estratos, así como el tipo de estructura formaciones presentes. Los factores erosivos van ligados directamente a las condiciones de clima y por el relieve donde se ubica. Los agentes atmosféricos que actúan sobre la capa más externa de la corteza terrestre alterando, erosionando las rocas y minerales convirtiéndolos en fragmentos o detritos.



4.4.2. Identificación de sectores críticos

4.4.2.1. Sector Crítico - SC-01

Tabla 5: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-01

- CODIGO	- SC - 01
- UBICACION	- 767702.903 m E, 8600682.107 m S (Datum WGS 84–Zona 18S)
- PROGRESIVAS	- KM 0+220
- TIPO DE PROCESO	- Movimiento Complejo
- LONG. AFECTADA	- 100 m.
- CARACT. DEL TRAZO	- En curva y tangente
- TALUD SUPERIOR	- Altura: =30 m. - Pendiente: 65° aprox talud superior. - Material: conformado por depósito de cobertura vegetal y cuaternario de cobertura (coluvial)/Fm. Ananea de una coloración marrón parduzca con un grado medio de intemperización y presenta una distribución de Fragmentos de roca 40% y Material Suelto 60%, con clastos angulosos a sub angulosos de diferentes diámetros con presencia de rocas metamórficas de diferentes diámetros de 2” a 5” con una matriz limo - arenosa.
- DESCRIPCIÓN	- El proceso geodinámico de movimiento complejo identificado se encuentra comprendido en la progresiva Km 00+220 con una longitud promedio de afectación de 105m, dicho movimiento complejo se genera en depósitos coluviales inconsolidados del talud superior sumado a fragmentos rocosos de la Fm. Ananea formado a partir de la generación de un deslizamiento traslacional donde debido a que el área erosionada es propicia para la generación de flujo de detritos del material deslizado, infiltración de aguas pluviales, disminución de la resistencia al corte del talud o sismos generados en la zona de estudio. No se aprecia la presencia de agua en el talud que favorezca a nuevos eventos de deslizamientos. El grado de afectación que tiene el presente proceso geodinámico para la vía es de grado medio.
- SOLUCION Y/O TRATAMIENTO	- Banqueteo (terrazas). - Corte de talud superior a un ángulo de reposo. - Zanjas de coronación (concreto). - Muro de sostenimiento (gaviones, muro seco, concreto ciclópeo). - Reforestación con especie nativa. - Monitoreo con instrumentos geotécnicos.

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 15: Deslizamiento complejo en el km 0+220.

4.4.2.2. Sector Crítico - SC-02

Tabla 6: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-02

- CODIGO	- SC - 02
- UBICACION	- 767452.248 m E, 8600962.725 m S, (Datum WGS 84 – Zona 18S)
- PROGRESIVAS	- KM 00+620
- TIPO DE PROCESO	- Movimiento Complejo
- LONG. AFECTADA	- 90 m.
- PELIGRO	- Movimiento Complejo
- CARACT. DEL TRAZO	- En curva y tangente
- TALUD SUPERIOR	- Altura: = 35 m. - Pendiente: 65° aprox talud superior. - Material: conformado por depósito de cobertura vegetal y cuaternario de cobertura (coluvial)/Fm. Ananea de una coloración marrón parduzca con un grado medio de intemperización y presenta una distribución de Fragmentos de roca 45% y Material Suelto 55%, con clastos angulosos a sub angulosos de diferentes diámetros con presencia de rocas metamórficas de diferentes diámetros de 2” a 8” con una matriz limo - arenosa.
- DESCRIPCIÓN	- El proceso geodinámico de movimiento complejo identificado se encuentra comprendido en la progresiva Km 00+620 con una longitud promedio de afectación de 90 m, dicho movimiento complejo se genera en depósitos coluviales inconsolidados del talud superior sumado a fragmentos rocosos de la Fm. Ananea formado a partir de la generación de caída de rocas y donde debido a que el área erosionada es propicia para la generación de flujo de

	detritos del material deslizado, infiltración de aguas pluviales, disminución de la resistencia al corte del talud o sismos generados en la zona de estudio. No se aprecia la presencia de agua en el talud que favorezca a nuevos eventos de deslizamientos. El grado de afectación que tiene el presente proceso geodinámico para la vía es de grado medio.
- SOLUCION Y/O TRATAMIENTO	- Banqueteo (terrazas). - Corte de talud superior a un ángulo de reposo. - Zanjas de coronación (concreto). - Muro de sostenimiento (gaviones, muro seco, concreto ciclópeo). - Reforestación con especie nativa. - Monitoreo con instrumentos geotécnicos.

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 16: Movimiento Complejo en el km 0+620.



4.4.2.3. Sector Crítico - SC-03

Tabla 7: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-03

- CODIGO	- SC - 03
- UBICACION	- 766191.06 m E, 8601048.71 m S (Datum WGS 84-Zona 18S)
- PROGRESIVAS	- KM 02+070
- TIPO DE PROCESO	- Movimiento Complejo
- LONG. AFECTADA	- 50 m.
- CARACT. DEL TRAZO	- En tangente y curva
- TALUD SUPERIOR	- Altura: =35 m. - Pendiente: 75° aprox talud superior. - Material: conformado por depósito de cobertura vegetal y cuaternario de cobertura (coluvio-deluvial) de una coloración marrón parduzca con un grado medio de intemperización y presenta una distribución de Fragmentos de roca 40% y Material Suelto 60%, con clastos angulosos a sub angulosos de diferentes diámetros con una matriz limo - arcillosa.
- DESCRIPCIÓN	- El proceso geodinámico de deslizamiento traslacional identificado se encuentra comprendido en la progresiva Km 02+070 con una longitud promedio de afectación de 50m, dicho deslizamiento se genera en depósitos coluviales inconsolidados del talud superior debido a la gravedad, infiltración de aguas pluviales y/o disminución de la resistencia al corte del talud. Presenta una superficie plana de rotura con el material de depósito coluvio-deluviales deslizado sin rotación apreciable. No se aprecia la presencia de agua en el talud que favorezca a nuevos eventos de deslizamientos. El grado de afectación que tiene el presente proceso geodinámico para la vía es de grado medio.
- SOLUCION Y/O TRATAMIENTO	- Banqueteo (terrazas). - Corte de talud superior a un ángulo de reposo. - Zanjas de coronación (concreto). - Reforestación con especie nativa. - Monitoreo con instrumentos geotécnicos.

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 17: Movimiento Complejo en el km 04+980.

4.4.2.4. Sector Crítico - SC-04

Tabla 8: Evaluación y Descripción del sector crítico SC-04

- CODIGO	- SC - 04
- UBICACION	- 764360.67 m E, 8600831.12 m S, (Datum WGS 84 – Zona 18S)
- PROGRESIVAS	- KM 04+900
- TIPO DE PROCESO	- CAIDA DE ROCAS
- LONG. AFECTADA	- 20 m
- PELIGRO	- CAIDA DE ROCAS
- CARACT. DEL TRAZO	- En curva y tangente
- TALUD SUPERIOR	- Altura: =30 m - Pendiente: 71° aprox talud superior. - Material: Conformado por rocas metamórficas pizarras de la Formación Ananea.
- DESCRIPCIÓN	- El proceso geodinámico se encuentra en la progresiva Km 04+900, con una longitud promedio de afectación de 20 metros, dicho proceso está conformado por rocas metamórficas pizarras de la Formación Ananea, las cuales presentan un marcado grado de fracturamiento de coloración marrón parduzca con un grado medio de intemperización, condición que favorece procesos de meteorización. En el talud superior se observa una caída de rocas, de fragmentos de roca de 15” a 30” de diámetro de coloración grisácea, rocas subangulosas, ligeramente alteradas, afectando el tramo unos 20 metros a lo largo de la vía. La capa superficial se genera en depósitos coluviales inconsolidados del talud superior sumado a fragmentos rocosos de la Formación Ananea, que con precipitación fluvial y la erosión de las pizarras se genera la caída de rocas ubicadas al pie del talud, generado a partir de la gravedad. El grado de afectación que tiene el presente proceso geodinámico para la vía es de grado medio.

- SOLUCION Y/O TRATAMIENTO	- Banqueteo (terrazas). - Muro de sostenimiento (gaviones, muro seco, concreto ciclópeo). - Reforestación con especie nativa. - Monitoreo con instrumentos geotécnicos.
-----------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 18: Caída de rocas en el km 4+900.



5 CAPITULO V HIDROGEOLOGÍA



5.1. Aspectos Generales

El estudio hidrogeológico regional del proyecto permite comprender la dinámica de las aguas subterráneas en relación con las características litológicas, estructurales y geomorfológicas de las unidades geológicas que conforman el área de estudio.

La circulación, infiltración y almacenamiento del agua subterránea en el tramo vial están directamente condicionados por la naturaleza de las formaciones geológicas predominantes pizarras, metareniscas, sienogranitos, depósitos coluvio–deluviales, aluviales y fluviales; cuyas propiedades de permeabilidad y fracturamiento determinan la existencia y comportamiento de los diferentes sistemas acuíferos presentes.

De las características hidrogeológicas descritas y de las observaciones realizadas en campo, no se evidencia la presencia de acuíferos significativos dentro del área de influencia de la vía que tengan alguna incidencia significativa en el tramo. Los afloramientos y depósitos predominantes presentan baja permeabilidad o comportamiento discontinuo, lo que limita la existencia de flujos subterráneos importantes. Por tal motivo, no se considera necesario realizar estudios hidrogeológicos adicionales, ya que no se identifican condiciones que puedan afectar el comportamiento geotécnico.

Las fuentes de agua requeridas para las actividades del proyecto serán de carácter superficial, provenientes de ríos, quebradas y riachuelos adyacentes, los cuales garantizan el abastecimiento temporal necesario sin depender de recursos hídricos subterráneos.

5.2. Caracterización Hidrogeológica de las Formaciones Geológicas

5.2.1. Acuíferos

Los acuíferos se desarrollan principalmente dentro de los depósitos cuaternarios recientes, tales como los depósitos aluviales, coluviales, que presentan una alta porosidad y permeabilidad debido a su composición granular (gravas, arenas y limos). Estos materiales permiten una eficiente infiltración y circulación del agua subterránea, alimentada principalmente por las precipitaciones estacionales y por el escurrimiento superficial de quebradas y riachuelos.

Asimismo, los depósitos fluviales actúan como acuíferos libres, ya que el nivel freático se encuentra a poca profundidad y las capas permeables están directamente expuestas a la atmósfera. En estos sectores, el agua se infiltra fácilmente, almacenándose temporalmente y alimentando los cauces durante las épocas secas.



Fotografía 19: Presencia de acuíferos conformados por arenas gravas y limos

5.2.2. *Acuitardo*

Los depósitos coluvio–deluviales y coluviales se comportan como acuitardos, dado que están compuestos por materiales heterogéneos de baja a media compacidad (bloques, gravas, arenas, limos y arcillas) con una matriz limo arcillosa que reduce la permeabilidad. Estos depósitos permiten la infiltración parcial del agua, aunque el flujo subterráneo es lento y restringido. No obstante, pueden funcionar como zonas de recarga temporal de los acuíferos más permeables subyacentes.

De igual manera, las pizarras alteradas de la Formación Ananea, al presentar un alto grado de fracturamiento y meteorización, favorecen cierta permeabilidad secundaria; sin embargo, debido a su estructura laminar y foliación, el movimiento del agua es limitado y preferencial a lo largo de los planos de clivaje o fracturas.

Los sienogranitos del Plutón Quilloc–Mesapelada, junto con los diques dioríticos, se consideran acuicludos, debido a su baja permeabilidad primaria. Estas rocas ígneas son compactas y apenas permiten el paso del agua, excepto en zonas donde presentan fracturas o diaclasas abiertas. Su capacidad de almacenamiento es mínima,

actuando principalmente como límites inferiores o laterales de los sistemas acuíferos existentes.

También cumplen esta función las metareniscas del Grupo Cabanillas, cuando se encuentran poco fracturadas o cementadas, reduciendo notablemente la circulación del agua subterránea.



Fotografía 20: Presencia de un acuitardos con depósitos coluvio–deluviales de baja infiltración.

5.2.3. *Acuífero Libre*

El acuífero libre se localiza principalmente en los depósitos aluviales y fluviales donde los materiales sueltos (gravas, arenas y limos) permiten la infiltración directa de las aguas pluviales y de escorrentía. Estos acuíferos son de carácter somero, con niveles freáticos variables según la estación. La recarga se produce durante la época de lluvias y la descarga ocurre hacia los cauces y quebradas adyacentes.



Fotografía 21: Acuífero libre en depósitos fluviales y aluviales con materiales suelos.

5.2.4. *Acuífero Detrítico*

Este tipo de acuífero está constituido por los depósitos coluvio–deluviales y coluviales compuestos por gravas, arenas y limos mal clasificados. La porosidad y permeabilidad son moderadas, lo que permite un almacenamiento temporal del agua subterránea y su liberación lenta hacia zonas más permeables. Su comportamiento hidráulico depende del grado de compactación, de la granulometría y del contenido de humedad.



Fotografía 22: Acuífero detrítico en depósitos coluviales

5.2.5. Acuífero Fisurado

El acuífero fisurado se asocia a las pizarras de la Formación Ananea, así como a las metareniscas del Grupo Cabanillas, que presentan fracturamiento intenso y clivaje bien desarrollado. Estas discontinuidades permiten una circulación limitada del agua subterránea en forma de flujos preferenciales a lo largo de las fracturas. Aunque la capacidad de almacenamiento es reducida, su papel hidrogeológico es relevante en la alimentación de manantiales o rezumaderos observados en cortes naturales y taludes viales.



Fotografía 23: Acuífero fisurado asociado a las pizarras de la Formación Ananea.

5.3. Fuentes Hídricas

La evaluación de las fuentes de agua para el proyecto en el sector Chahuares-Quellouno-Remolino constituye un componente crítico desde la perspectiva geológico-geotécnica, donde la disponibilidad y características del recurso hídrico están intrínsecamente ligadas al contexto geológico de la cuenca.

La red hidrográfica, conformada por ríos y quebradas que drenan las estribaciones andinas, presenta una dinámica controlada por la interacción entre las unidades litológicas, la estructuración tectónica y los depósitos cuaternarios, lo que determina no solo los caudales disponibles sino también la calidad del agua para su uso en el proceso constructivo.

Paralelamente, la interacción de la vía con estas fuentes hídricas naturales demanda evaluar la estabilidad de taludes en cortes y la necesidad de obras de drenaje permanente, cuyo diseño depende directamente de los regímenes hidrológicos locales. A continuación, se muestra la ubicación de las posibles fuentes de agua a lo largo del área de estudio.



Fotografía 24: Fuente de agua del río Quellomayo ubicada a la salida del centro poblado de Quellouno.



FUENTES DE AGUA	ACCESOS, FUENTES Y POSIBLES USOS						UBICACIÓN COORDENADAS UTM	
	Nombre	Ubicación	Usos	Fuente	Caudal	Régimen	Norte	Este
Fuente de agua 01	Rio Quellomayo	A 400m de la progresiva 06+450	Compactación de materiales, Mezcla para concreto.	Rio	Bueno	Permanente	8601801	765665

Tabla 9: *Ubicación de las Fuentes de Agua*



6 CAPÍTULO VI GEOTECNIA



6.1. Aspectos Generales

Se ha realizado el Estudio de Suelos del tramo carretero con el objetivo de determinar las características físicas, mecánicas y estructurales del suelo y la roca para la evaluación de la estabilidad de la vía, en el marco del proyecto “Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, Distritos de Echarati y Quellouno, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco – 2025”.

El estudio geotécnico comprende el tramo de la carretera departamental CU-105 desde el centro poblado de Chahuares Km 00+000 hasta el centro poblado de Remolino Km 10+050, permitiendo conocer de manera integral las condiciones geomecánicas del subsuelo, de acuerdo con la configuración geométrica del trazo vial y la composición de los materiales existentes dentro del área de estudio.

Las investigaciones se desarrollaron mediante la excavación de pozos de muestreo a cielo abierto (calicatas), con la finalidad de identificar el perfil estratigráfico del subsuelo y obtener muestras representativas para la determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo en laboratorio. En total, se realizaron 10 calicatas a cielo abierto, ubicadas estratégicamente a lo largo del tramo en estudio, complementadas con 07 ventanas estructurales, las cuales permitieron evaluar las condiciones del macizo rocoso y los materiales de cobertura presentes en zonas de corte y taludes.

La geología de la zona juega un papel determinante en la configuración de los taludes existentes, observándose sectores con afloramientos rocosos, así como zonas cubiertas por materiales residuales y coluviales que sobreyacen a las formaciones rocosas. Estas condiciones influyen directamente en el comportamiento geotécnico de la vía y en la estabilidad de los taludes adyacentes.

Las deformaciones y esfuerzos identificados en el área de estudio están relacionados con la dinámica tectónica de la Cordillera Oriental, lo que ha generado estructuras geológicas como fracturas y discontinuidades que condicionan la respuesta mecánica del suelo y la roca.

Para la determinación del número y ubicación de los pozos de prospección a cielo abierto, se consideraron los criterios establecidos en el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, así como las características geométricas y operativas del tramo. Las calicatas fueron excavadas hasta una profundidad aproximada de 3.00 m, conforme a la normativa vigente, y las muestras obtenidas fueron analizadas en laboratorio para la determinación de parámetros como la clasificación de suelos, cuyos



resultados permitieron evaluar la capacidad portante de la subrasante y definir los espesores del material de préstamo requeridos para cada sector de la vía.

6.1.1. Geotecnia de la vía

La evaluación geotécnica del tramo carretero Chahuares – Centro Poblado de Remolino, con una longitud aproximada de 10+050 km, comprende la determinación y caracterización de los materiales del suelo y de la roca presentes a lo largo del trazo de la vía. El análisis permite identificar suelos de tipo gravoso, limoso–arcilloso, así como sectores con presencia de material rocoso, cuya distribución está condicionada por las formaciones geológicas existentes y por los materiales cuaternarios de cobertura que se desarrollan en el área de estudio.

El suelo predominante en el tramo corresponde a gravas limosas a arcillosas, las cuales se encuentran asociadas principalmente a depósitos coluviales y fluviales, caracterizados por presentar una consolidación media a baja, variabilidad granulométrica y una respuesta mecánica sensible a la presencia de humedad. Estos materiales influyen directamente en el comportamiento de la subrasante y en la estabilidad de los taludes adyacentes a la vía.

6.2. Normatividad

Se desarrolló conforme a la normativa técnica vigente, la cual establece los lineamientos para la ejecución de trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis e interpretación de resultados, garantizando la confiabilidad y validez técnica del estudio.

La normatividad aplicada corresponde principalmente a los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), complementados con normas ASTM y AASHTO, ampliamente aceptadas en estudios de ingeniería geotécnica y vial.

- Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC)
Establece los criterios para la exploración del subsuelo, número y profundidad de calicatas, clasificación de suelos, determinación de parámetros geotécnicos y su aplicación en el diseño de pavimentos y obras de estabilización.
- Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras – MTC
Define los procedimientos normalizados para la ejecución de ensayos de campo y laboratorio, asegurando uniformidad y calidad en los resultados obtenidos.
- Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG-2013 (y actualizaciones)

Utilizadas como referencia para la evaluación de materiales

6.2.1. Lista de normas utilizadas:

• Muestreo de Suelos y Rocas	MTC E 101
• Reducción de muestras de campo a muestras de ensayo	MTC E 103
• Conservación y Transporte de muestras de suelos	MTC E 104
• Obtención en laboratorio de muestras representativas	MTC E 105
• Análisis granulométrico de Suelos por Tamizado	MTC E 107
• Contenido de Humedad de un suelo	MTC E 108
• Determinación del Límite Líquido de los Suelos	MTC E 110
• Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad	MTC E 111
• Gravedad Específica de los Suelos	MTC E 113
• Relaciones Humedad - Densidad (Proctor modificado)	MTC E 115
• Clasificación de Suelos según SUCS	ASTM D-2487
• Clasificación de suelos según AASHTO	AASHTO M-145

6.3. Estudio de mecánica de suelos

6.3.1. Trabajos de Campo y Prospección Geotécnica

La prospección de campo se realizó mediante la excavación de calicatas a cielo abierto, con la finalidad de identificar directamente las condiciones del subsuelo, definir el perfil estratigráfico, reconocer los materiales constituyentes del suelo y obtener muestras representativas para su análisis en laboratorio.

Se ejecutaron un total de 10 calicatas con una profundidad promedio de 1.50 m, de acuerdo con la normativa vigente del MTC. Las calicatas fueron ubicadas estratégicamente a lo largo del eje vial, en ambos lados de la carretera, considerando la homogeneidad del terreno, accesibilidad y las características geométricas del trazo.

Asimismo, se realizaron 07 ventanas estructurales, principalmente en zonas con presencia de cortes, taludes y afloramientos rocosos, permitiendo la evaluación visual y descriptiva de los macizos rocosos y de los materiales de cobertura existentes.

Cabe señalar que la vía presenta tramos con superficie pavimentada deteriorada, por lo que la toma de muestras se efectuó en sectores adyacentes al eje vial, evitando dañar la estructura del pavimento existente.

Durante los trabajos de campo se llevó a cabo el reconocimiento geotécnico del terreno, identificándose cortes naturales y artificiales, la disposición de los estratos

superficiales, la presencia de depósitos coluviales y fluviales, así como similitudes y variaciones del suelo a lo largo del tramo.

6.3.2. Muestreo y Registro de Calicatas

De cada pozo de exploración se obtuvieron muestras representativas del suelo, tanto alteradas como inalteradas, en cantidades suficientes para la ejecución de los ensayos de laboratorio. El muestreo se realizó de manera intercalada, considerando el lado izquierdo, eje y lado derecho de la vía, según la accesibilidad y las condiciones del terreno.

Paralelamente a la toma de muestras, se efectuó el registro detallado de cada calicata, elaborándose el perfil estratigráfico correspondiente conforme a la normativa del MTC. En dicho registro se consignaron la descripción visual del suelo, tipo de material, color, textura, grado de humedad, espesor de estratos y observaciones geológicas relevantes.

Las muestras obtenidas fueron debidamente etiquetadas, empaquetadas y trasladadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la ejecución de los ensayos correspondientes.



Fotografía 25: Apertura de la Calicata T-03 (Km 02+230).



Fotografía 26: Apertura de la Calicata T-10 (Km 09+750).

6.3.3. Trabajos de Laboratorio

Las muestras de suelo provenientes de las calicatas fueron sometidas a ensayos de laboratorio con el fin de determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Entre los principales ensayos realizados se incluyen:

Ensayo de Contenido de Humedad

- De acuerdo a la Norma NTP 339.127 (ASTM D- 2216)

Ensayo de Análisis Granulométrico

- MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Ensayo de Limite Liquido

- MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

Ensayo de Limite Plástico

- MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

Ensayo de corte directo

- MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

Ensayo de densidad de campo (Cono de Arena)

- Norma MTC E 117 – 2000, basada en la Norma ASTM D 1556 y AASHTO T-191.

Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual

- Norma Técnica Peruana (NTP 339.150)



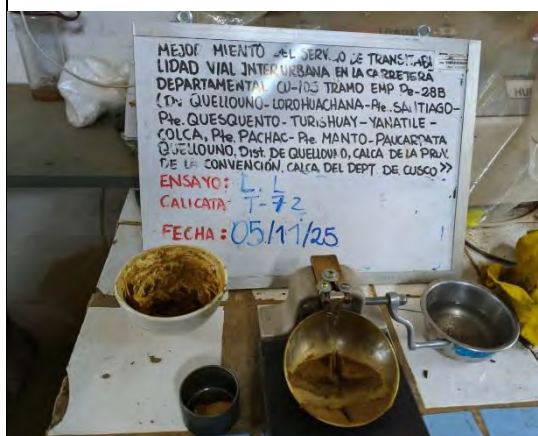
Ensayo de Análisis Granulométrico



Ensayo de Análisis Granulométrico de muestra fina



Ensayo de Análisis Granulométrico muestra gruesa



Ensayo de Limite Liquido



Ensayo de Limite Plástico



6.3.4. Consideraciones para Cimentaciones de Obras de Arte

Para la evaluación de suelos en zonas puntuales destinadas a la cimentación de muros de contención, se consideraron criterios específicos del Estudio de Mecánica de Suelos en Cimentaciones. En estos sectores se ejecutaron calicatas de exploración con profundidades de hasta 3.00 m respecto al nivel de la subrasante existente, cumpliendo lo establecido en la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones del RNE.

Las muestras obtenidas en estos puntos fueron ensayadas en laboratorio para la determinación de la capacidad portante, parámetros de resistencia y condiciones del suelo de fundación

6.3.5. Caracterización del suelo

El estudio permitió identificar el tipo de suelo, su comportamiento frente a la humedad, su resistencia y capacidad portante, información indispensable para evaluar la estabilidad de taludes naturales y artificiales, y proponer medidas de mitigación ante posibles procesos de deslizamiento o deformación del terreno.

La caracterización se efectuó a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, considerando parámetros fundamentales como granulometría, plasticidad, humedad natural, clasificación SUCS y AASHTO, los cuales permitieron estimar el comportamiento mecánico del suelo y su interacción con las estructuras proyectadas.

Asimismo, los parámetros obtenidos sirvieron para definir criterios de estabilización del suelo, drenaje y refuerzo, en aquellos sectores donde se identificaron condiciones desfavorables, garantizando la seguridad, estabilidad y durabilidad de las obras de arte y del tramo vial en general.

6.3.6. Resultados de Laboratorio

Los perfiles estratigráficos del subsuelo, elaborados a partir de las calicatas ejecutadas a lo largo del tramo en estudio, así como las tablas detalladas de los resultados de los ensayos de laboratorio, se presentan de manera completa en los Anexos del presente trabajo, con la finalidad de no sobrecargar el desarrollo del capítulo principal.

Asimismo, a continuación, se detalla la ubicación de las exploraciones geotécnicas realizadas mediante calicatas, correspondientes a un total de 10 calicatas, las cuales permitieron la identificación de los estratos del suelo y la obtención de muestras representativas del subsuelo.

De igual manera, se presenta un cuadro resumen de los resultados de laboratorio, donde se consignan las propiedades físico-mecánicas más relevantes de los suelos analizados, información que sirve de base para la interpretación geotécnica, el diseño de obras de arte y la evaluación de la estabilidad de taludes.

Tabla 10: Ubicación de las exploraciones realizadas mediante Calicatas.

N°	SECTOR COMPROMETIDO	Progresiva (km)	COORDENADAS			
			ESTE	NORTE	ALTITUD	ZONA
1	SCM-01	00+050	767767	8600528	783	18L
2	SCM-02	00+220	767703	8600682	792	18L
3	SCM-03	00+300	767695	8600757	832	18L
4	SCM-04	00+620	767452	8600963	857	18L
5	SCM-05	00+710	767439	8601066	882	18L
6	SCM-06	01+520	766644	8601065	884	18L
7	SCM-07	02+070	766191	8601049	869	18L
8	SCM-08	05+580	764901	8601155	839	18L
9	SCM-09	05+690	764932	8601255	903	18L
10	SCM-10	09+600	766980	8603695	925	18L

Tabla 11: Resultados de la evaluación físico mecánica de los suelos

N°	SECTOR COMPROMETIDO	RESULTADOS DE LABORATORIO						
		Límites de Consistencia			% PASA Malla N°200	Humedad Natural (%)	CLASIFICACION	
		LL%	LP%	IP%			SUCS	AASHTO
1	SCM-01	27	20	7	14.2	8.04	GC	A-2-4(0)
2	SCM-02	28	20	8	24.75	8.88	GC	A-2-4(0)
3	SCM-03	29	22	7	35.0	11.3	GC	A-2-4(0)
4	SCM-04	29	20	9	29.35	8.29	GC	A-2-4(0)
5	SCM-05	24	21	3	10.7	6.8	GP-GM	A-1-a(0)
6	SCM-06	22	19	3	5.2	7.2	GW-GM	A-1-a(0)
7	SCM-07	23	20	3	12.8	6.4	GM	A-1-a(0)
8	SCM-08	24	21	3	6.4	5.7	GW-GM	A-1-a(0)
9	SCM-09	24	21	3	5.6	8.8	GW-GM	A-1-a(0)
10	SCM-10	32	21	11	22.4	9.7	GC	A-2-6(0)

Tabla 12: Calculo de la Cohesión y ángulo de fricción por el método de densidad relativa.

N°	SECTOR COMPROMETIDO	RESULTADOS DE LABORATORIO						
		CLASIFICACION		DENSIDAD NATURAL			COHESION (kg/cm ²)	ANGULO DE FRICCION (φ)
		SUCS	AASHTO	Densidad de Suelo Húmedo (gr/cm ³)	Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	Densidad de Suelo Saturado (gr/cm ³)		
1	SCM-01	GC	A-2-4(0)	1.85	1.72	2.15	0.27	28.8
2	SCM-02	GC	A-2-4(0)	2.0	1.8	2.2	0.24	32.89
3	SCM-03	GC	A-2-4(0)	1.97	1.78	2.23	0.34	29.01
4	SCM-04	GC	A-2-4(0)	1.9	1.7	2.2	0.28	32.77
5	SCM-05	GP-GM	A-1-a(0)	1.86	1.74	2.16	0.11	30.9
6	SCM-06	GW-GM	A-1-a(0)	1.83	1.71	2.14	0.12	31.40
7	SCM-07	GM	A-1-a(0)	1.8	1.6	2.1	0.15	33.68
8	SCM-08	GW-GM	A-1-a(0)	1.83	1.73	2.14	0.12	30.41
9	SCM-09	GW-GM	A-1-a(0)	1.81	1.66	2.13	0.11	31.50
10	SCM-10	GC	A-2-6(0)	1.86	1.70	2.16	0.32	26.99



6.4. Evaluación Geomecánica

Este estudio destaca la importancia de la mecánica de rocas, también conocida como geomecánica, en el análisis y control de la estabilidad de los taludes. En este contexto, el propósito del estudio es analizar las propiedades geomecánicas del macizo rocoso y evaluar la estabilidad de los taludes, considerando las condiciones propias del sitio y determinando el comportamiento estable de las excavaciones. Se realizaron mediciones y evaluaciones correspondientes al levantamiento de seis estaciones con el fin de clasificar el macizo rocoso y comprender las características del terreno. Para dicha clasificación se optó por aplicar el método propuesto por Bieniawski (RMR), el cual se detalla a continuación.

6.4.1. *Sistema de clasificación de geomecánica de macizos rocosos*

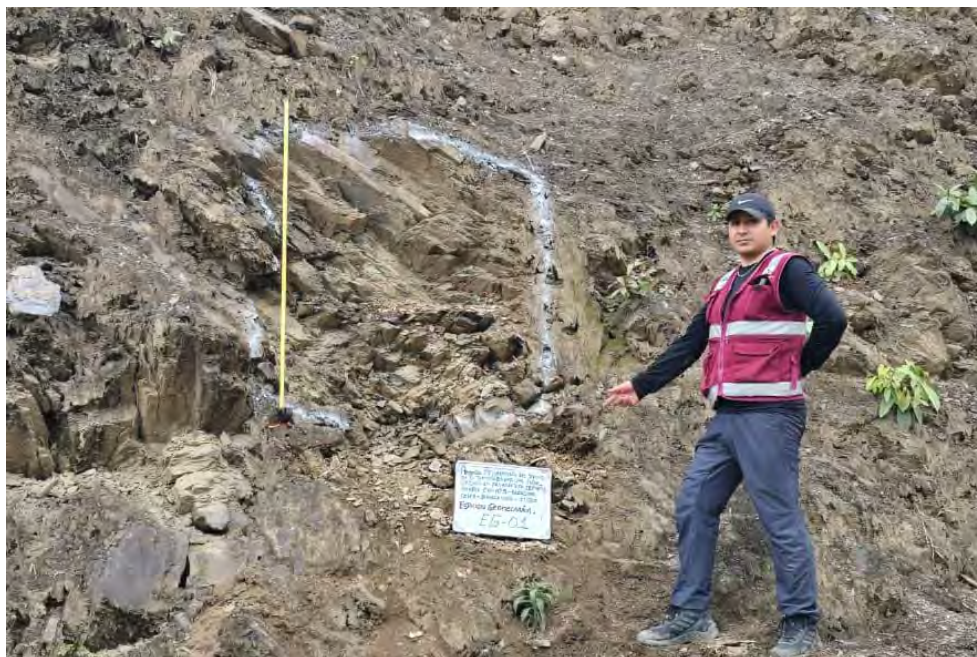
La clasificación geomecánica RMR permite determinar un índice representativo de la calidad del macizo rocoso a partir de diversos factores, entre ellos la resistencia de la roca intacta, el grado de fracturamiento y diaclasamiento, la presencia de agua y la orientación de las discontinuidades respecto al estudio de talud, túnel o cimentación. Este sistema asigna valores entre 0 y 100 puntos para clasificar el macizo rocoso, evaluando seis parámetros geomecánicos descritos por (Celada, Tardáguila, Rodríguez, Varona y Bieniawski 2014), los cuales son:

- ✓ La resistencia a la compresión simple de la roca
- ✓ Índice RQD
- ✓ Espaciamiento de las juntas
- ✓ Estado de las discontinuidades
- ✓ Condición de las juntas
- ✓ Presencia de agua

A lo largo del tramo se realizó seis estaciones geomecánicas ubicadas estratégicamente para la caracterización de los principales afloramientos rocosos que puedan afectar a la vía.

6.4.2. Descripción de las estaciones geomecánicas

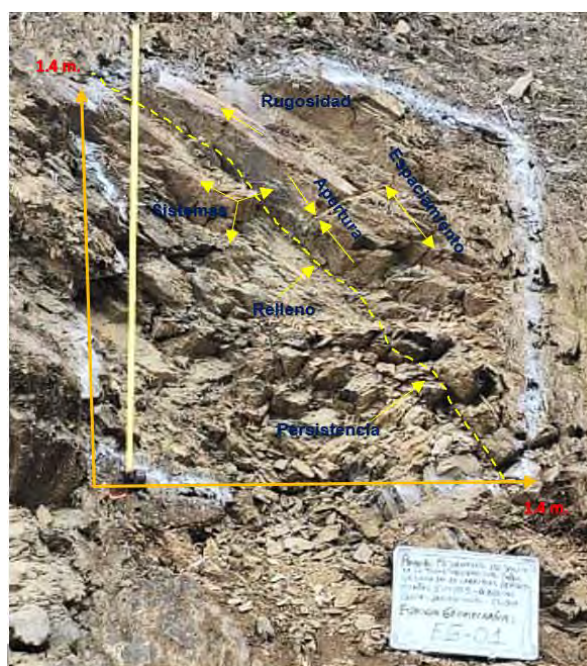
6.4.2.1. Estación Geomecánica 1 – Km 01+430



Fotografía 27: Estación Geomecánica 01, EG-01

6.4.2.1.1. Clasificación del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura foliada. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 28: Estación Geomecánica 01, EG-01

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determino la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos del afloramiento mostro lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 50 – 100 Mpa.

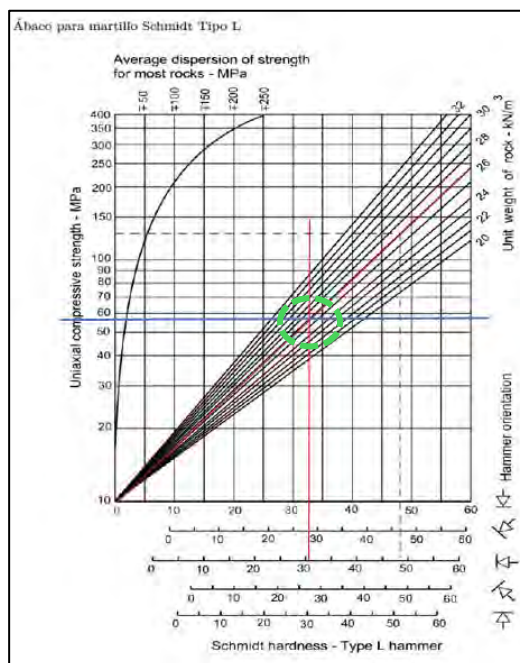


Figura 7: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-01.

- **Índice de calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$RQD = 115 - 3,3(J_v)$$

Donde: J_v = número de discontinuidades

$$RQD = 115 - 3,3 (17)$$

en 1 m³

$$RQD = 58.9$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron tres familias de discontinuidades (denominados 1, 2 y 3) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip, Dip Direction de las discontinuidades. La

valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 8, considerando la familia 2 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

- **Condición del agua subterránea**

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

- **Clasificación del macizo rocoso, RMR**

La valoración total del macizo rocoso es de 50. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría III, es decir, de calidad **regular**, donde la cohesión de 0,250 MPa y un ángulo de Rozamiento de 30.

Se evalúan un conjunto de parámetros:		[1]	7
• Resistencia de la roca matriz (ensayo de carga puntual o de compresión simple)	valor máximo = 15	[2]	13
• R.Q.D.	valor máximo = 20	[3]	4
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20	[4]	11
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30	[5]	15
• Agua subterránea	valor máximo = 15	RMR = 50	
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)		CALIDAD DEL MACIZO: CLASE III (REGULAR)	
Después se aplica un factor de corrección El índice RMR varía entre 0 i 100:		Ø(°): 30	
		COHESION(KPa): 250	
Clase	Qualitat massis	RMR	Relación entre RMR y propiedades geomecánicas:
I	molt bona	81 – 100	$c = 5 \cdot RMR$ (kPa) $\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)
II	bona	61 – 80	
III	regular	41 – 60	
IV	dolenta	21 – 40	
V	molt dolenta	0 - 20	

Tabla 13: Valoración total del macizo rocoso, EG-1 que clasifica en clase III - Regular

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																		
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES										VALORACIÓN						
RESIST. COMP. UNIAxIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	50 - 100	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	0.06 - 0.2	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Lig. Rugosa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Dura > 5mm.	▼
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Mod. Alterada	▼
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =															50			
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III						
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		REGULAR						

Tabla 14: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular

Fuente: Elaboración propia

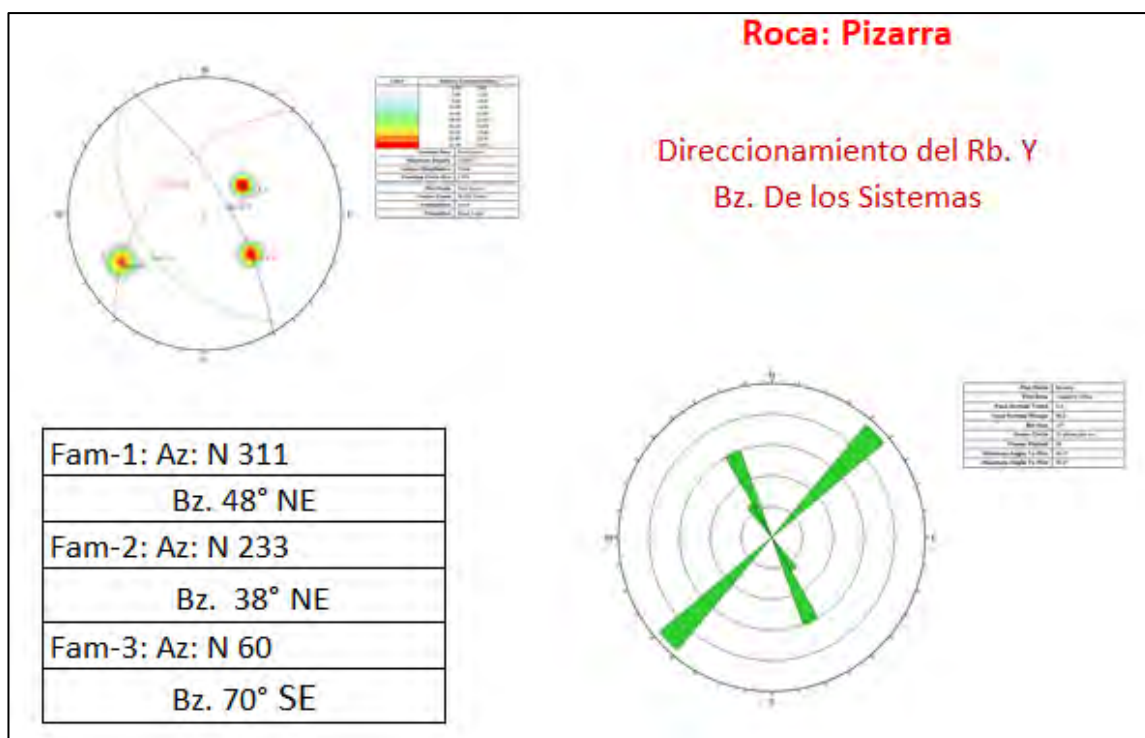


Figura 8: Datos específicos de la EG-01

Fuente: Elaboración propia

6.4.2.1.2. *Análisis Cinemático Estación Geomecánica 1- Km 01+430*

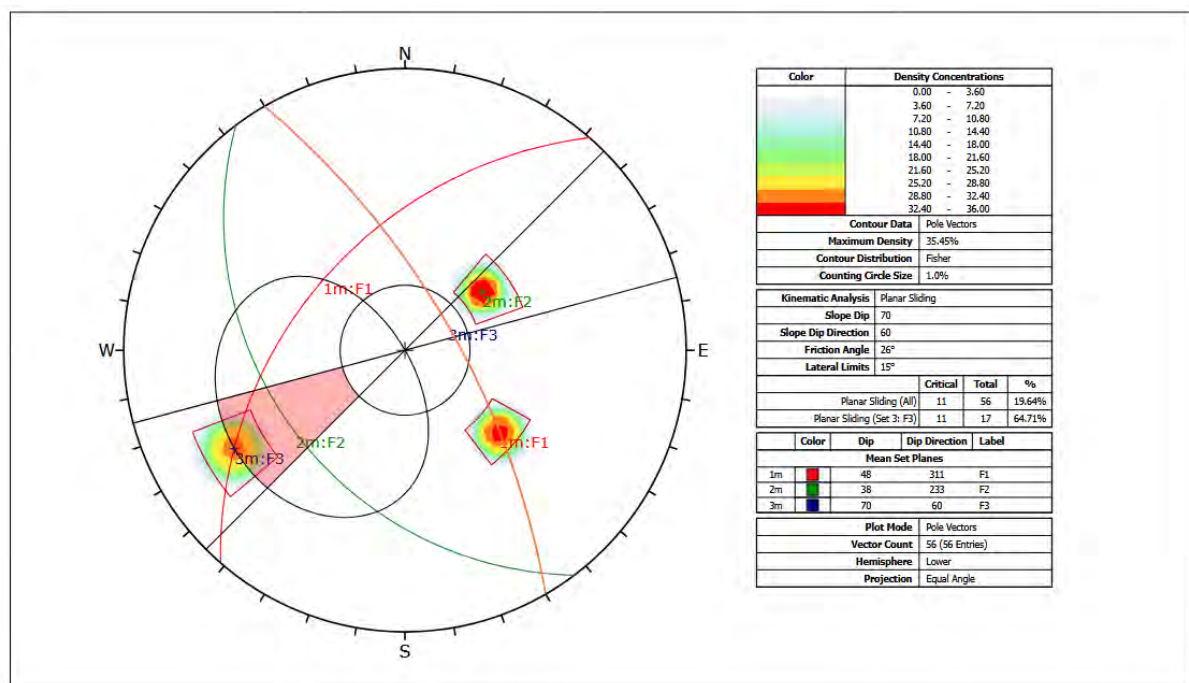


Figura 9: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar - EG-01

Fuente: Elaboración propia

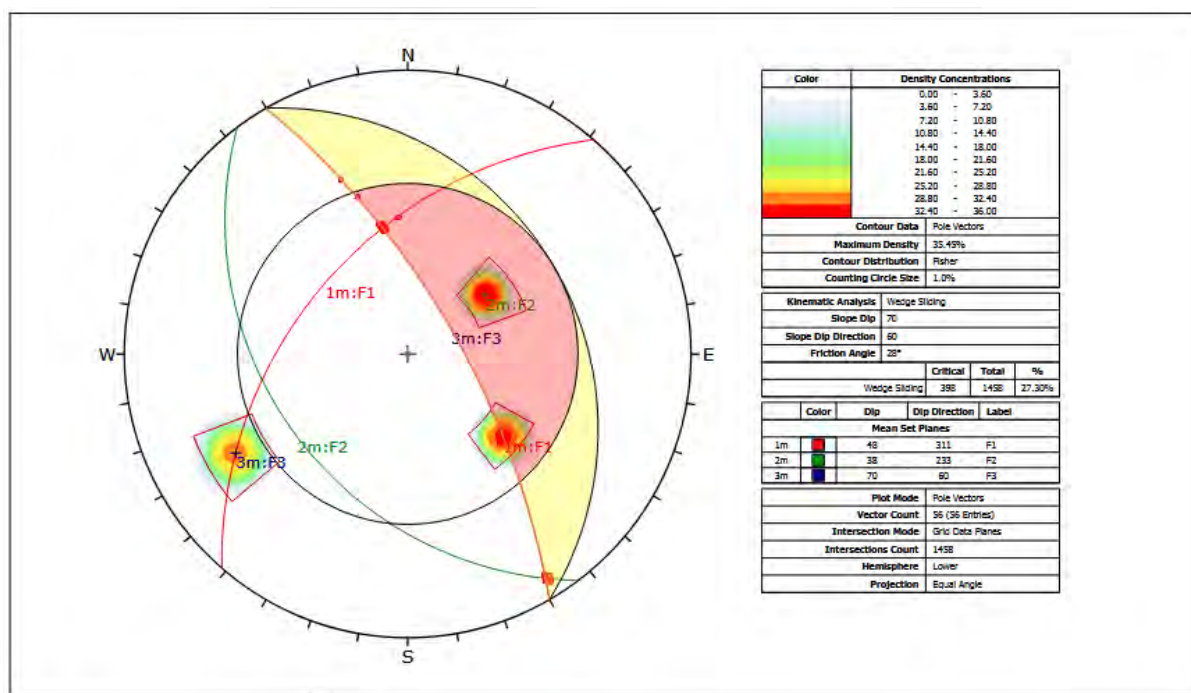


Figura 10: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña - EG-01

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECANICA	
EG-01 – Km 01+430	
Descripción:	Conformada por rocas metamórficas pizarras de la Formación Ananea con fragmentos de roca de 3" y 8" y con una capa superficial de depósitos cuaternarios.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 60	Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 50-100	
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 8	
Condición de las juntas:	Persistencia: 1 – 3 m Apertura: 0.06 - 2 Rugosidad: Ligeramente Rugosa Relleno: Dura > 5 mm Alteración: Moderadamente Alterada
Agua subterránea: Seco	
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 1 – Km 01+430”, se tiene un 19.64% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 27.30% de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1 y 2).	

6.4.2.2. Estación Geomecánica 2– Km 02+610



Fotografía 29: Estación Geomecánica 02, EG-02

6.4.2.2.1. Clasificación Del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura foliada. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 30: Estación Geomecánica 02, EG-02

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determino la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos

del afloramiento mostro lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 50 – 100 Mpa.

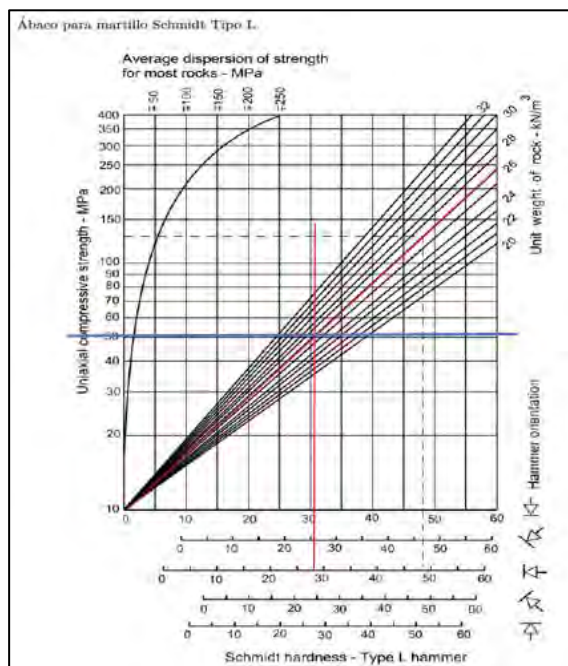


Figura 11: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-02

- **Índice de calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$\begin{aligned} RQD &= 115 - 3,3(18) & \text{Donde: } J_v &= \text{número de} \\ RQD &= 115 - 3,3(18) & \text{discontinuidades en 1 m}^3 \\ RQD &= 55.6 \end{aligned}$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron tres familias de discontinuidades (denominados 1, 2 y 3) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip y Dip Direction de las discontinuidades. La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 5, considerando la familia 3 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

• Condición del agua subterránea

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

• Clasificación del macizo rocoso, RMR

La valoración total del macizo rocoso es de 50. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría III, es decir, de calidad regular, cohesión de 0,250 MPa y un ángulo de Rozamiento de 30°.

Se evalúan un conjunto de parámetros:		[1]	7
• Resistencia de la roca matriz (ensayo de carga puntual o de compresión simple)	valor máximo = 15	[2]	13
• R.Q.D.	valor máximo = 20	[3]	5
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20	[4]	10
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30	[5]	15
• Agua subterránea	valor máximo = 15	RMR = 50	
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)		CALIDAD DEL MACIZO: CLASE III (REGULAR)	
Después se aplica un factor de corrección El índice RMR varía entre 0 i 100:		Ø(°): 30	
		COHESION(KPa): 250	
Clase	Qualitat massis	RMR	Relación entre RMR y propiedades geomecánicas:
I	molt bona	81 – 100	$c = 5 \cdot RMR$ (kPa) $\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)
II	bona	61 – 80	
III	regular	41 – 60	
IV	dolenta	21 – 40	
V	molt dolenta	0 – 20	

Tabla 15: Valoración total del macizo rocoso, EG-02 que clasifica en clase III - Regular

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																		
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES										VALORACIÓN						
RESIST. COMP. UNIAxIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	50 - 100	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	< 0.06	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.	0	4A			0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.	0	4B			0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C			0	4C	Lisa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.	0	4D			0	4D	Suave < 5mm.	▼
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta	0	4E			0	4E	Mod. Alterada	▼
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	0	5			0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =																50		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III						
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		REGULAR						

Tabla 16: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular.

Fuente: Elaboración propia

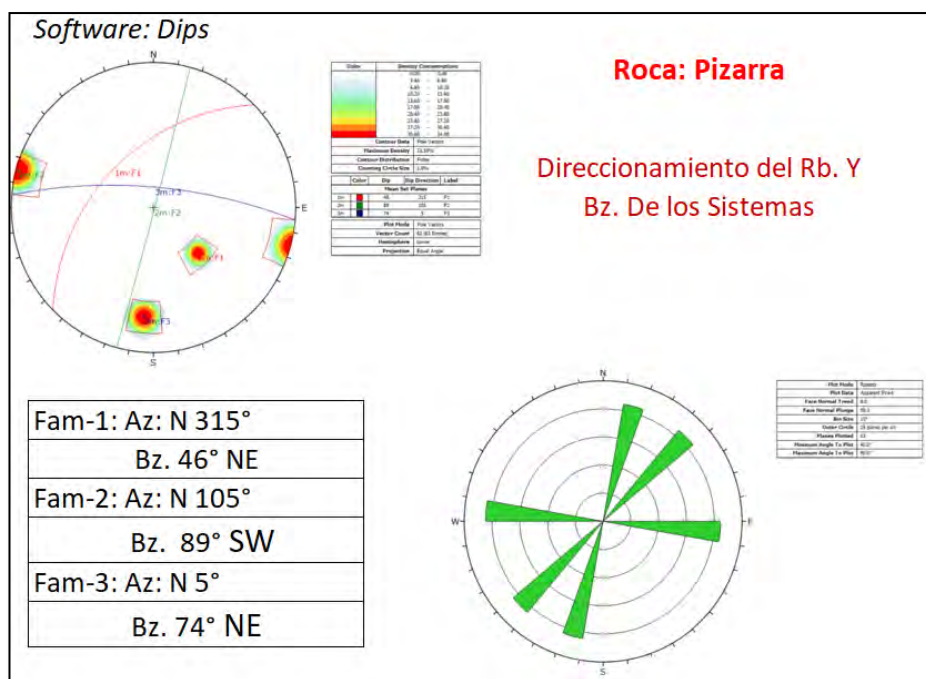


Figura 12: Datos específicos de la EG-02

Fuente: Elaboración propia

6.4.2.2.2. *Análisis Cinemático Estación Geomecánica 02- Km 02+610*

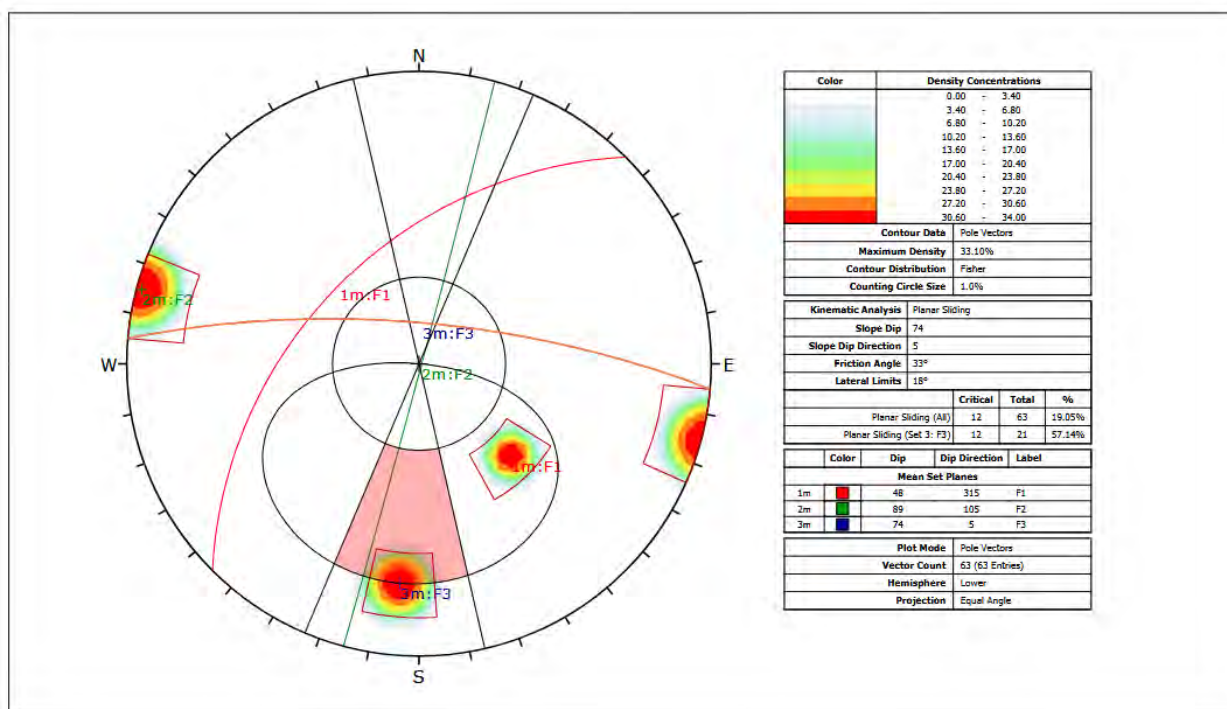


Figura 13: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-02
Fuente: Elaboración propia

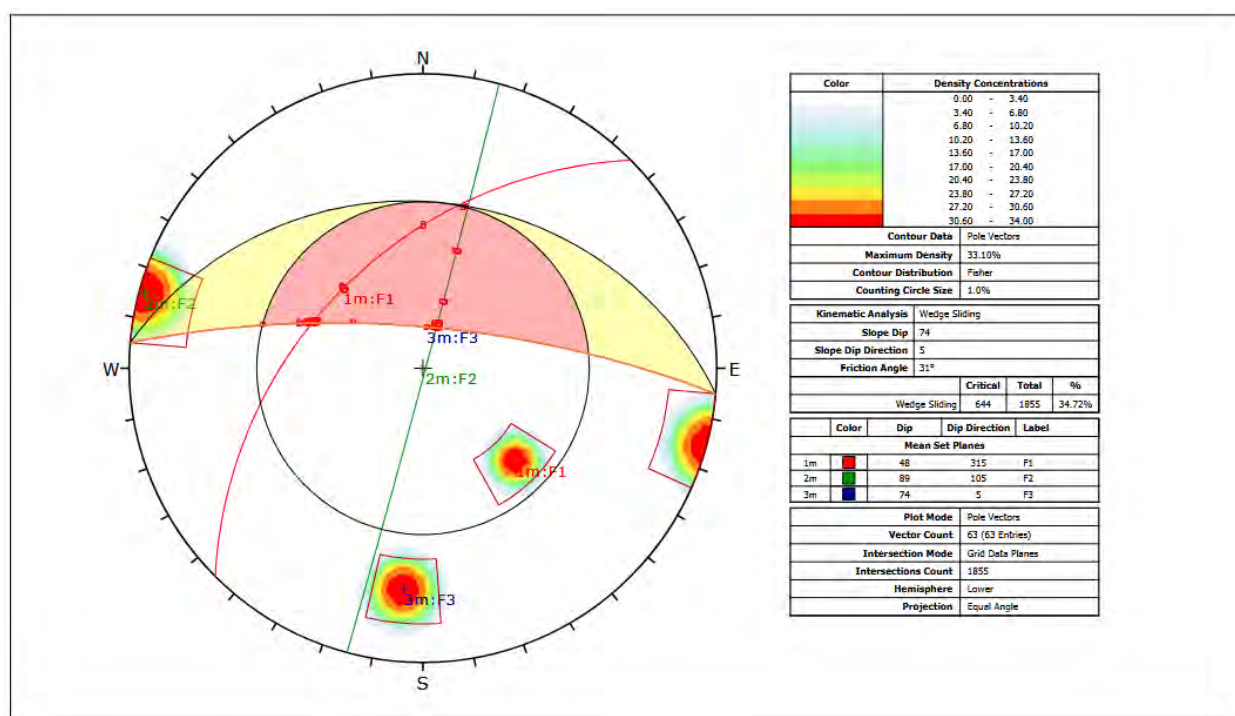
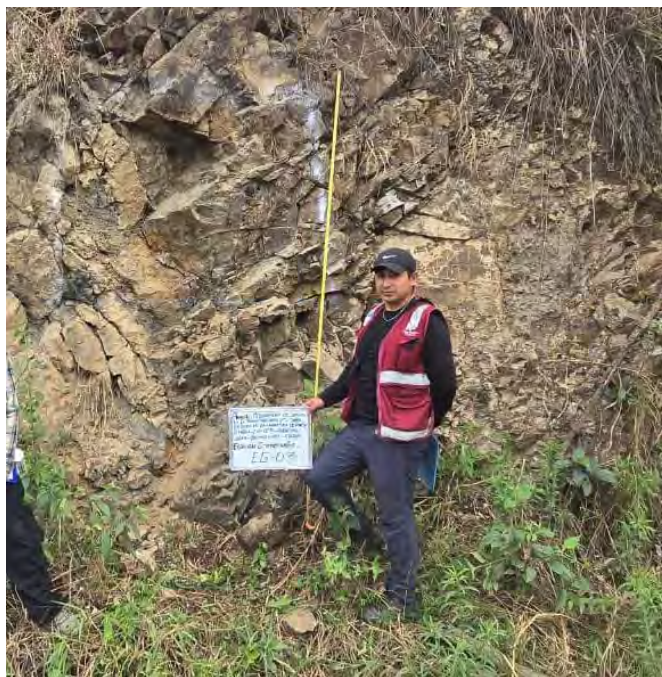


Figura 14: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-02
Fuente: Elaboración propia



RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECANICA
EG-02 – Km 02+610
Descripción: Conformada por rocas metamórficas pizarras de la Formación Ananea con fragmentos de roca de 3" y 9" angulosos a subangulosos, ligeramente alteradas y con una capa superficial de depósitos cuaternarios.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 54 Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 50-100
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 5
Condición de las juntas: Persistencia: 1 – 3 m Apertura: < 0.06 Rugosidad: Lisa Relleno: Suave < 5mm Alteración: Moderadamente Alterada
Rock Mass Rating (RMR): 50 Angulo fricción ϕ (°): 30 Angulo de Cohesión (KPa) :250
Q de Barton: 1.61 Clasifica: Mala
GSI: 45 Clasifica: Regular
Agua subterránea: Seco
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 2 – Km 02+610”, se tiene un 19.05% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 34.72 % de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1 y 2).

6.4.2.3. Estación Geomecánica 3– Km 02+780



Fotografía 31: Estación Geomecánica 03, EG-03

6.4.2.3.1. Clasificación Del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura granular. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 32: Estación Geomecánica 03, EG-03

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determinó la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos del afloramiento mostró lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 100 – 250 Mpa.

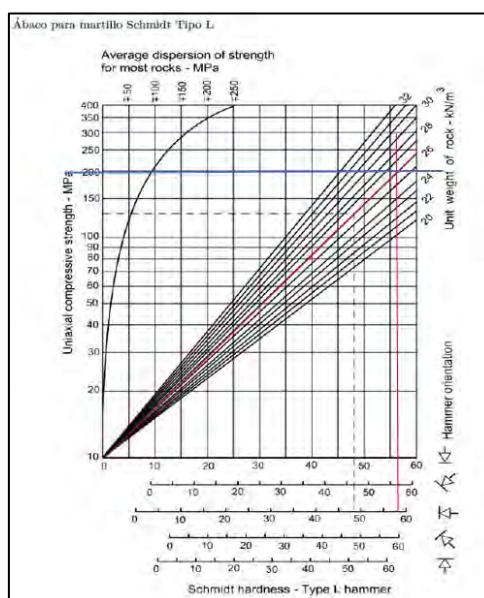


Figura 15: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-03

- **Índice de calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$RQD = 115 - 3,3(J_v)$$

En donde: J_v = número de

$$RQD = 115 - 3,3 (17)$$

discontinuidades en 1 m³

$$RQD = 58.9$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron dos familias de discontinuidades (denominados 1, 2, 3 y 4) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip, Dip Direction de las discontinuidades. La

valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 5, considerando la familia 3 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

- **Condición del agua subterránea**

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

- **Clasificación del macizo rocoso, RMR**

La valoración total del macizo rocoso es de 55. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría III, es decir, de calidad regular, cohesión de 0,275 MPa y un ángulo de Rozamiento de 32.5°.

Se evalúan un conjunto de parámetros:			[1]	12
• Resistencia de la roca matriz	valor máximo = 15		[2]	13
(ensayo de carga puntual o de compresión simple)			[3]	5
• R.Q.D.	valor máximo = 20		[4]	10
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20		[5]	15
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30			
• Agua subterránea	valor máximo = 15			
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)			RMR =	55
Después se aplica un factor de corrección			CALIDAD DEL MACIZO: CLASE III (REGULAR)	
El índice RMR varía entre 0 i 100:			Ø(°):	32.5
			COHESION(KPa):	275
Clase	Qualitat massís	RMR	Relación entre RMR y propiedades geomecánicas: $c = 5 \cdot RMR$ (kPa) $\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)	
I	molt bona	81 – 100		
II	bona	61 – 80		
III	regular	41 – 60		
IV	dolenta	21 – 40		
V	molt dolenta	0 – 20		

Tabla 17: Valoración total del macizo rocoso, EG-3 que clasifica en clase III - Regular

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																		
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES												VALORACIÓN				
RESIST. COMP. UNIAXIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	100 - 250	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	< 0.06	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Lisa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Suave < 5mm.	▼
AGUA SUBTERRÁNEA	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Mod. Alterada	▼
		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =															55			
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81	80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III							
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		REGULAR						

Tabla 18: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Regular.

Fuente: Elaboración propia

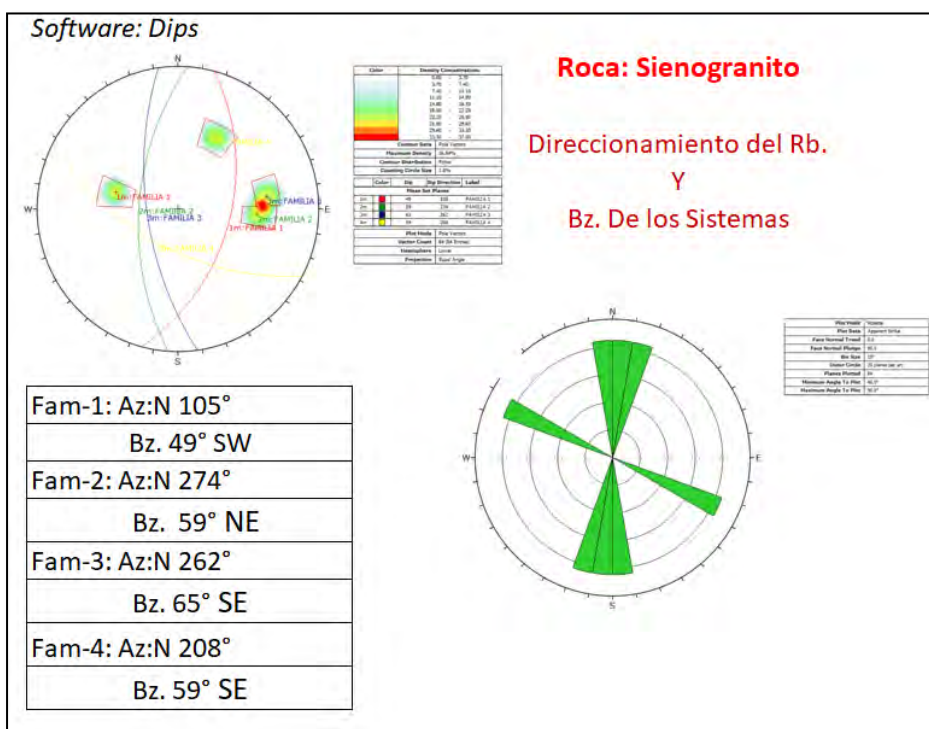


Figura 16: Datos específicos, EG-03

6.4.2.3.2. *Análisis Cinemático Estación Geomecánica 03- Km 02+610*

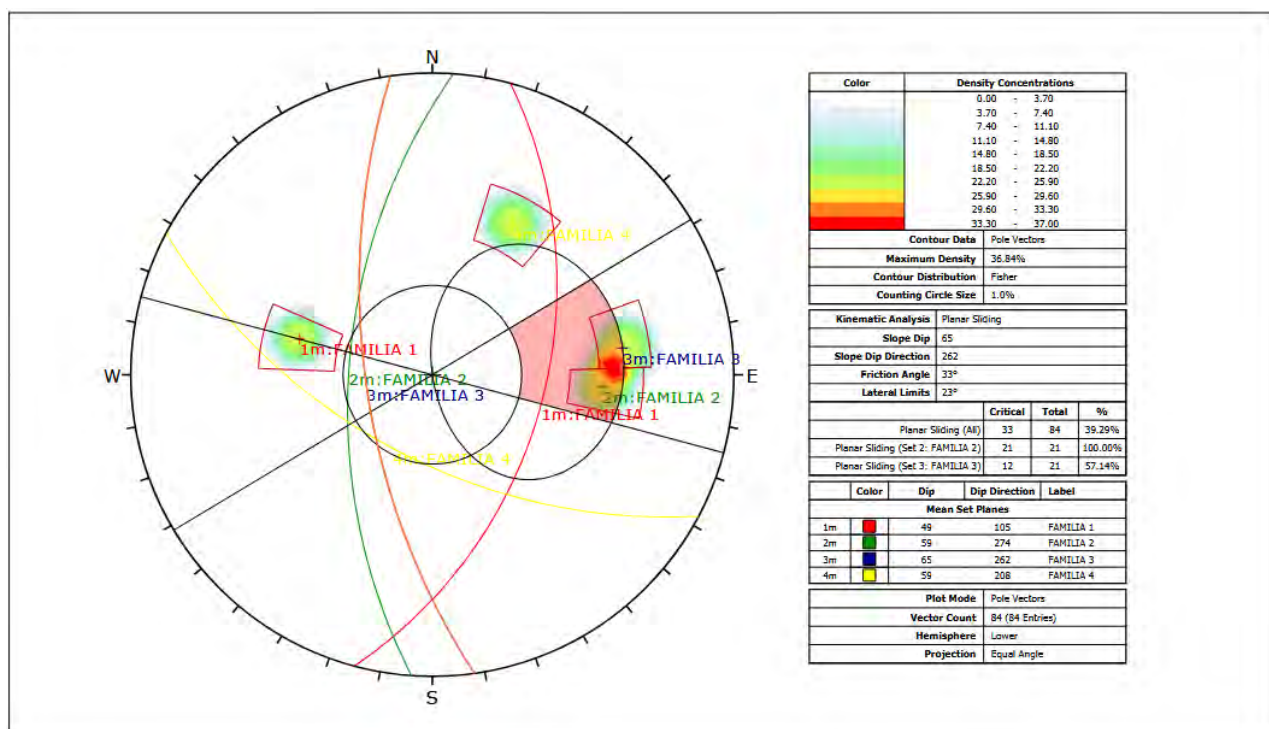


Figura 17: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar - EG-03.

Fuente: Elaboración propia

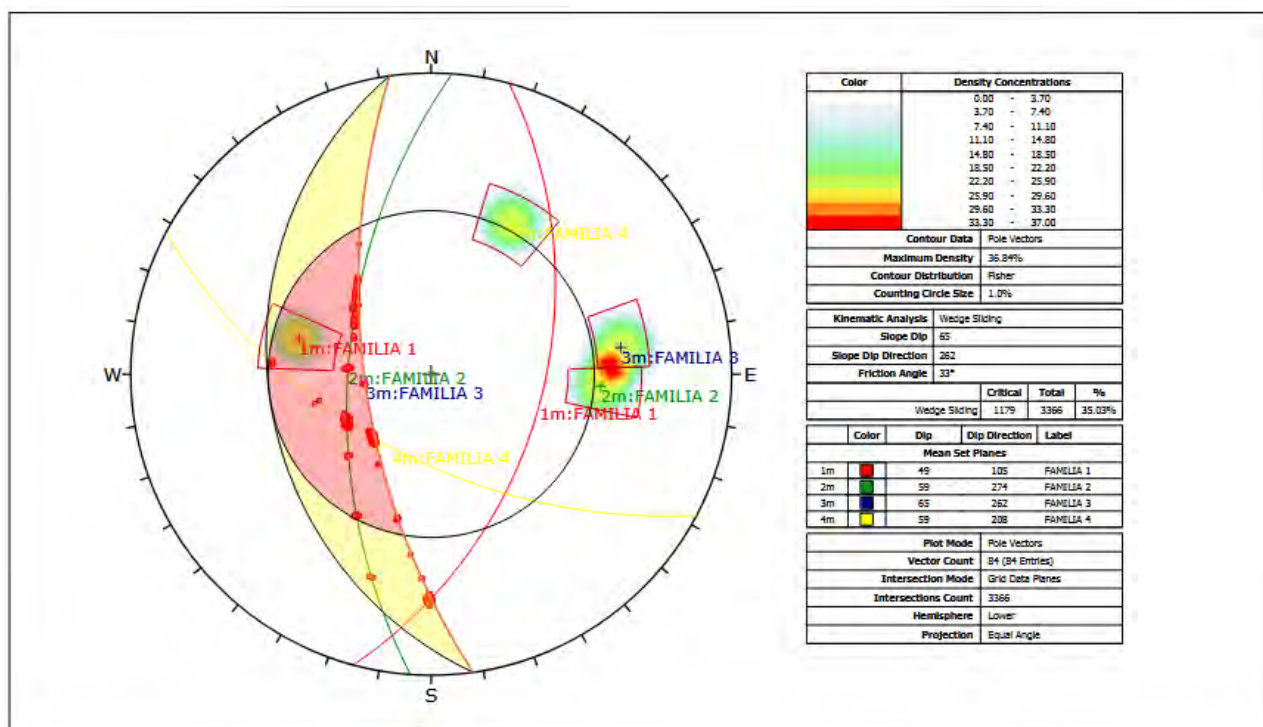


Figura 18: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña - EG-03.

Fuente: Elaboración propia



RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECHANICA
EG-03 – Km 02+780
Descripción: Conformada por sienogranito, ligeramente fracturada del Pluton Quilloc Mesapelada.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 59 Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 100 -250
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 5
Condición de las juntas: Persistencia: 1 – 3 m Apertura: 1 – 5 mm Rugosidad: Lisa Relleno: Suave < 5mm Alteración: Moderadamente Alterada
Rock Mass Rating (RMR): 55 Angulo fricción Ø (°): 32.50 Angulo de Cohesión (KPa) :275
Q de Barton: 1.18 Clasifica: Mala
GSI: 50 Clasifica: Regular
Agua subterránea: Seco
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 3 – Km 02+780”, se tiene un 39.29% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 35.03 % de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1, 2 y 4).

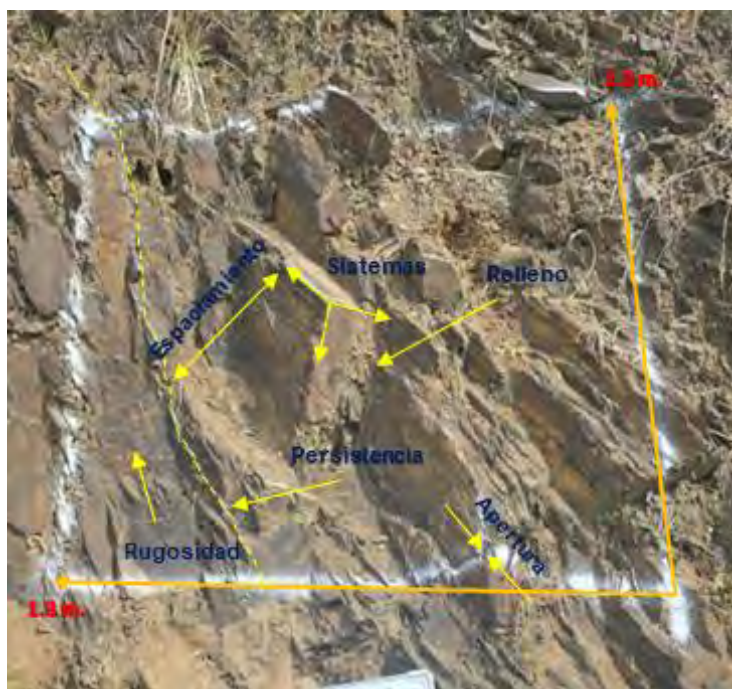
6.4.2.4. Estación Geomecánica 4 – Km 04+900



Fotografía 33: Estación Geomecánica 04, EG-04

6.4.2.4.1. Clasificación Del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura foliada. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 34: Estación Geomecánica 04, EG-04

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determinó la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos del afloramiento mostró lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 100 – 250 Mpa.

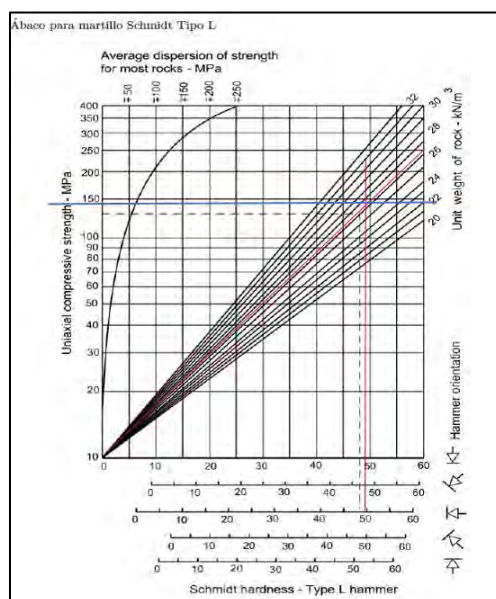


Figura 19: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-04.

- **Índice calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$RQD = 115 - 3,3(J_v) \quad \text{Donde: } J_v = \text{número de discontinuidades}$$

$$RQD = 115 - 3,3 (15) \quad \text{en 1 m}^3$$

$$RQD = 65.5$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron dos familias de discontinuidades (denominados 1, 2, 3) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip, Dip Direction de las discontinuidades.

La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10, considerando la familia 1 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

- **Condición del agua subterránea**

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

- **Clasificación del macizo rocoso, RMR**

La valoración total del macizo rocoso es de 62. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría III, es decir, de calidad regular, cohesión de 0,310 MPa y un ángulo de Rozamiento de 36°.

Se evalúan un conjunto de parámetros:			[1]	12
• Resistencia de la roca matriz	valor máximo = 15		[2]	13
(ensayo de carga puntual o de compresión simple)			[3]	10
• R.Q.D.	valor máximo = 20		[4]	12
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20		[5]	15
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30			
• Agua subterránea	valor máximo = 15			
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)			RMR =	62
Después se aplica un factor de corrección			CALIDAD DEL MACIZO: CLASE III (REGULAR)	
El índice RMR varía entre 0 i 100:			Ø(°):	36
			COHESION(KPa):	310
Clase	Qualitat massís	RMR	Relación entre RMR y propiedades geomecánicas: $c = 5 \cdot RMR$ (kPa) $\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)	
I	molt bona	81 – 100		
II	bona	61 – 80		
III	regular	41 – 60		
IV	dolenta	21 – 40		
V	molt dolenta	0 – 20		

Tabla 19: Valoración total del macizo rocoso, EG-4 que clasifica en clase III - Regular

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																		
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES													VALORACIÓN			
RESIST. COMP. UNIAXIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	100 - 250	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	0.2 - 0.6	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Lig. Rugosa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Suave < 5mm.	▼
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Mod. Alterada	▼
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =																62		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81	80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		II							
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		BUENA						

Tabla 20: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Buena.

Fuente: Elaboración propia

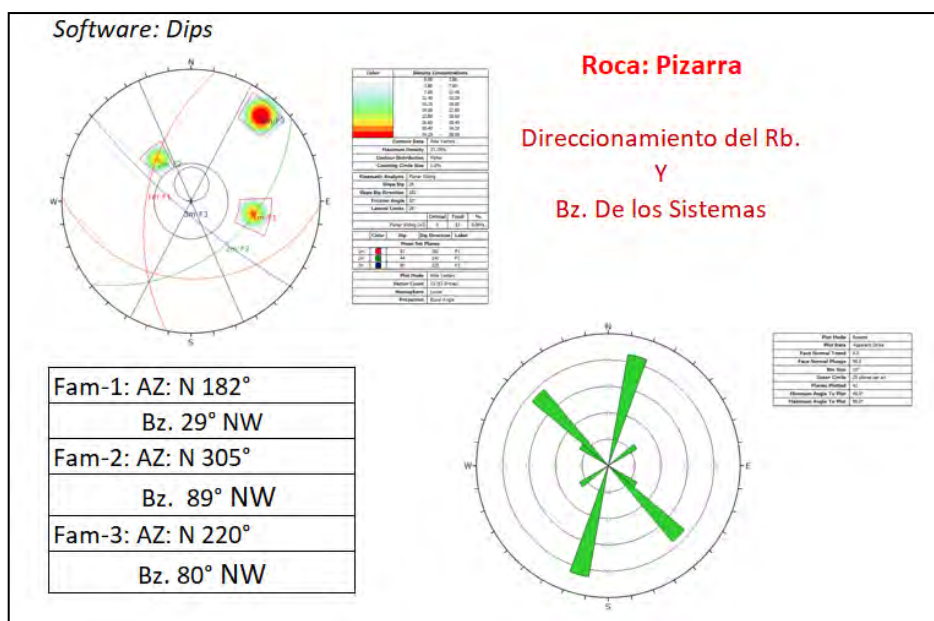


Figura 20: Datos específicos, EG-04

6.4.2.4.1.

Análisis Cinemático Estación Geomecánica 04- Km 04+900

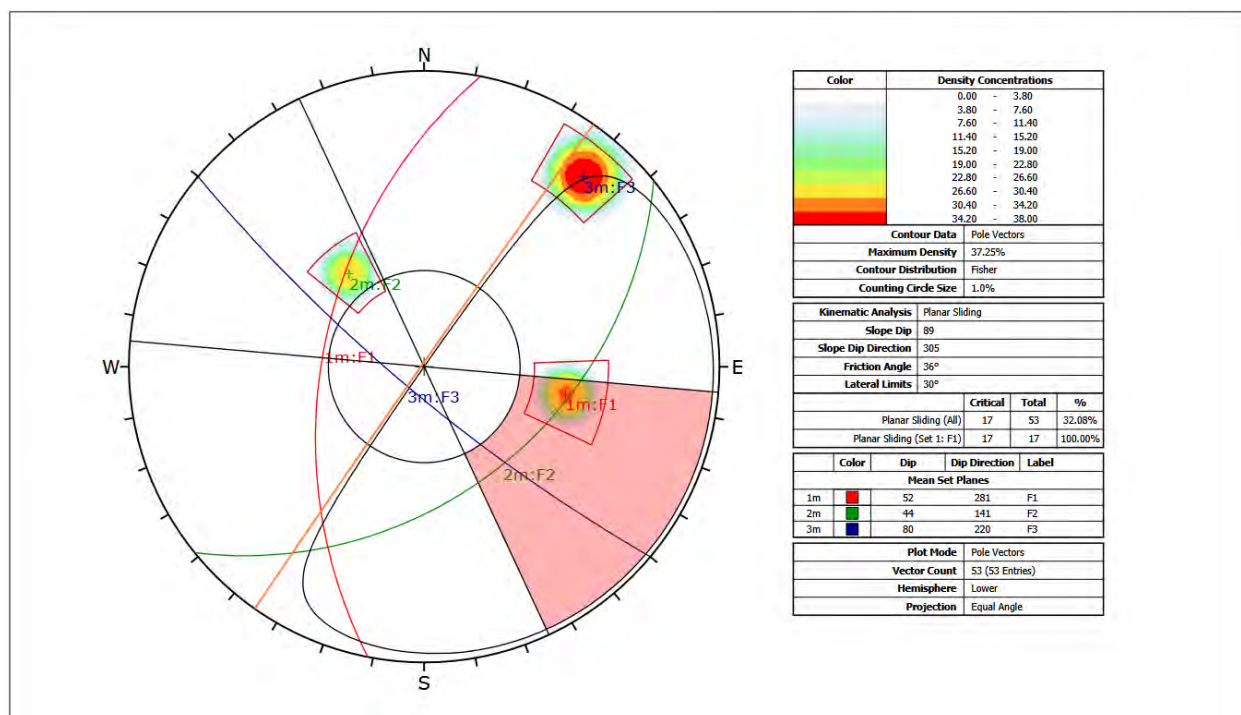


Figura 21: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-04.

Fuente: Elaboración propia

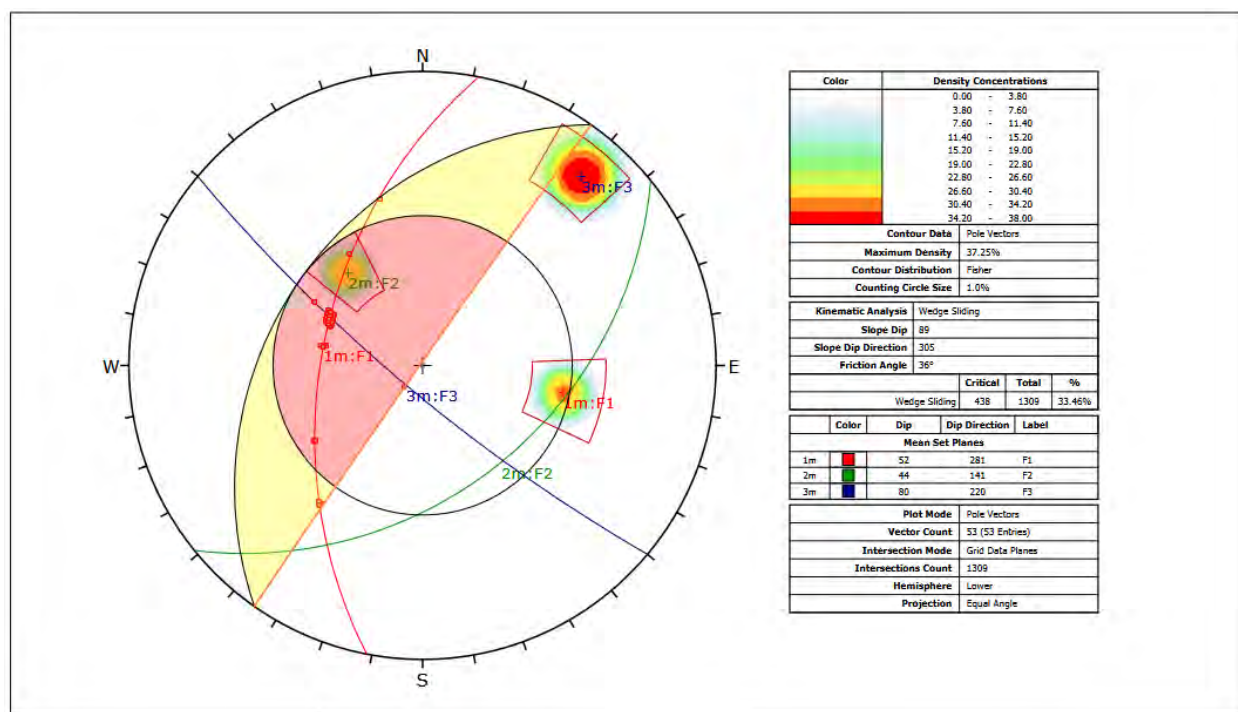


Figura 22: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-04.

Fuente: Elaboración propia



RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECHANICA
EG-04– Km 04+900
Descripción: Conformada por rocas metamórficas pizarras de la Formación Ananea, con fragmentos de roca de 4" y 10" angulosos a subangulosos, ligeramente alteradas y con una capa superficial de depósitos cuaternarios.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 66 Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 100 -250
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10
Condición de las juntas: Persistencia: 1 – 3 m Apertura: 1 – 5 mm Rugosidad: Ligeramente rugosa Relleno: Suave < 5mm Alteración: Moderadamente Alterada
Rock Mass Rating (RMR): 62 Angulo fricción ϕ (°): 36 Angulo de Cohesión (KPa) :310
Q de Barton: 1.66 Clasifica: Mala
GSI: 57 Clasifica: Regular
Agua subterránea: Seco
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 4 – Km 04+900”, se tiene un 32.08% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 33.46 % de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1 y 2).

6.4.2.5. Estación Geomecánica 5 – Km 05+650



Fotografía 35: Estación Geomecánica 05, EG-05

6.4.2.5.1. Clasificación Del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura foliada. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 36: Estación Geomecánica 05, EG-05

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determinó la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos del afloramiento mostro lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 100 – 250 Mpa.

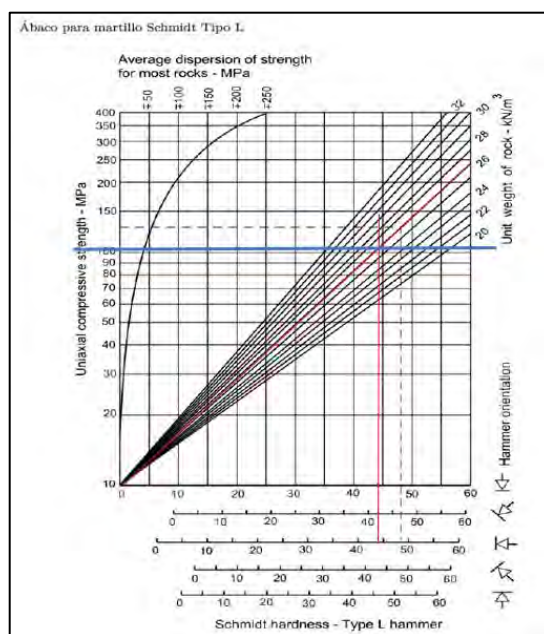


Figura 23: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-05

- **Índice de calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$RQD = 115 - 3,3(J_v) \quad \text{Donde: } J_v = \text{número de discontinuidades en}$$

$$RQD = 115 - 3,3 (16) \quad 1 \text{ m}^3$$

$$RQD = 52$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron tres familias de discontinuidades (denominados 1, 2 y 3) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip, Dip Direction de las discontinuidades. La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10, considerando la familia 3 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

- **Condición del agua subterránea**

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

- **Clasificación del macizo rocoso, RMR**

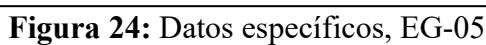
La valoración total del macizo rocoso es de 64. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría II, es decir, de calidad buena, cohesión de 0,320 MPa y un ángulo de Rozamiento de 37°.

Se evalúan un conjunto de parámetros:			[1]	12
• Resistencia de la roca matriz (ensayo de carga puntual o de compresión simple)	valor máximo = 15		[2]	13
• R.Q.D.	valor máximo = 20		[3]	10
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20		[4]	14
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30		[5]	15
• Agua subterránea	valor máximo = 15		RMR =	64
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)				
Después se aplica un factor de corrección El índice RMR varía entre 0 i 100:				
Clase	Qualitat massís	RMR		
I	molt bona	81 – 100		
II	bona	61 – 80		
III	regular	41 – 60		
IV	dolenta	21 – 40		
V	molt dolenta	0 - 20		
Relación entre RMR y propiedades geomecánicas:				
$c = 5 \cdot RMR$ (kPa)				
$\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)				
			CALIDAD DEL MACIZO: CLASE II (BUENA)	
			$\phi(^{\circ})$: 37	
			COHESION(KPa): 320	

Tabla 21: Valoración total del macizo rocoso, EG-05 que clasifica en clase II – Buena
Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES													VALORACIÓN			
RESIST. COMP. UNIAxIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	100 - 250	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	0.2 - 0.6	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Lig. Rugosa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Suave < 5mm.	▼
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Lig. Alterada	▼
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =																64		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		II						
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		BUENA						

Tabla 22: Clasificación RMR de la estación geomecánica se clasifico como Buena.
Fuente: Elaboración propia



6.4.2.5.2. *Análisis Cinemático Estación geomecánica 05– Km 05+650*

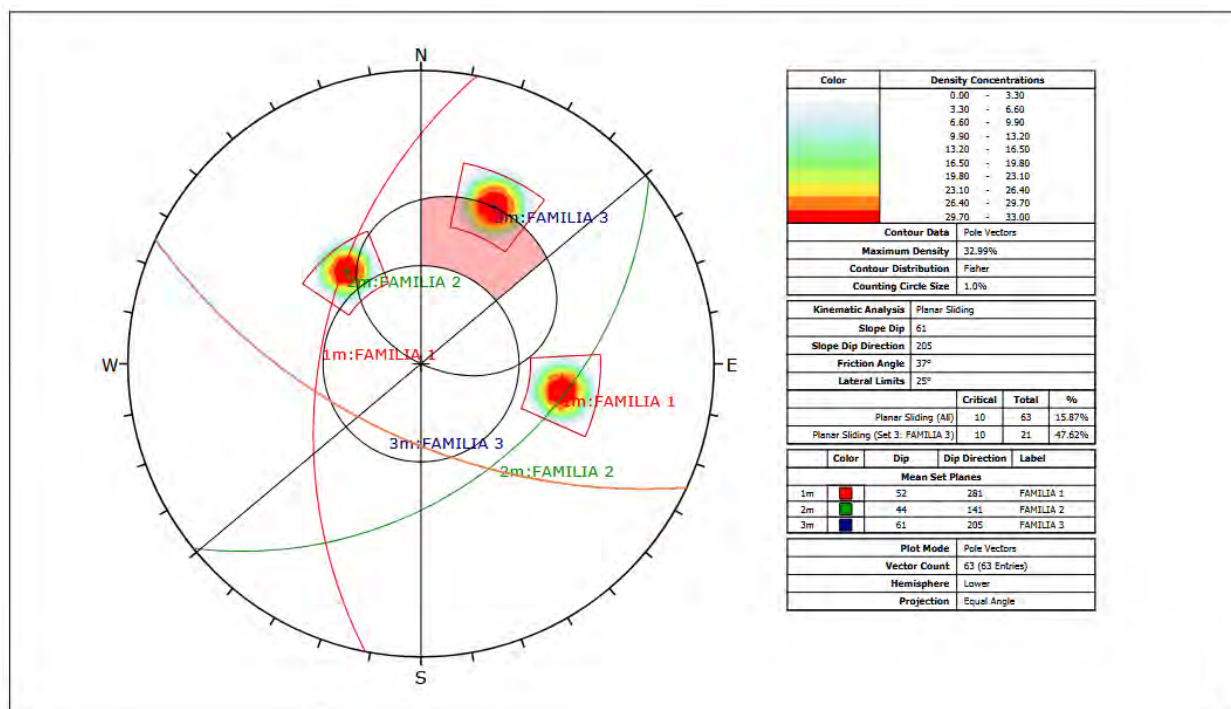


Figura 25: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG-05.
Fuente: Elaboración propia

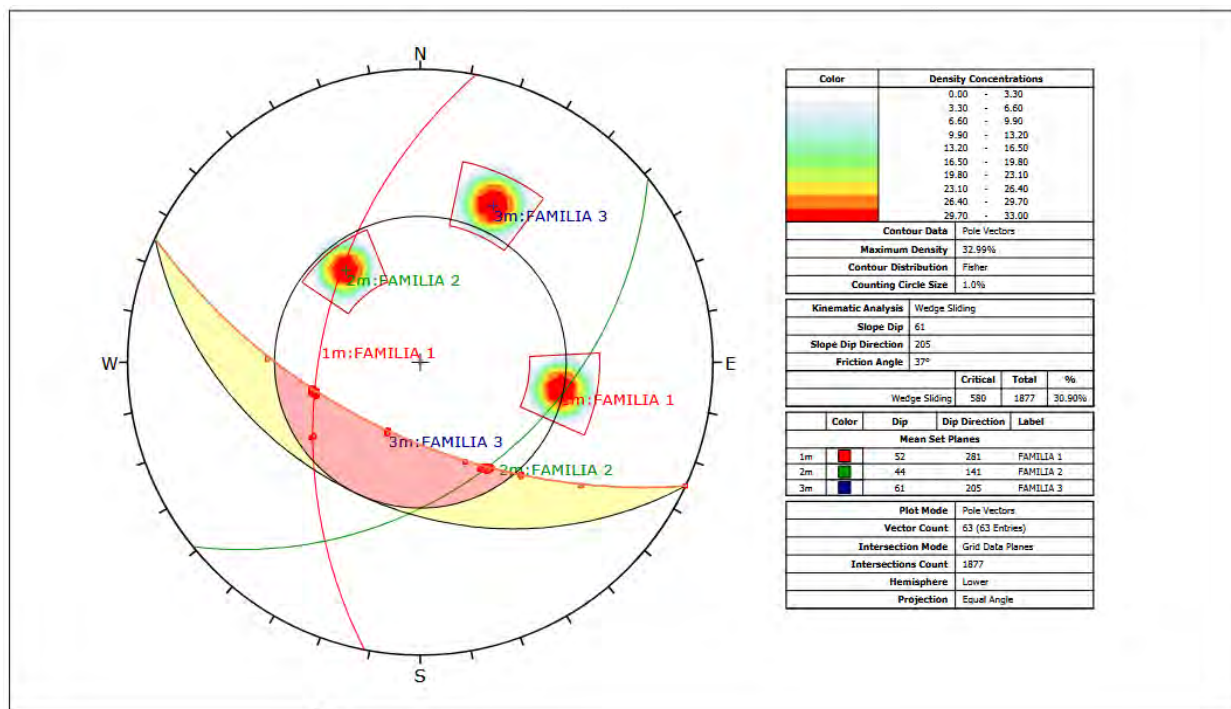


Figura 26: Análisis cinemático de estabilidad por falla en cuña – EG-05.
Fuente: Elaboración propia.



RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECHANICA
EG-05– Km 05+650
Descripción: Conformado por afloramiento rocoso de la Formación Ananea marron con un grado medio de intemperización, se presentan ligeramente alteradas, con una capa superficial de depósitos cuaternarios.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 62 Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 100 -250
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10
Condición de las juntas: Persistencia: 1 – 3 m Apertura: 1 – 5 mm Rugosidad: Ligeramente rugosa Relleno: Suave < 5mm Alteración: Ligeramente Alterada
Rock Mass Rating (RMR): 62 Angulo fricción $\phi(^{\circ})$: 37 Angulo de Cohesión (KPa) :320
Q de Barton: 6.19 Clasifica: Media
GSI: 59 Clasifica: Regular
Agua subterránea: Seco
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 4 – Km 05+650”, se tiene un 15.87% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 30.90 % de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1 y 2).

6.4.2.6. Estación Geomecánica 06 – Km 08+390



Fotografía 37: Estación Geomecánica 06, EG-06

6.4.2.6.1. Clasificación Del Macizo Rocoso

De acuerdo con la clasificación y propiedades de la roca, el macizo rocoso estudiado posee una textura foliada. A continuación, se describen las principales características del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).



Fotografía 38: Estación Geomecánica 06, EG-06

- **Resistencia del macizo rocoso**

Se determino la resistencia de la roca en campo utilizando un esclerómetro o martillo de Schmidt. La estimación se obtuvo mediante los valores de rebote, registrados sobre la superficie de la roca. El valor promedio obtenido en varios puntos del afloramiento mostro lecturas que al ser correlacionadas, indicaron una resistencia aprox de 25 – 50 Mpa.

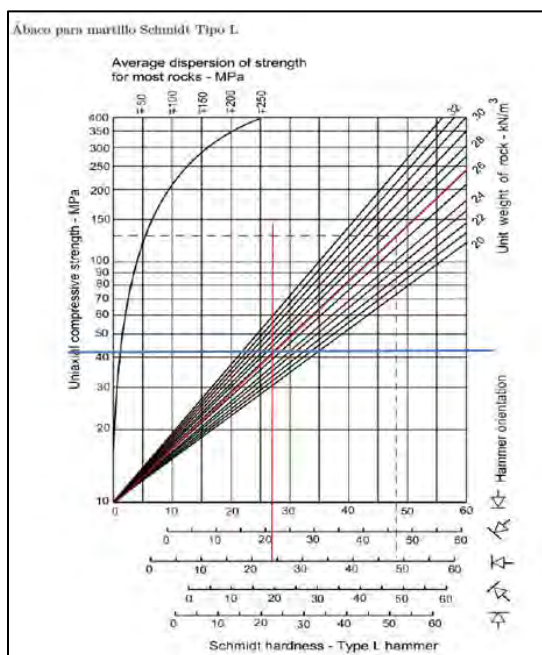


Figura 27: Abaco para martillo Schmidt, punto de intersección para la EG-06

- **Índice de calidad de la roca RQD**

Resistencia da la compresión uniaxial de la roca el RQD puede estimarse a partir del número de discontinuidades por 1 m³ de roca, denominado J_v, mediante la siguiente relación empírica propuesta por Pamstrom:

$$RQD = 115 - 3,3(J_v) \quad \text{Donde: } J_v = \text{número de discontinuidades}$$

$$RQD = 115 - 3,3 (19) \quad \text{en 1 m}^3$$

$$RQD = 52.3$$

De acuerdo con la clasificación de Deere (1964), la calidad del macizo rocoso en función al RQD se considera regular.

- **Espaciamiento de las discontinuidades**

Se midieron cuatro familias de discontinuidades (denominados 1, 2, 3 y 4) que corresponden únicamente a diaclasas. El Dip, Dip Direction de las discontinuidades. La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10, considerando la familia 4 como el más desfavorable para la estabilidad del talud.

- **Condición del agua subterránea**

El macizo rocoso se presenta completamente seco, por lo tanto, su valoración es de 15, según la clasificación propuesta por Deere en 1964.

- **Clasificación del macizo rocoso, RMR**

La valoración total del macizo rocoso es de 52. Este valor corresponde con un macizo rocoso de categoría II, es decir, de calidad regular, cohesión de 0,260 MPa y un ángulo de Rozamiento de 31°.

Se evalúan un conjunto de parámetros:			
• Resistencia de la roca matriz (ensayo de carga puntual o de compresión simple)	valor máximo = 15		
• R.Q.D.	valor máximo = 20		
• Espaciado entre discontinuidades	valor máximo = 20		
• Estado de las discontinuidades	valor máximo = 30		
• Agua subterránea	valor máximo = 15		
RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)			
Después se aplica un factor de corrección El índice RMR varía entre 0 i 100:			
Clase	Qualitat massís	RMR	
I	molt bona	81 – 100	
II	bona	61 – 80	
III	regular	41 – 60	
IV	dolenta	21 – 40	
V	molt dolenta	0 – 20	
			Relación entre RMR y propiedades geomecánicas:
			$c = 5 \cdot RMR$ (kPa)
			$\phi = 5 + (RMR/2)$ (°)

[1]	4
[2]	13
[3]	10
[4]	10
[5]	15
RMR =	52

CALIDAD DEL MACIZO: **CLASE III (REGULAR)**
 $\phi(^{\circ})$: 31
 COHESION(KPa): 260

Tabla 23: Valoración total del macizo rocoso, EG-6 que clasifica en clase III - Regular

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																		
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																		
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES Y VALORACIONES														VALORACIÓN		
RESIST. COMP. UNIAxIAL (MPa)		> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	25 - 50	▼
RQD %		90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25					3	2	50 - 75	▼
ESPACIAMIENTO (m.)		> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06					5	3	0.2 - 0.6	▼
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	1 - 3m.	▼
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	1 - 5mm.	▼
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Lisa	▼
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Suave < 5mm.	▼
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Mod. Alterada	▼
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	▼
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =																52		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																		
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III						
DESCRIPCIÓN		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		REGULAR						

Tabla 24: Clasificación RMR de la estación geomecánica como Regular.

Fuente: Elaboración propia

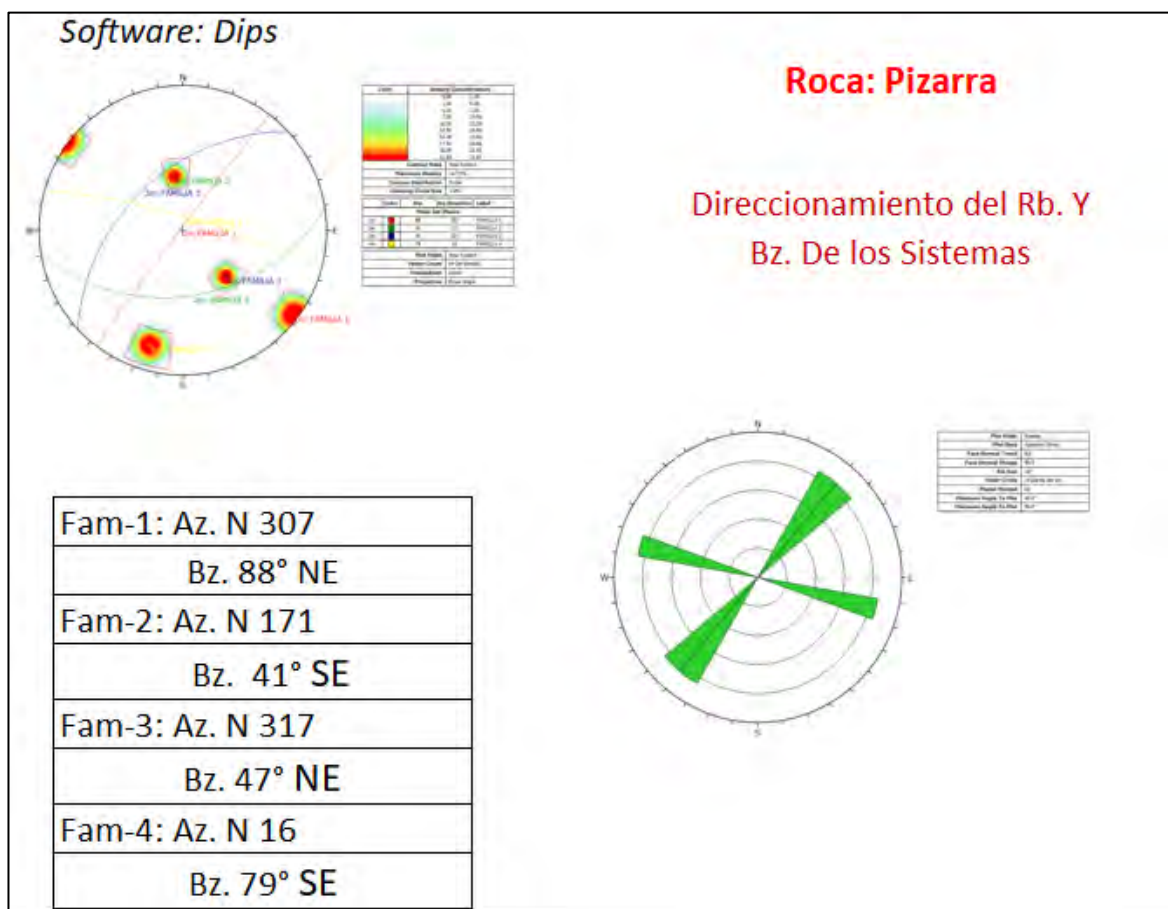


Figura 28: Datos específicos, EG-06

6.4.2.6.2. *Análisis Cinemático Estación geomecánica 06– Km 08+390*

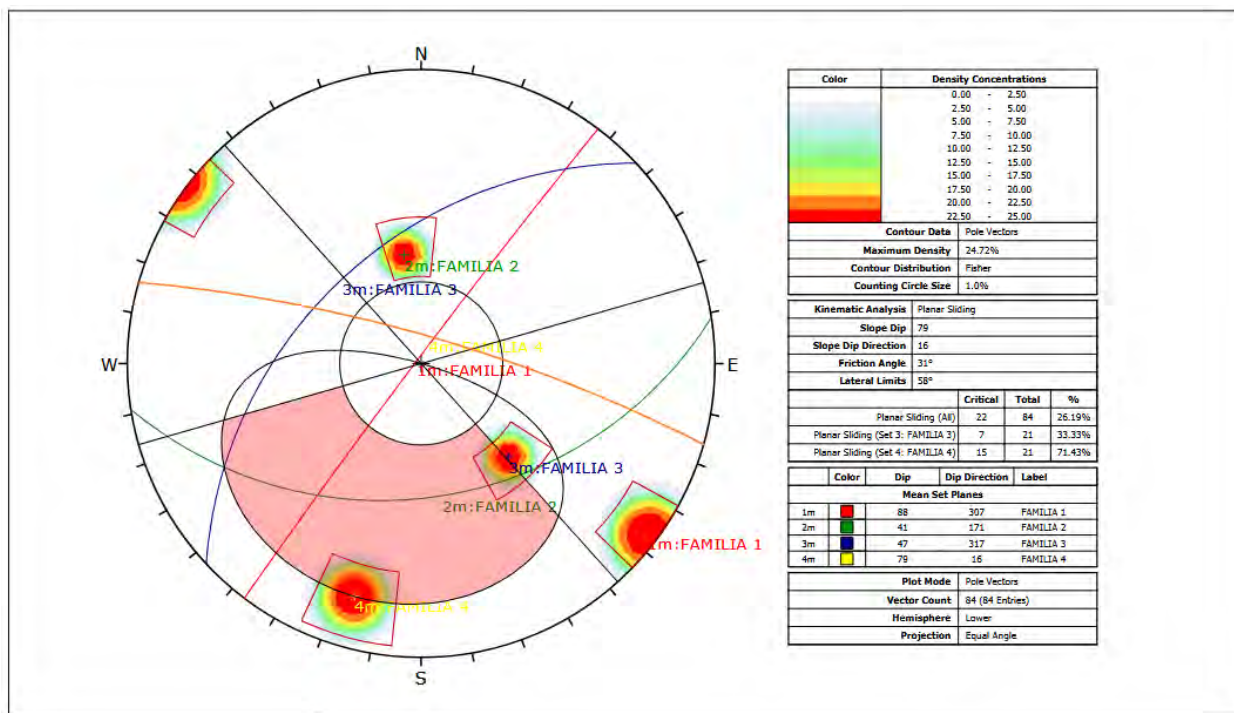


Figura 29: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG- 06

Fuente: Elaboración propia.

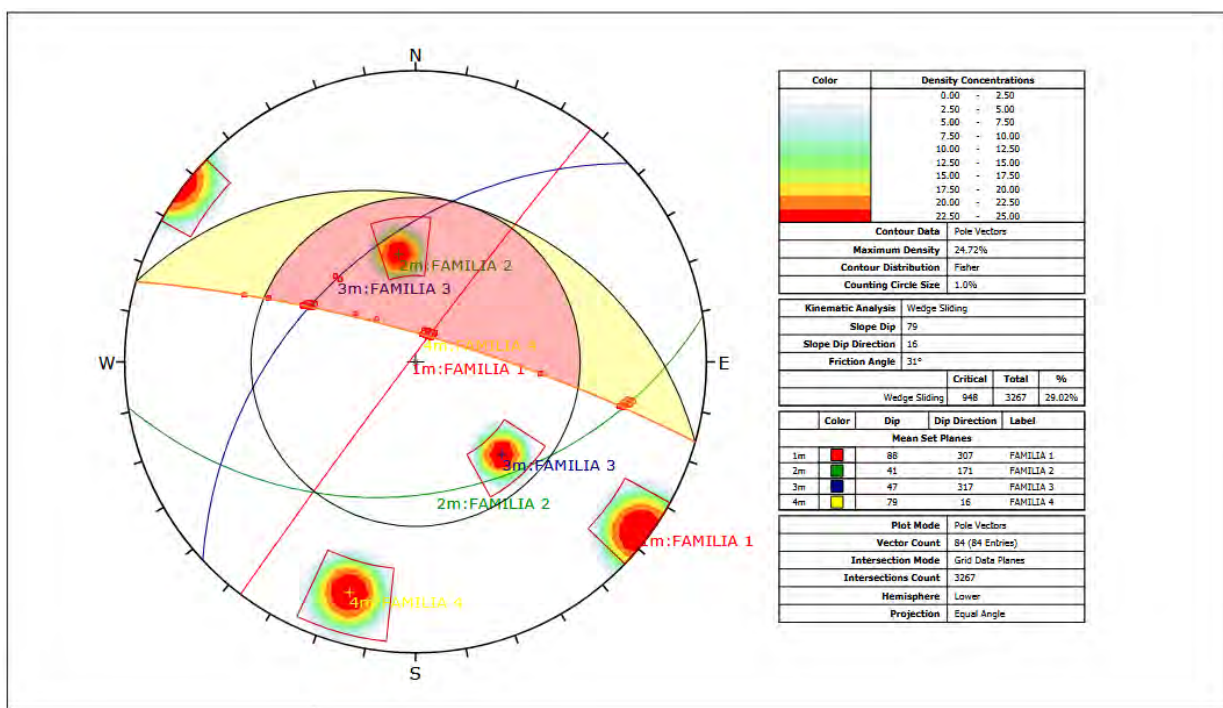


Figura 30: Análisis cinemático de estabilidad por falla planar – EG -06.

Fuente: Elaboración propia.



RESUMEN DE LA ESTACION GEOMECHANICA
EG-06– Km 08+390
Descripción: Conformado por afloramiento rocoso de la Formación Ananea, con un grado medio de intemperización, se presentan ligeramente alteradas, con una capa superficial de depósitos cuaternarios.
Índice de Calidad de la roca (RQD): 52 Clasifica: Regular
Resistencia del Macizo rocoso: 25-50 Mpa
Espaciamiento: La valoración del espaciamiento entre las discontinuidades es de 10
Condición de las juntas: Persistencia: 1 – 3 m Apertura: 1 – 5 mm Rugosidad: Lisa Relleno: Suave < 5mm Alteracion: Moderadamente Alterada
Rock Mass Rating (RMR): 52 Angulo fricción $\phi(^{\circ})$: 31 Angulo de Cohesión (KPa) :260
Q de Barton: 0.93 Clasifica: Muy Mala
GSI: 47 Clasifica: Regular
Agua subterránea: Seco
El análisis cinemático realizado tanto por falla planar como por falla en cuña para la “Estación Geomecánica 06 – Km 08+390”, se tiene un 26.19% de planos susceptibles a fallas planares en el talud y un 29.02 % de conjunciones en cuñas (agrupaciones de familia 1, 2 y 3).



6.5. Evaluación geotécnica en obras de arte

En esta sección se presenta la descripción detallada de cada calicata, elaborada a partir de la información obtenida en la exploración de campo, los resultados de los ensayos de laboratorio y los cálculos realizados. Todo el análisis se desarrolla conforme a lo establecido en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” y en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), garantizando el cumplimiento de los criterios técnicos vigentes.

6.5.1. Badenes

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
SCM-01
Tipo de cimentación: Superficiales – Losa de cimentación - BADEN
Descripción litológica: Depósito coluvial con acumulación de bloques de pizarras de la Fm. Ananea angulosos a subangulosos de 3" a 8" in en una matriz limosa (Fg=70%, Mt=30%) KM 0+050
Estrato de apoyo de la cimentación: SCM-01: Grava Arcillosa (GC) - A-2-4(0) Grava con finos en 60%, angulosas y alargadas, con matriz de arcillosa en 40%, color marrón, con bolones puntuales de clasto mayor de 11", húmeda, no tiene reacción al HCL.
Profundidad de la Napa Freática: No se presenta
Parámetros de diseño de la cimentación: Profundidad de cimentación: 0.50 m como mínimo del nivel del terreno natural Factor de seguridad por corte: 3.0 Asentamiento diferencial máximo: 2.54 cm.
Parámetros sísmicos (De acuerdo a la norma E.030): Zona sísmica: Z2 Tipo de perfil del suelo (S): S2 – Suelos Intermedios Factor de Zona: 0.25 Factor de suelo (S): 1.2 Periodo TP (s): 0.6 Periodo TL (s): 2.0
Problemas especiales de cimentación: Licuación: No presenta. Colapso: No presenta. Expansión: No presenta.
Indicaciones adicionales: No se debe ejecutar la cimentación sobre turba, suelos orgánicos, desmonte, relleno sanitario. De encontrarse estos materiales, éstos deben ser removidos en su totalidad antes de la construcción de la edificación.

A continuación, para el cálculo de la capacidad Admisible se Realiza el cálculo de la carga última en terrenos sueltos según, Meyerhof, para el cálculo de los factores de capacidad portante.

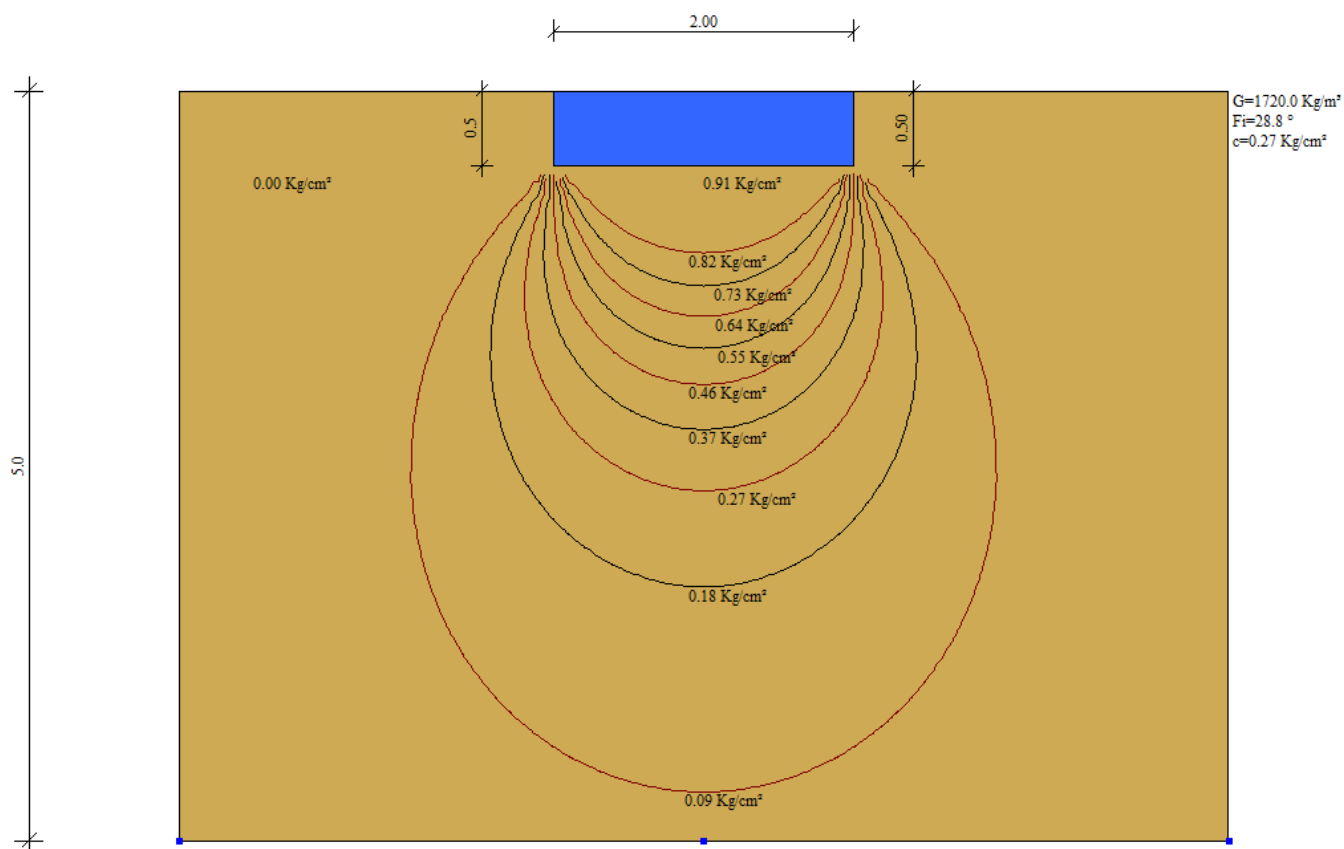


Figura 31: Calculo de capacidad admisible en el SCM-01.

Fuente: Elaboración propia

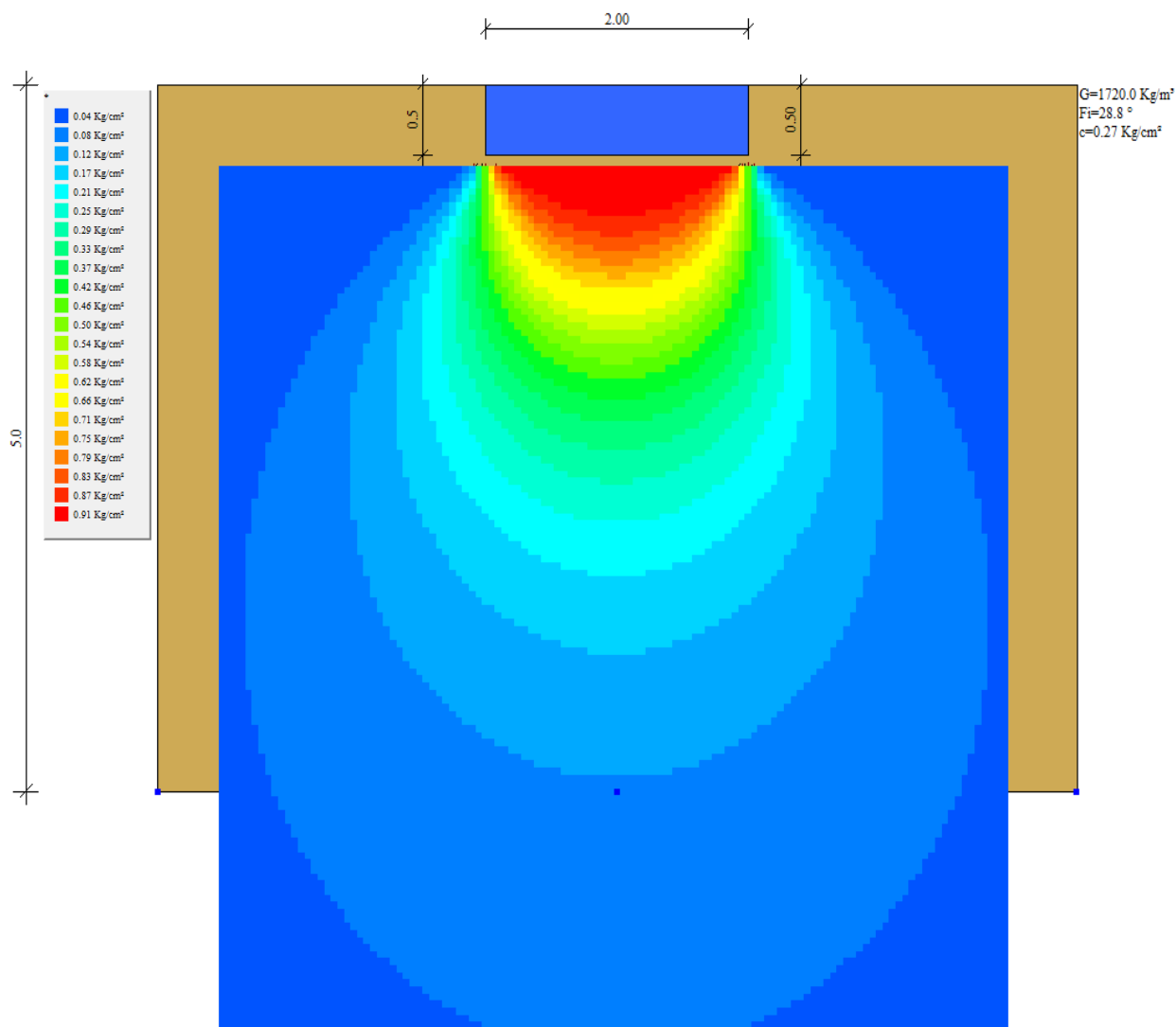


Figura 32: Bulbo de presiones en el SCM-01.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la capacidad admisible se dan valores de distintas dimensiones que se muestra en la siguiente tabla, donde D es la Altura de Anclaje de la cimentación, B ancho de Cimentación y L es la Longitud de la Cimentación. A continuación, se muestra las capacidades admisibles para las cimentaciones cuadradas y losas de cimentación

Tabla 25: *Capacidad admisible en kg/cm² en el SCM-01.*

D (m)	Qadm (Capacidad Admisible) kg/cm ² corregido						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	1.82	1.80	1.82	1.85	1.89	1.93	1.98
1.5	2.28	2.19	2.17	2.18	2.20	2.23	2.27
2.0	2.78	2.60	2.54	2.52	2.52	2.54	2.57
2.5	3.31	3.03	2.92	2.87	2.85	2.86	2.87
3.0	3.87	3.48	3.32	3.23	3.20	3.19	3.19

Fuente: Elaboración propia

En el estudio se consideran únicamente los asentamientos elásticos inmediatos, que se producen de forma instantánea debido a la deformación elástica del suelo al aplicarse la carga. Su cálculo se realiza mediante la teoría de la elasticidad (Ley de Hooke), utilizando la corrección de capacidad admisible por el método de Streinbrenner (1934), determinándose los asentamientos en el centro de la cimentación para cada calicata evaluada.

Tabla 26: *Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-01.*

D (m)	Asentamiento en el centro para Qadm corregido (cm)						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	0.08	0.10	0.12	0.15	0.17	0.19	0.22
1.5	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25
2.0	0.12	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28
2.5	0.15	0.17	0.19	0.23	0.25	0.29	0.32
3.0	0.17	0.19	0.22	0.26	0.28	0.32	0.35

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
SCM-05
Tipo de cimentación: Superficiales – Losa de cimentación - BADEN
Descripción litológica: Acumulación de gravas polimicticos redondeados y subangulosos de 1 in a 3 in en una matriz limo arenosa (Fg=60%, Mt=40%) KM 0+710
Estrato de apoyo de la cimentación: SCM-01: Grava mal graduada con limos (GP-GM) - A-1-a(0) Grava con finos en 60%, angulosas y alargadas, con matriz de arcillosa en 40%, color marrón, con bolones puntuales de clasto mayor de 5", húmeda, no tiene reacción al HCL.
Profundidad de la Napa Freática: No se presenta
Parámetros de diseño de la cimentación: Profundidad de cimentación: 0.50 m como mínimo del nivel del terreno natural Factor de seguridad por corte: 3.0 Asentamiento diferencial máximo: 2.54 cm.

Parámetros sísmicos (De acuerdo a la norma E.030):

Zona sísmica: Z2

Tipo de perfil del suelo (S): S2 – Suelos Intermedios

Factor de Zona: 0.25

Factor de suelo (S): 1.2

Periodo TP (s): 0.6

Periodo TL (s): 2.0

Problemas especiales de cimentación:

Licuefacción: No presenta.

Colapso: No presenta.

Expansión: No presenta.

Indicaciones adicionales: No se debe ejecutar la cimentación sobre turba, suelos orgánicos, desmonte, relleno sanitario. De encontrarse estos materiales, éstos deben ser removidos en su totalidad antes de la construcción de la edificación.

A continuación, para el cálculo de la capacidad Admisible se Realiza el cálculo de la carga última en terrenos sueltos según, Meyerhof, para el cálculo de los factores de capacidad portante.

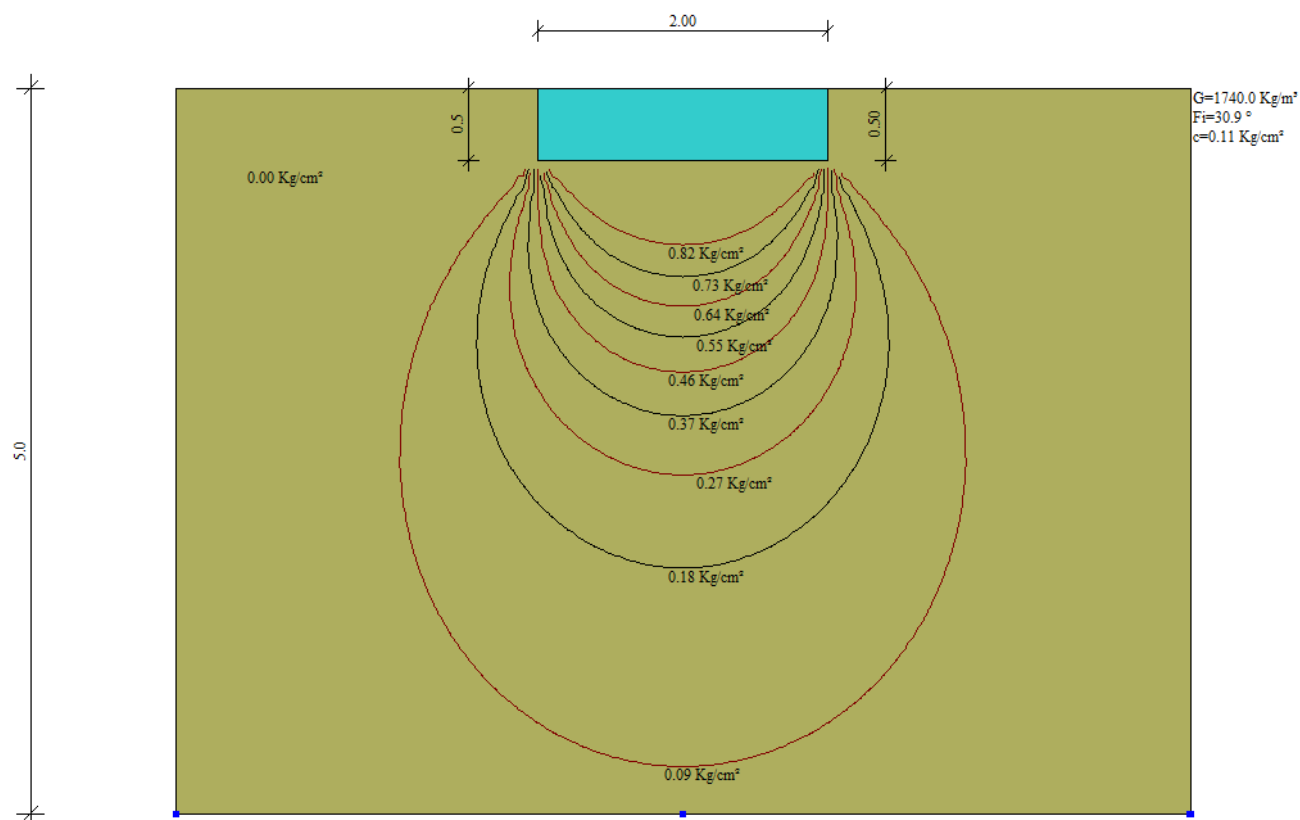


Figura 33: Cálculo de capacidad admisible en el SCM-05.

Fuente: Elaboración propia

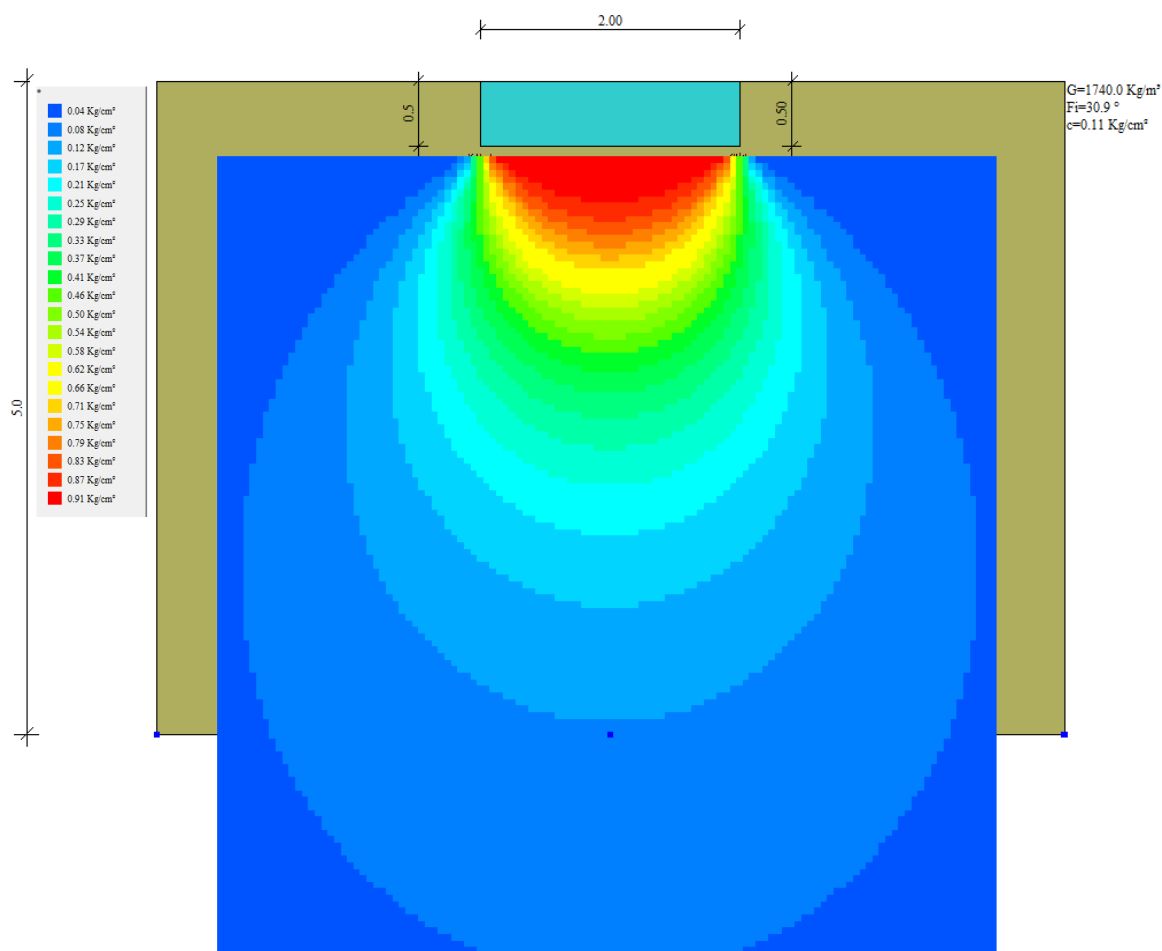


Figura 34: Bulbo de presiones en el SCM-05.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la capacidad admisible se dan valores de distintas dimensiones que se muestra en la siguiente tabla, donde D es la Altura de Anclaje de la cimentación, B ancho de Cimentación y L es la Longitud de la Cimentación. A continuación, se muestra las capacidades admisibles para las cimentaciones cuadradas y losas de cimentación.

Tabla 27: Capacidad admisible en kg/cm² en el SCM-05.

D (m)	Qadm(Capacidad Admisible) kg/cm ² corregido						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	1.12	1.15	1.21	1.27	1.33	1.39	1.46
1.5	1.55	1.54	1.56	1.61	1.66	1.72	1.78
2.0	2.02	1.94	1.94	1.97	2.01	2.05	2.11
2.5	2.53	2.38	2.34	2.34	2.36	2.40	2.45
3.0	3.08	2.84	2.75	2.73	2.74	2.76	2.80

Fuente: Elaboración propia

En el estudio se consideran únicamente los asentamientos elásticos inmediatos, que se producen de forma instantánea debido a la deformación elástica del suelo al aplicarse la carga. Su cálculo se realiza mediante la teoría de la elasticidad (Ley de Hooke), utilizando la corrección de capacidad admisible por el método de Streinbrenner (1934), determinándose los asentamientos en el centro de la cimentación para cada calicata evaluada.

Tabla 28: *Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-05.*

D (m)	Asentamiento en el centro para Qadm corregido (cm)						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16
1.5	0.07	0.09	0.10	0.13	0.15	0.17	0.20
2.0	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	0.23
2.5	0.11	0.13	0.16	0.19	0.21	0.24	0.27
3.0	0.14	0.16	0.18	0.22	0.24	0.28	0.31

Fuente: Elaboración propia

6.5.2. Muros

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
SCM-02 y SCM-03
Tipo de cimentación: Superficiales – Zapatas con vigas conexión - MURO
Descripción litológica: Acumulación de bolones polimicticos redondeados y subangulosos de 3" a 8" en una matriz limosa-arcillosa (Fg=45%, Mt=55%) Acumulación de bloques de pizarras de la Fm. Ananea angulosos a subangulosos de 3" a 8" in en una matriz limosa (Fg=70%, Mt=30%)
Estrato de apoyo de la cimentación: SCM-02 y SCM-03: Grava Arcillosa (GC) - A-2-4(0) Arena arcillosa, homogénea, color marrón claro, consistencia débil, baja plasticidad, con gravas subangulosas y achatadas cerca de 20% con matriz arenoarcillosa en 80%, de clasto mayor de 3", cementacion fuerte, seco.
Profundidad de la Napa Freática: No se presenta
Parámetros de diseño de la cimentación: Profundidad de cimentación: 0.50 m como mínimo del nivel del terreno natural Factor de seguridad por corte: 3.0 Asentamiento diferencial máximo: 2.54 cm.
Parámetros sísmicos (De acuerdo a la norma E.030): Zona sísmica: Z2 Tipo de perfil del suelo (S): S2 – Suelos Intermedios Factor de Zona: 0.25 Factor de suelo (S): 1.2 Periodo TP (s): 0.6 Periodo TL (s): 2.0

Problemas especiales de cimentación:

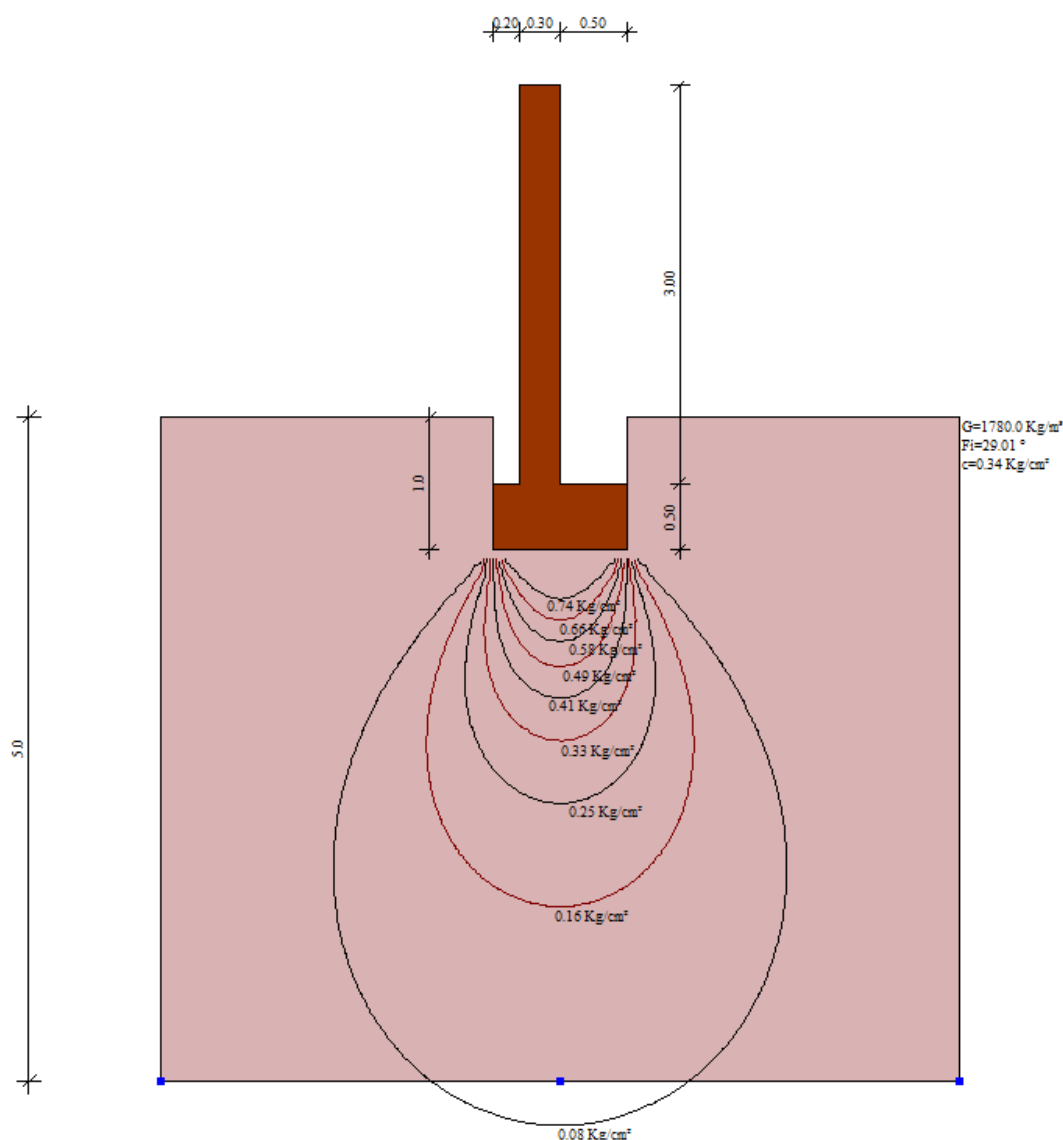
Licuefacción: No presenta.

Colapso: No presenta.

Expansión: No presenta.

Indicaciones adicionales: No se debe ejecutar la cimentación sobre turba, suelos orgánicos, desmonte, relleno sanitario. De encontrarse estos materiales, éstos deben ser removidos en su totalidad antes de la construcción de la edificación.

A continuación, para el cálculo de la capacidad Admisible se Realiza el cálculo de la carga última en terrenos sueltos según, Meyerhof, para el cálculo de los factores de capacidad portante.



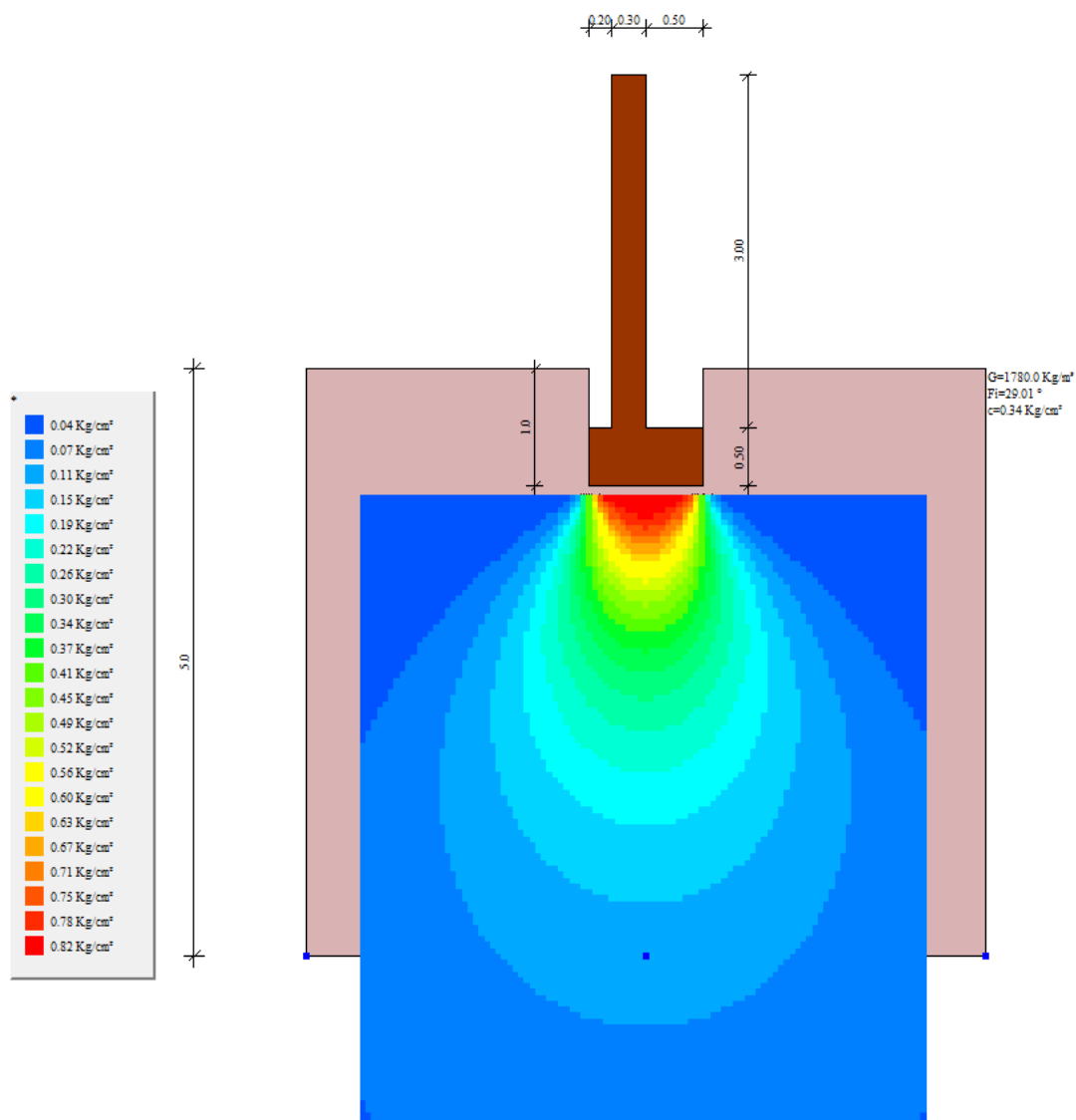


Figura 36: Bulbo de presiones en el SCM-02 y SCM-03.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la capacidad admisible se dan valores de distintas dimensiones que se muestra en la siguiente tabla, donde D es la Altura de Anclaje de la cimentación, B ancho de Cimentación y L es la Longitud de la Cimentación. A continuación, se muestra las capacidades admisibles para las cimentaciones cuadradas y losas de cimentación.

Tabla 29: Capacidad admisible en kg/cm² en el SCM-02 y SCM-03.

D (m)	Qadm(Capacidad Admisible) kg/cm ² corregido						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	2.24	2.21	2.22	2.25	2.29	2.33	2.38
1.5	2.77	2.65	2.61	2.61	2.63	2.66	2.70
2.0	3.34	3.11	3.02	2.99	2.98	3.00	3.02
2.5	3.94	3.59	3.44	3.37	3.35	3.35	3.36
3.0	4.57	4.09	3.88	3.78	3.72	3.70	3.70

Fuente: Elaboración propia

En el estudio se consideran únicamente los asentamientos elásticos inmediatos, que se producen de forma instantánea debido a la deformación elástica del suelo al aplicarse la carga. Su cálculo se realiza mediante la teoría de la elasticidad (Ley de Hooke), utilizando la corrección de capacidad admisible por el método de Streinbrenner (1934), determinándose los asentamientos en el centro de la cimentación para cada calicata evaluada.

Tabla 30: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-02 y SCM-03.

D (m)	Asentamiento en el centro para Qadm corregido (cm)						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26
1.5	0.12	0.15	0.17	0.21	0.23	0.27	0.30
2.0	0.15	0.17	0.20	0.24	0.26	0.30	0.34
2.5	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.33	0.37
3.0	0.20	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37	0.41

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
SCM-06	
Tipo de cimentación: Superficiales – Zapatas con vigas conexión - MURO	
Descripción litológica: Acumulación de bolones polimicticos redondeados y subangulosos de 3" a 8" en una matriz limosa-arcillosa (Fg=45%, Mt=55%).	
Estrato de apoyo de la cimentación: SCM-06: Grava mal graduada con limo (GP-GM) - A-1-a(0) Terreno natural Grava bien graduada con arcilla limo arenoso, baja plasticidad, grava 68% y finos 38%, débil reacción al HCL, consolidación alta.	
Profundidad de la Napa Freática: No se presenta	
Parámetros de diseño de la cimentación: Profundidad de cimentación: 0.50 m como mínimo del nivel del terreno natural Factor de seguridad por corte: 3.0 Asentamiento diferencial máximo: 2.54 cm.	
Parámetros sísmicos (De acuerdo a la norma E.030): Zona sísmica: Z2 Tipo de perfil del suelo (S): S2 – Suelos Intermedios Factor de Zona: 0.25 Factor de suelo (S): 1.2 Periodo TP (s): 0.6	

Periodo TL (s): 2.0

Problemas especiales de cimentación:

Licuefacción: No presenta.

Colapso: No presenta.

Expansión: No presenta.

Indicaciones adicionales: No se debe ejecutar la cimentación sobre turba, suelos orgánicos, desmonte, relleno sanitario. De encontrarse estos materiales, éstos deben ser removidos en su totalidad antes de la construcción de la edificación.

A continuación, para el cálculo de la capacidad Admisible se Realiza el cálculo de la carga última en terrenos sueltos según, Meyerhof, para el cálculo de los factores de capacidad portante.

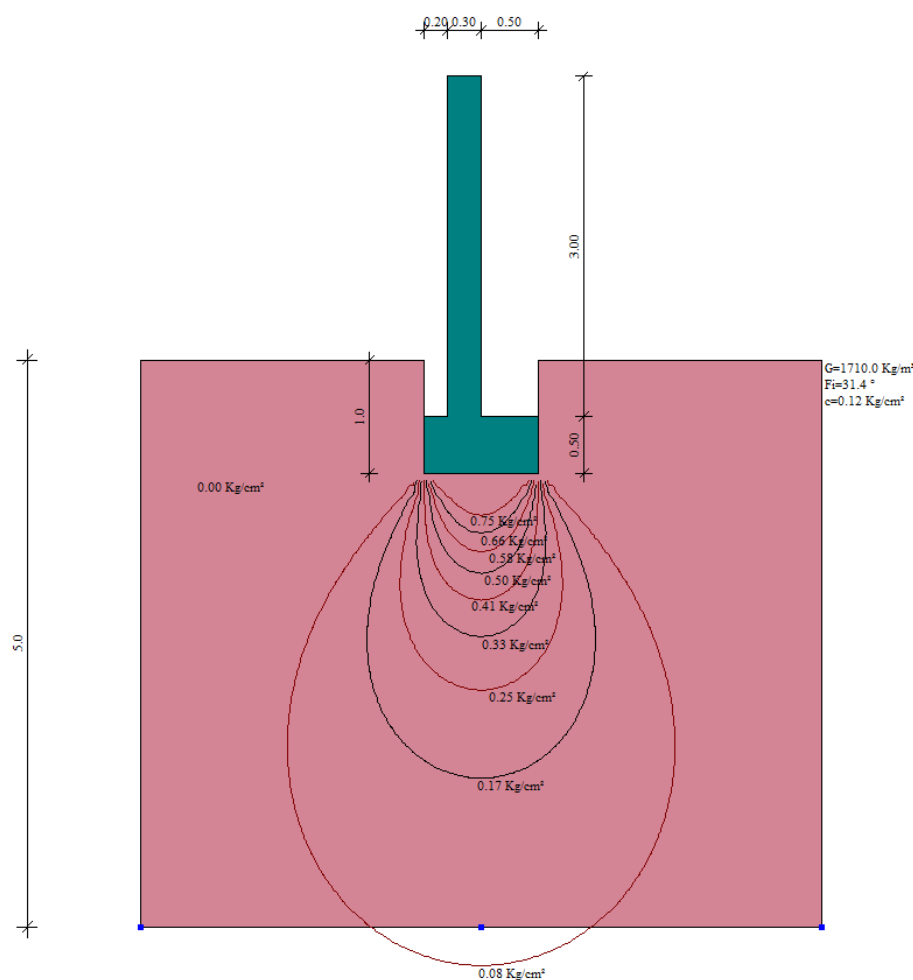


Figura 37: Cálculo de capacidad admisible en el SCM-06.

Fuente: Elaboración propia

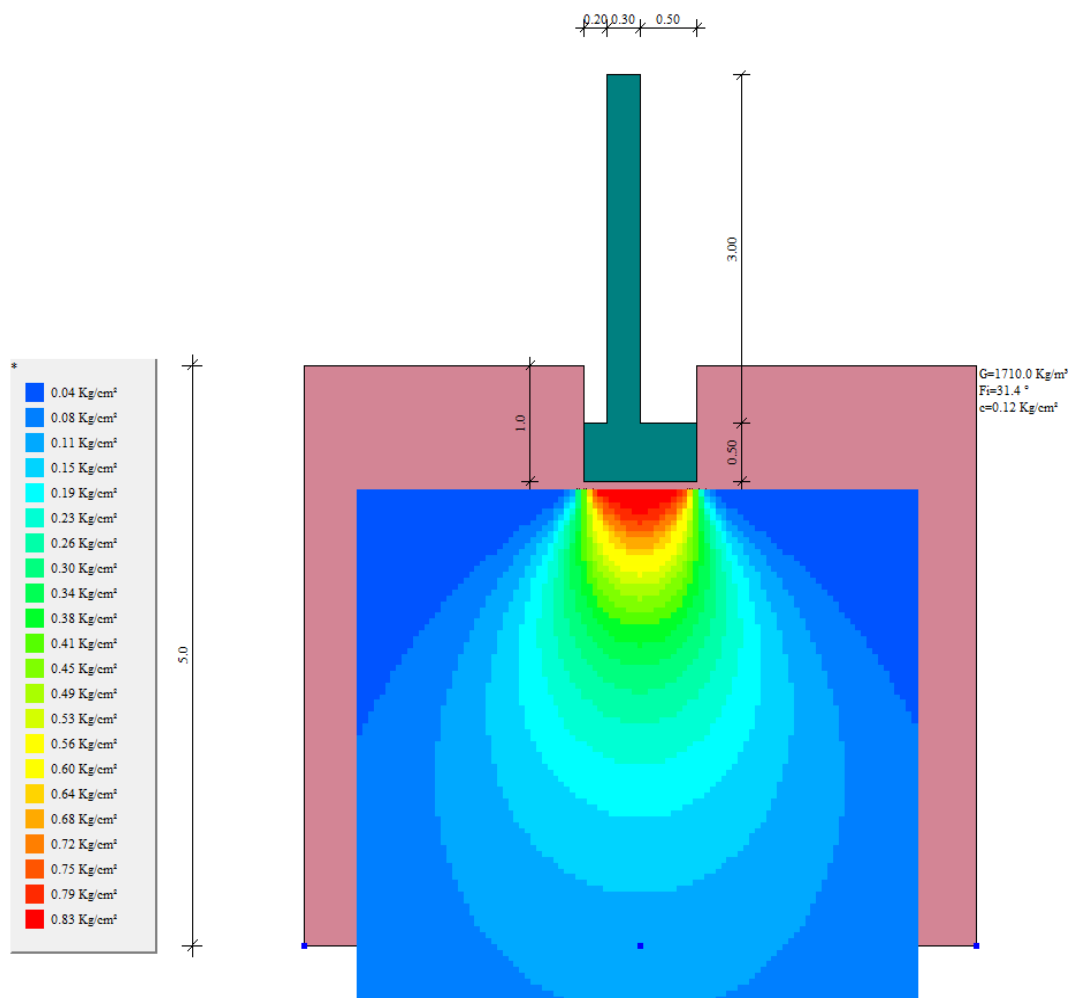


Figura 38: Bulbo de presiones en el SCM-06.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la capacidad admisible se dan valores de distintas dimensiones que se muestra en la siguiente tabla, donde D es la Altura de Anclaje de la cimentación, B ancho de Cimentación y L es la Longitud de la Cimentación. A continuación, se muestra las capacidades admisibles para las cimentaciones cuadradas y losas de cimentación.

Tabla 31: Capacidad admisible en kg/cm² en el SCM-06.

D (m)	Qadm(Capacidad Admisible) kg/cm ² corregido						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	2.24	2.21	2.22	2.25	2.29	2.33	2.38
1.5	2.77	2.65	2.61	2.61	2.63	2.66	2.70
2.0	3.34	3.11	3.02	2.99	2.98	3.00	3.02
2.5	3.94	3.59	3.44	3.37	3.35	3.35	3.36
3.0	4.57	4.09	3.88	3.78	3.72	3.70	3.70

Fuente: Elaboración propia

En el estudio se consideran únicamente los asentamientos elásticos inmediatos, que se producen de forma instantánea debido a la deformación elástica del suelo al aplicarse la carga. Su cálculo se realiza mediante la teoría de la elasticidad (Ley de Hooke), utilizando la corrección de capacidad admisible por el método de Streinbrenner (1934), determinándose los asentamientos en el centro de la cimentación para cada calicata evaluada.

Tabla 32: Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-06

D (m)	Asentamiento en el centro para Qadm corregido (cm)						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26
1.5	0.12	0.15	0.17	0.21	0.23	0.27	0.30
2.0	0.15	0.17	0.20	0.24	0.26	0.30	0.34
2.5	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.33	0.37
3.0	0.20	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37	0.41

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
SCM-08 y SCM-09	
Tipo de cimentación: Superficiales – Zapatas con vigas conexión - MURO	
Descripción litológica: Formación Ananea: Pizarras pardas amarillentas con textura afanítica moderadamente fracturadas, moderadamente alteradas y acumulación de bloques de pizarras de la Fm. Ananea angulosos a subangulosos de 2" a 4" en una matriz limosa (Fg=60%, Mt=40%)	
Estrato de apoyo de la cimentación: SCM-08 y SCM-09: Grava bien graduada con arenas y limos (GW-GM) - A-1-a(0) Deposito coluvial. Grava mal graduada en 46% , subangulosos y alargados, con matriz de limo arenosa en 54%, color marrón rojizo, con bolones puntuales mayor de 10", húmeda en el lugar, no tiene reacción al HCL, presencia de raíces, de consolidación baja.	
Profundidad de la Napa Freática: No se presenta	
Parámetros de diseño de la cimentación: Profundidad de cimentación: 0.50 m como mínimo del nivel del terreno natural Factor de seguridad por corte: 3.0 Asentamiento diferencial máximo: 2.54 cm.	
Parámetros sísmicos (De acuerdo a la norma E.030): Zona sísmica: Z2 Tipo de perfil del suelo (S): S2 – Suelos Intermedios Factor de Zona: 0.25 Factor de suelo (S): 1.2 Periodo TP (s): 0.6 Periodo TL (s): 2.0	
Problemas especiales de cimentación: Licuación: No presenta. Colapso: No presenta. Expansión: No presenta.	

Indicaciones adicionales: No se debe ejecutar la cimentación sobre turba, suelos orgánicos, desmonte, relleno sanitario. De encontrarse estos materiales, éstos deben ser removidos en su totalidad antes de la construcción de la edificación.

A continuación, para el cálculo de la capacidad Admisible se Realiza el cálculo de la carga última en terrenos sueltos según, Meyerhof, para el cálculo de los factores de capacidad portante.

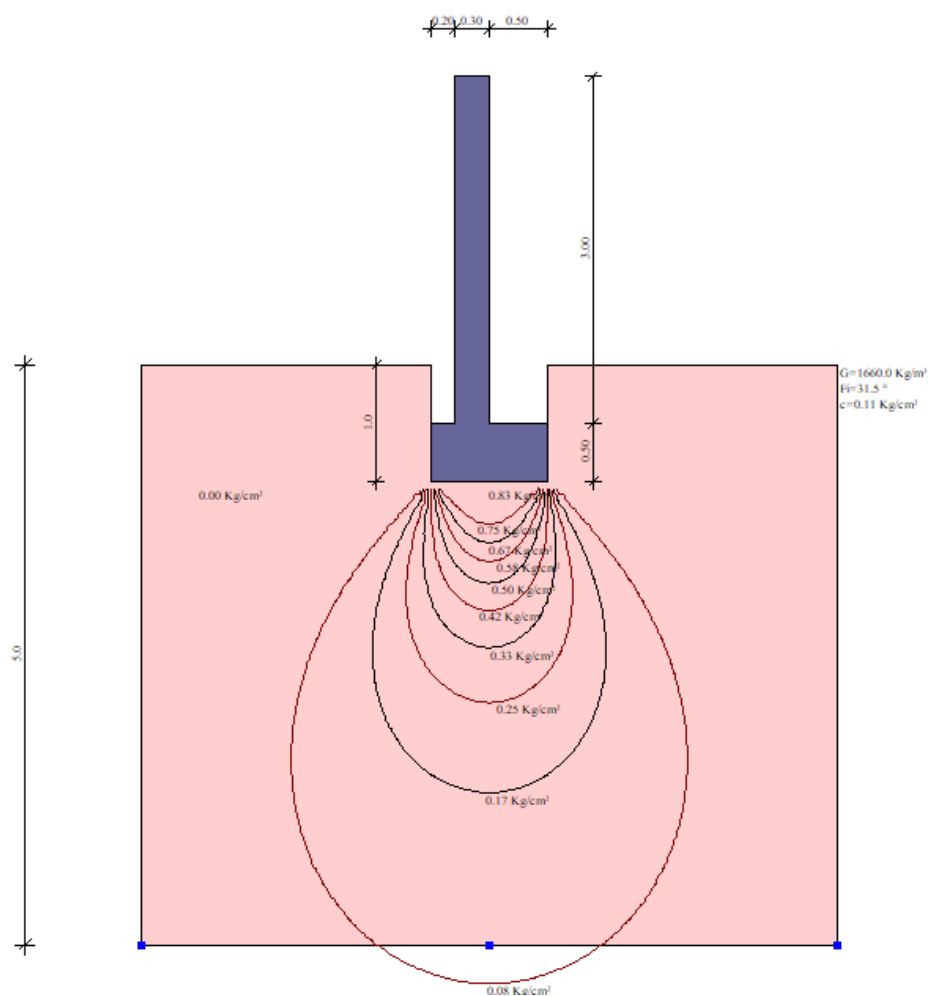


Figura 39: Cálculo de capacidad admisible en el SCM-08 y SCM-09.
Fuente: Elaboración propia

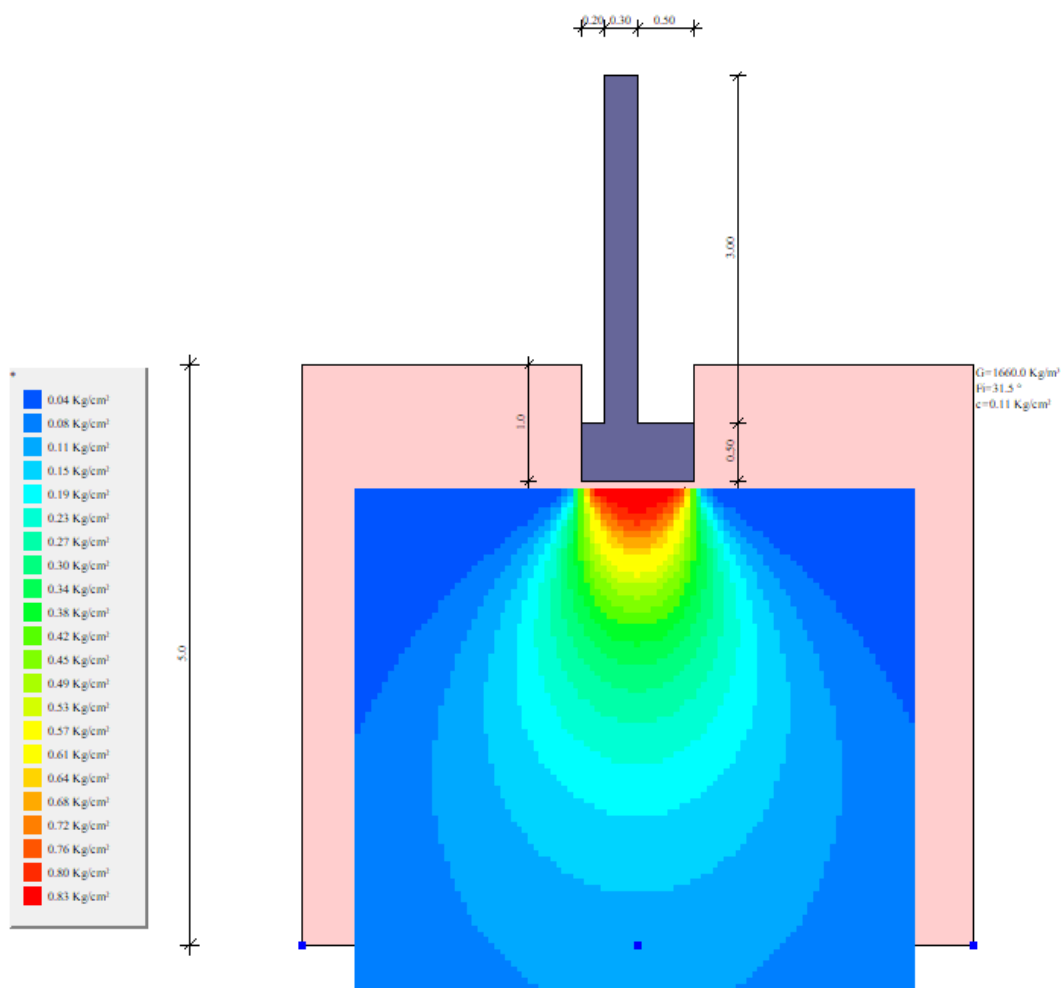


Figura 40: Bulbo de presiones en el SCM-08 y SCM-09.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la capacidad admisible se dan valores de distintas dimensiones que se muestra en la siguiente tabla, donde D es la Altura de Anclaje de la cimentación, B ancho de Cimentación y L es la Longitud de la Cimentación. A continuación, se muestra las capacidades admisibles para las cimentaciones cuadradas y losas de cimentación

Tabla 33: Capacidad admisible en kg/cm² en el SCM-08 y SCM-09.

D (m)	Qadm(Capacidad Admisible) kg/cm ² corregido						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	1.15	1.19	1.24	1.30	1.37	1.44	1.51
1.5	1.59	1.57	1.60	1.65	1.70	1.76	1.83
2.0	2.07	1.99	1.98	2.01	2.05	2.10	2.16
2.5	2.59	2.43	2.38	2.39	2.41	2.45	2.50
3.0	3.14	2.89	2.81	2.78	2.79	2.82	2.86

Fuente: Elaboración propia

En el estudio se consideran únicamente los asentamientos elásticos inmediatos, que se producen de forma instantánea debido a la deformación elástica del suelo al aplicarse la carga. Su cálculo se realiza mediante la teoría de la elasticidad (Ley de Hooke), utilizando la corrección de capacidad admisible por el método de Streinbrenner (1934), determinándose los asentamientos en el centro de la cimentación para cada calicata evaluada.

Tabla 34: *Calculo de asentamientos elásticos inmediatos en el SCM-08 y SCM-09.*

D (m)	Asentamiento en el centro para Qadm corregido (cm)						
	B=L=1.0 m	B=L=1.5 m	B=L=2.0 m	B=L=2.5 m	B=L=3.0 m	B=L=3.5 m	B=L=4.0 m
1.0	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17
1.5	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20
2.0	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24
2.5	0.11	0.13	0.16	0.19	0.21	0.24	0.28
3.0	0.14	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.32

Fuente: Elaboración propia

6.6. Estabilidad de taludes

6.6.1. Aspectos Generales

Las obras de infraestructura vial como son las carreteras, las cuales requieren un estudio y un análisis para la estabilidad física de los taludes en suelos, rocas alteradas y suelos mixtos, (taludes con cobertura de suelos y base rocosa), para esta evaluación se ha realizado la zonificación de las partes críticas con su respectiva clasificación del material presente en base a su litología. Considerando los taludes que en actualidad se encuentran en actividad y son un riesgo para la vía.

Para el análisis de la estabilidad de los taludes presentes sobre la carretera se realizó mediante el software SLIDE V. 6.005.

Para los cálculos con el software SLIDE ha utilizado los métodos siguientes:

- Método simplificado de Bishop: Asume que todas las fuerzas laterales de corte entre dovelas son nulos.
- Método de Janbu: Asume que las fuerzas Inter dovelas son nulas, sin embargo, presenta un factor de corrección $f_s=0$. Es de aplicación a líneas cualquiera.

El tratamiento a los taludes es un aspecto importante y deberán ser evaluados y tomando en consideración la mejor solución sobre la masa deslizante con menor recurso necesario evitando o disminuyendo las afectaciones sobre la plataforma.

El análisis de taludes corresponde al talud de suelo estable en temporada de estiaje, correspondiendo a un depósito de cobertura de depósito coluvial, compuestas por suelo gravoso con clastos angulosos a subangulosos.

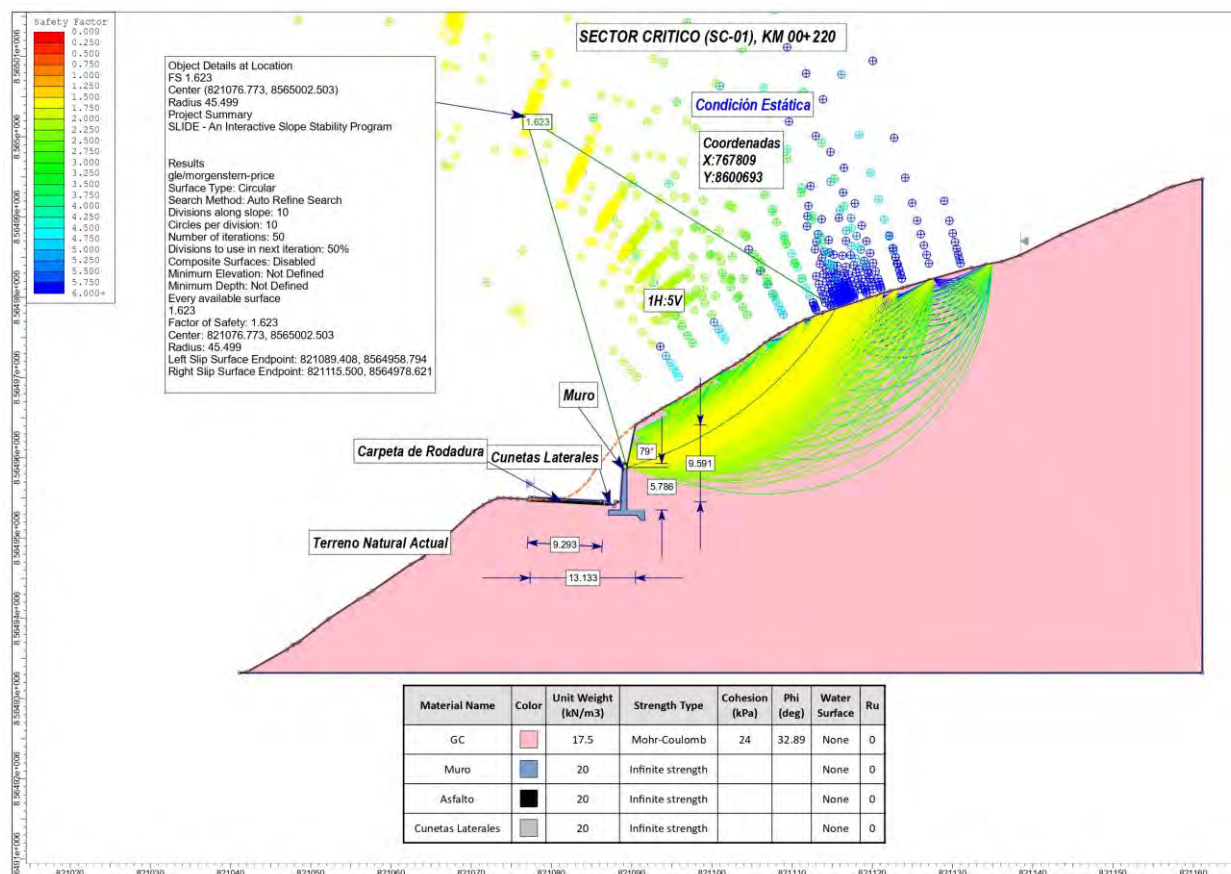


Figura 41: Análisis estático en corte de talud en el km 00+220

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS=1.623$ en condiciones estáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando la implementación de una estructura (muro) considerando que la zona tiene una pendiente moderadamente empinada y viendo la presencia de depósito coluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

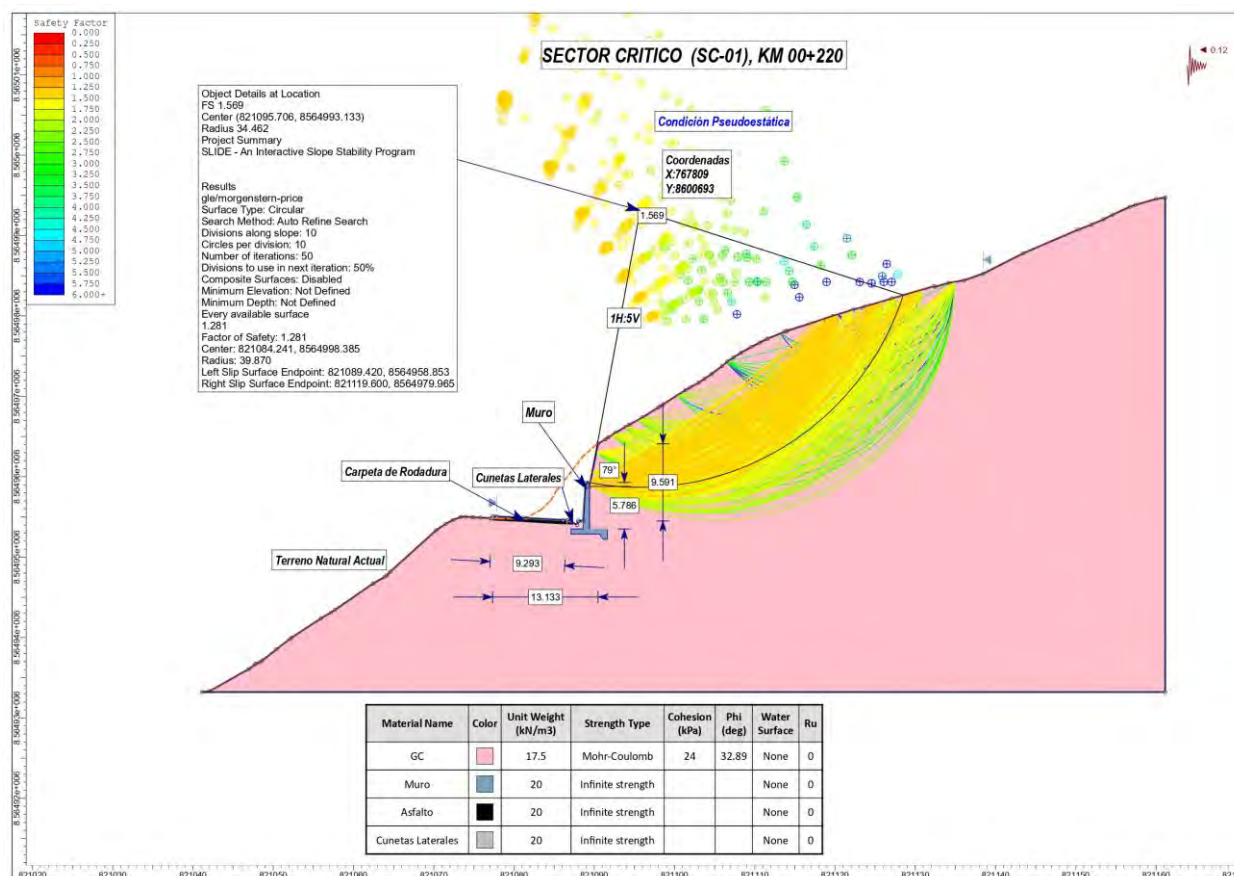


Figura 42: Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 00+220

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS=1.569$ en condiciones pseudoestáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando la implementación de una estructura (muro de concreto armado) considerando que la zona tiene una pendiente moderadamente empinada y viendo la presencia de depósito coluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

6.6.1.1. Análisis de Estabilidad de Taludes por corte del km 00+620

El análisis de taludes corresponde al talud de suelo estable en temporada de estiaje, correspondiendo a un depósito de cobertura de coluvial, compuestas por suelo gravoso con clastos angulosos a sub angulosos.

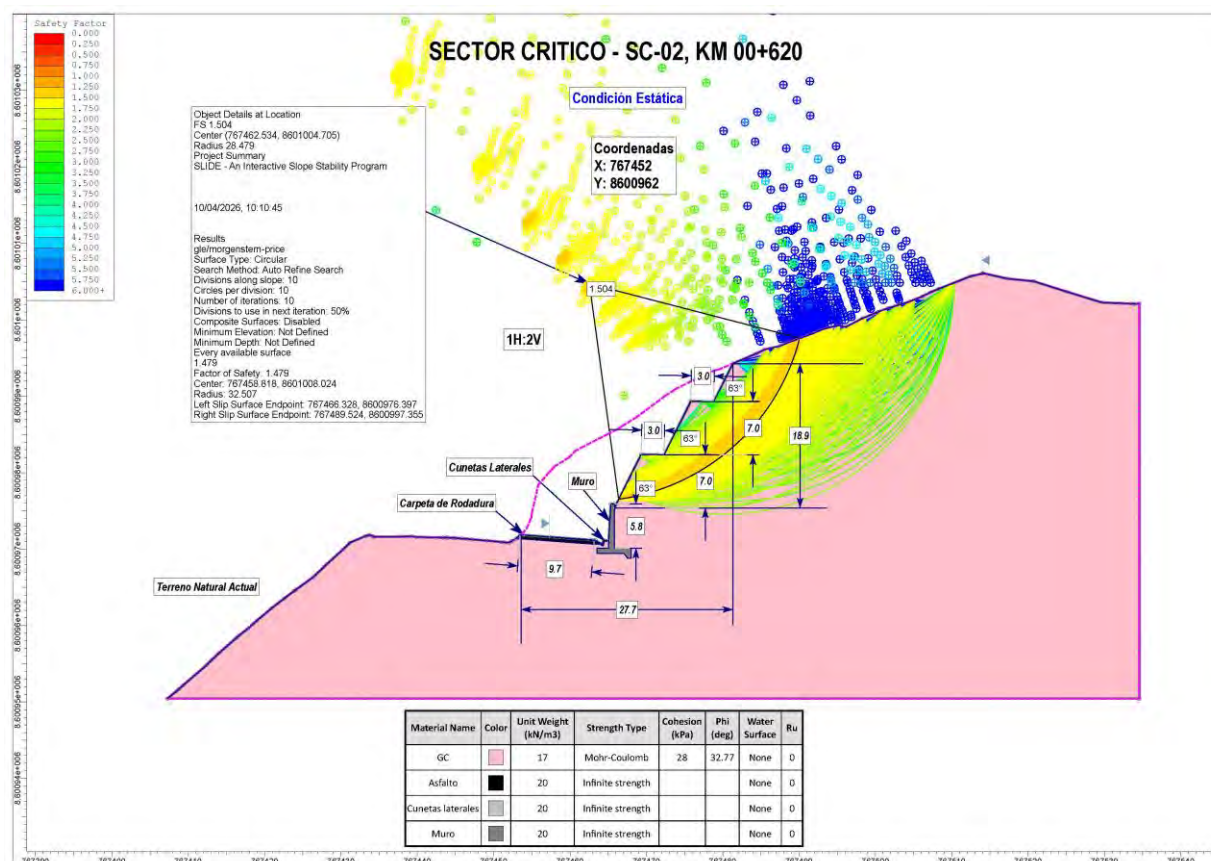


Figura 43: Análisis estático en corte de talud en el km 00+620

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS=1.504$ en condiciones estáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando un sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (3 banquetas), además la implantación de una estructura (muro de concreto armado) considerando que la zona tiene una pendiente empinada y viendo la presencia en depósito coluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

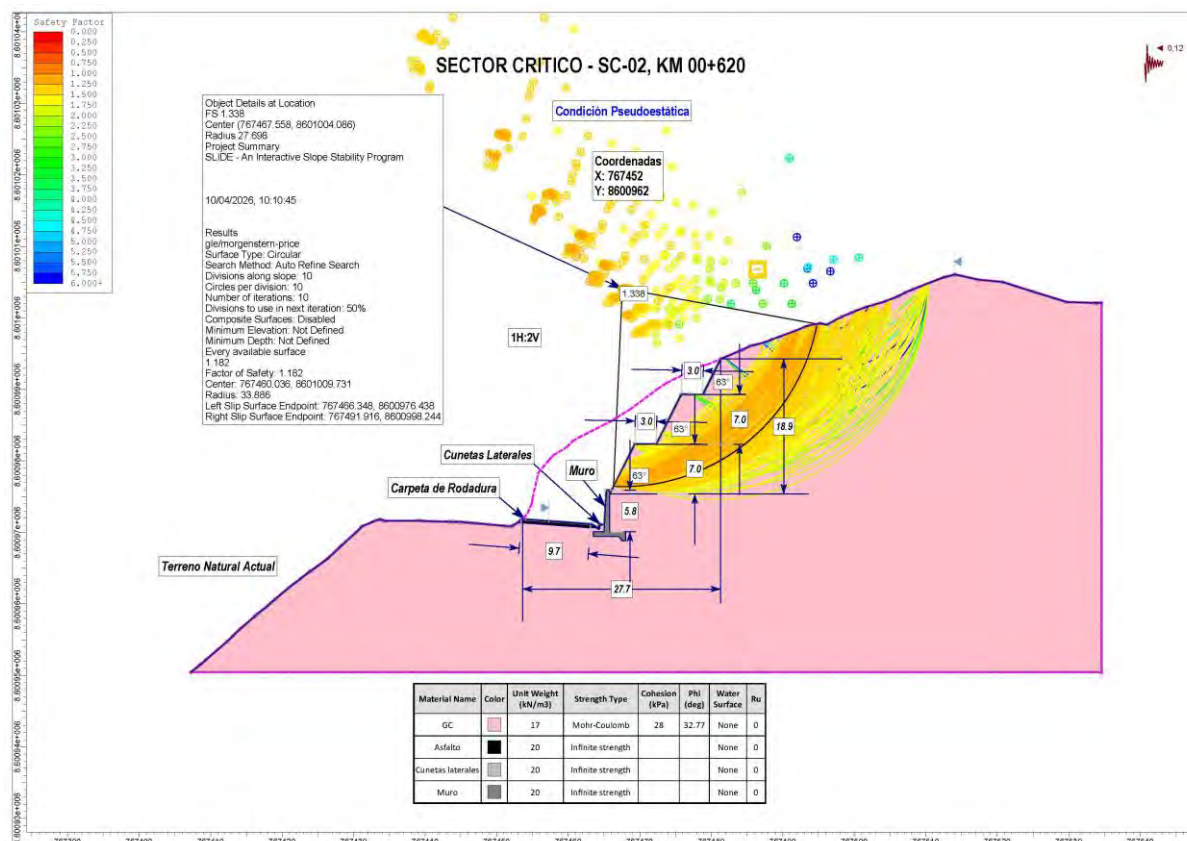


Figura 44: Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 00+620.

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS=1.338$ en condiciones pseudoestáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando un sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (3 banquetas), además la implantación de una estructura (muro de concreto armado) considerando que la zona tiene una pendiente empinada y viendo la presencia en depósito coluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

El análisis de taludes corresponde al talud de suelo estable en temporada de estiaje, correspondiendo a un depósito de cobertura de coluvio-aluvial compuestas por suelo gravoso, con clastos angulosos a subangulosos y redondeados con matriz limoarenosa.

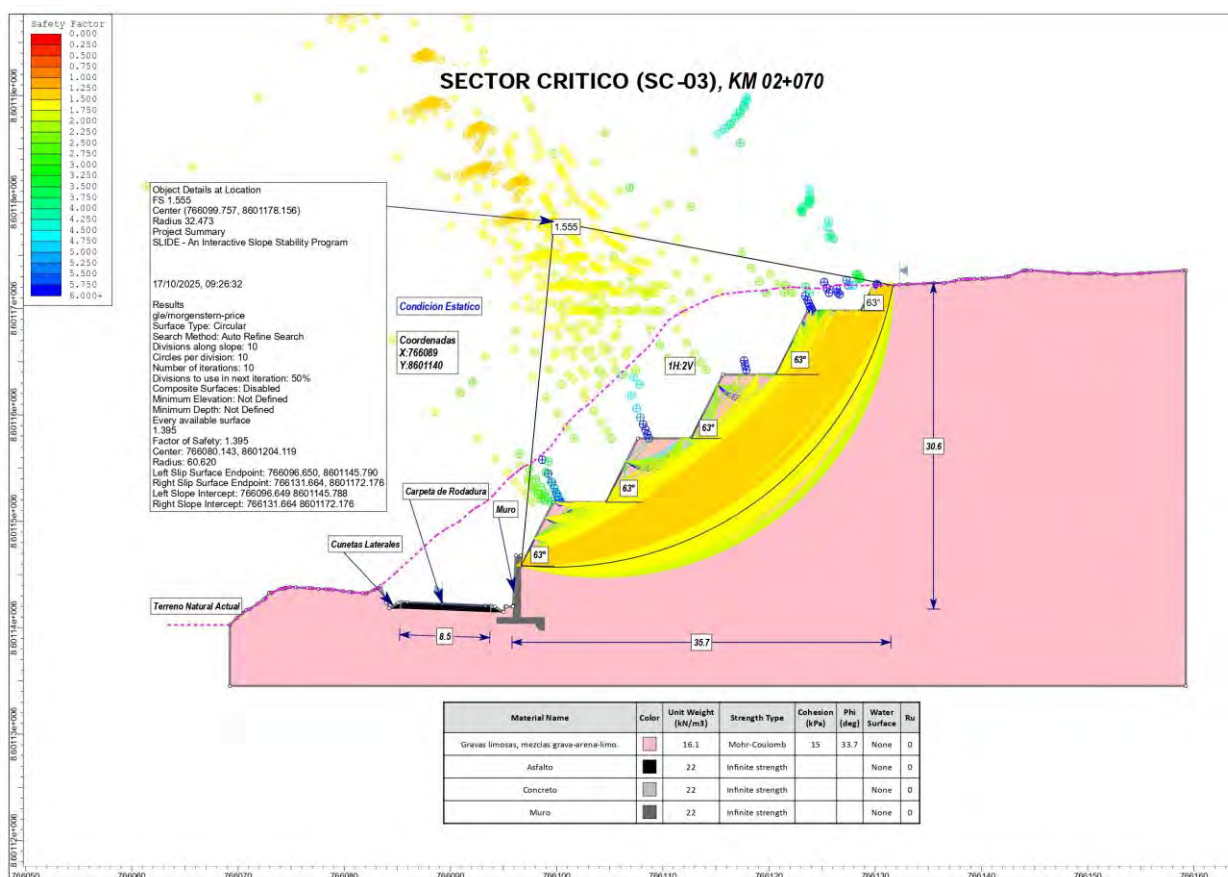


Figura 45: Análisis estático en corte de talud en el km 02+070

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS.=1.555$ en condiciones estáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando un sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (4 banquetas), además la implantación de una estructura (muro de concreto armado) considerando que la zona tiene una pendiente moderadamente empinada y viendo la presencia en depósito coluvial-aluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

Figura 46: Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 02+070

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS.=1.126$ en condiciones pseudoestáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando un sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (4 banquetas), además la implantación de una estructura (muro de concreto armado) considerando que la zona tiene una pendiente moderadamente empinada y viendo la presencia en depósito coluvial-aluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas a pie de talud
- Construcción de cunetas longitudinales

6.6.1.1. Análisis de Estabilidad de Taludes por corte del km 04+900

El análisis de taludes corresponde al talud de roca estable en temporada de estiaje, correspondiendo a afloramiento rocoso fracturado por pizarras, grises claros a oscuras, con depósitos aislados de limos y arenas.

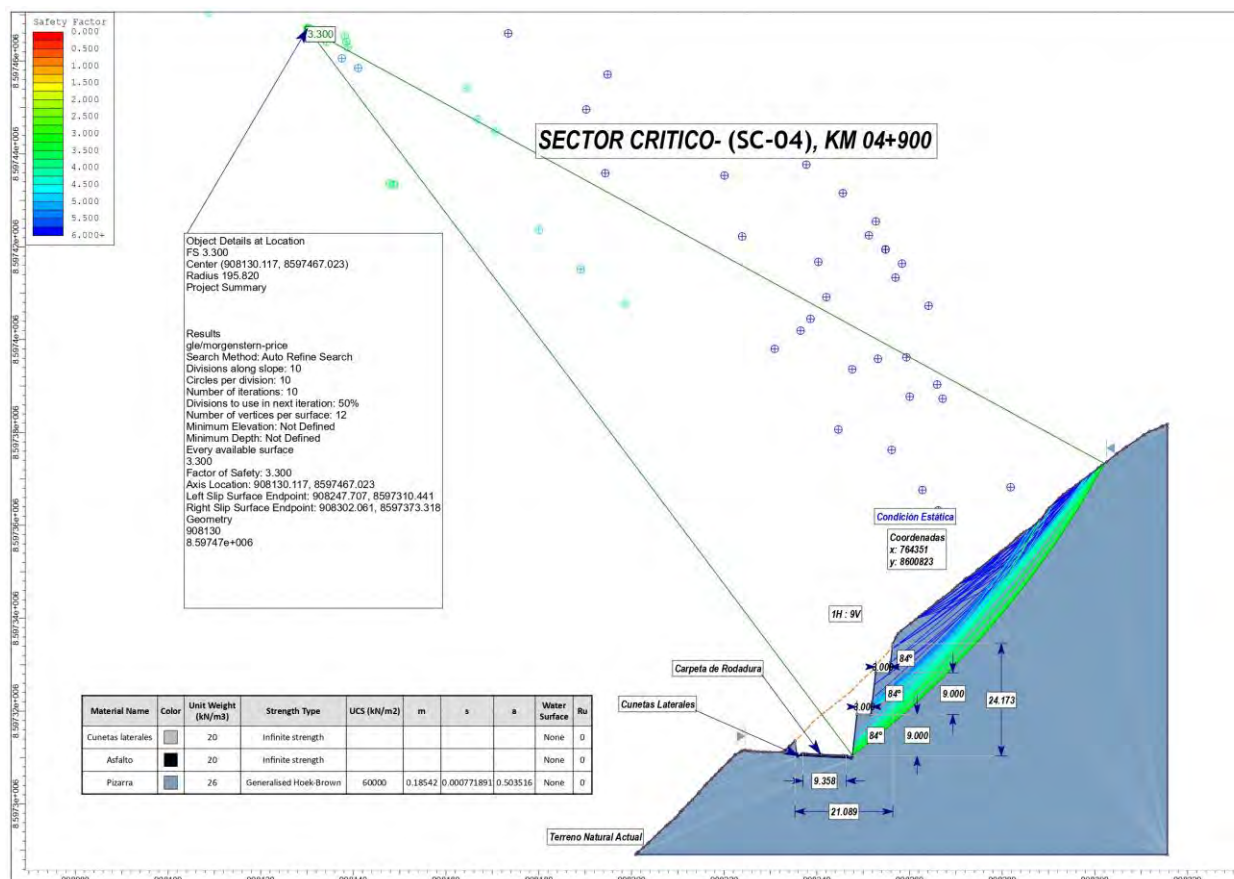


Figura 47: Análisis estático en corte de talud en el km 04+900

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS.=3.300$ en condiciones estáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando un sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (2 banquetas) considerando que la zona tiene una pendiente empinada y viendo la presencia en depósito coluvial se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de zanjas de coronación
- Construcción de cunetas longitudinales

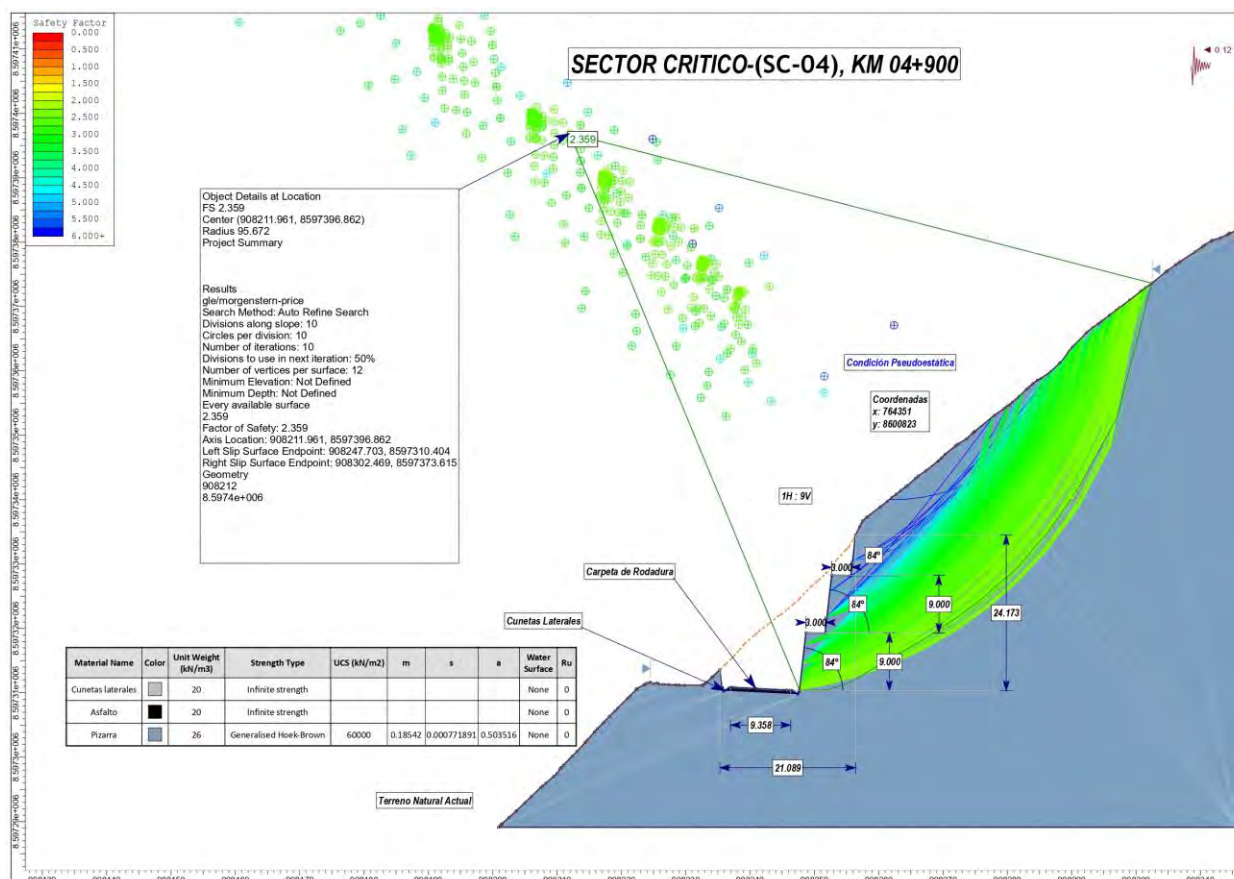


Figura 48: Análisis pseudoestático, Corte de talud en el km 04+900.

Fuente: Elaboración propia

De lo analizado se puede determinar que el factor de seguridad es $FS.=2.359$ en condiciones pseudoestáticas. El cual se considera dentro del rango de aceptabilidad, realizando u sistema de banquetas para su estabilidad de taludes (2 banquetas), considerando que la zona tiene una pendiente considerable y viendo la presencia de rocas metamórficas - pizarras se ha de plantear el mejor tratamiento que será:

- Construcción de cunetas de coronación
- Construcción de cunetas laterales



6.6.2. Recomendaciones para la estabilidad de taludes en corte

- Del análisis de los taludes pseudoestático en mención se realizó de acuerdo a la norma vigente de acuerdo al manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Con la consideración del tipo de material concordante al cuadro 4.12 corte de taludes se consideró por la similaridad del talud y en su composición un corte (2V:1H). siendo este la mejor solución al tratamiento de taludes, demostrado mediante software taludes estables mediante el método de modificación de la geometría del talud dando sostenibilidad reduciendo los ángulos de los taludes y la carga sobre el talud.
- Identificar, encausar y derivar a la cuneta más cerca las aguas de infiltración que afloran en el talud de deslizamiento debido a que estas reducen su estabilidad siendo propensas a ser susceptibles a volcaduras o deslizamientos.
- en estos taludes donde se ha modificado la geometría de taludes deberán ser monitoreados y tratados con un sistema combinado de estabilidad donde se deberá reforestar con especies herbáceas de la zona.
- En zonas críticas se deberá considerar la disposición de la construcción de muros secos a pie de talud para aumentar el soporte a los esfuerzos de empuje garantizando una sostenibilidad sobre el talud.
- En las zonas determinadas como taludes compuestos por material coluvial se deberá implementar muros de sostenimiento de gaviones para aumentar el soporte a los esfuerzos de empuje del material.
- De deberá considerar la construcción de zanjas de coronación, para recolección y evacuación de las aguas de escorrentía.

6.6.3. Factores preventivos y correctivos para evitar falla en el talud.

- La vegetación evitará la mayor parte de daños originados por el esfuerzo climático y mantendrá al suelo al que pertenece fuera de la cuneta y obras de drenaje; así mismo cumple la función de disminuir el contenido de agua en la parte superficial y dar consistencia al talud.
- El redondear la parte superior de los cortes no solo aumenta la apariencia, sino que también se emplea de manera práctica; de esta forma dejar caer el suelo orgánico y dejar arraigar la vegetación en suelo firme.
- El redondeo crea una superficie suave uniforme en la parte superior de los cortes que facilita la conservación del talud.

- Las fallas en los taludes de los suelos son más frecuentes en periodos de lluvias intensas por lo tanto se debe construir estructuras comunes, tales como cunetas, alcantarillas.
- La disposición de muros secos en partes críticas en los pies de talud garantizar la sostenibilidad del talud como un conjunto de alternativas para el buen funcionamiento del mismo.
- La disposición de muros de sostenimiento gaviones para taludes de composición coluvial los cuales garantizarán la sostenibilidad del talud.

6.7. Ubicación De Canteras

6.7.1. Canteras

Se hizo el reconocimiento de campo, fijándose las áreas donde existen depósitos de materiales inertes. Con el estudio de las canteras, se podrá identificar, investigar y verificar las propiedades físicas y mecánicas. Se ha explorado 3 canteras que se mencionan a continuación.

CANTERAS	Coordenadas UTM Zona (18L)				
	Este	Norte	Lado	Progresiva	Acceso
Cantera 01	767193.67	8600703.43	Izquierdo	00+400	A 500mts de la progresiva 00+000 – desvio Chahuares hacia Palma real
Cantera 02	766490.04	8601123.28	Derecho	01+530	A 0Km de la via.
Cantera 03	769628.03	8604778.83	Izquierdo	13+650	A 0Km de la via.

Tabla 35: Relación de canteras y ubicación de canteras.

Fuente: Elaboración propia

6.7.1.1. Cantera 01 (Sector Chahuares)

Ubicación: La cantera se ubica a la paralela de las progresivas desde el Km. 00+400 hasta el km. 01+500 de la vía en estudio en el lado Izquierdo.

Accesibilidad: De la progresiva inicial 00+000 km, a 500 mts del desvío puente Chahuares hacia Palma real.

Nombre:	Cantera 01 (Sector Chahuares)
Ubicación:	Se encuentra ubicado a la paralela de las progresivas desde el Km. 00+400 hasta el km. 01+500, cuya longitud de acceso es 500mts de la progresiva 00+000 – desvío Chahuares hacia Palma real.
Accesibilidad:	No se necesita un mejoramiento y construcción.
Unidad Litología:	Deposito fluvial
Descripción:	La cantera 01, contiene material fluvial y aluvial constituido por gravas, cantos rodados y arenas. Grava que no se fractura fácilmente con el golpe de pico. La zona de acopio para esta cantera estará ubicada en la misma área de explotación.
Sub Unidad Geomorfológico	Llanura de inundación – Terraza fluvial
Equipo de Explotación:	La extracción se realizará mediante maquinaria, excavadora, cargador frontal y volquete.
Usos/Tratamiento	*Material para Base, subbase, rellenos y dosificaciones Zarandeo, triturado, lavado.
Área Cantera (m2):	96764.40 aproximado
Periodo de Explotación:	Todo el año
Volumen Aproximado (m3)	*398184.00 m3
Fenómeno	Inundación fluvial

Tabla 36: Características de la Cantera 01 (Chahuares)

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 39: Deposito fluvial y aluvial constituido por gravas, cantos rodados y arenas; Terrazas fluviales. Foto tomada paralela al Km 01+250

6.7.1.1. Cantera 02 (Sector Chahuares)

Ubicación: La cantera se ubica desde el Km. 01+530 hasta el km. 01+840 de la vía en estudio en el lado derecho.

Accesibilidad: Después de recorrer el camino en estudio, ingresar por el lado derecho a 500 mts.

Nombre:	Cantera 02 (Sector Chahuares)
Ubicación:	Se encuentra ubicado desde el Km. 01+530 hasta el km. 01+840, el acceso es a lado derecho de la vía en estudio.
Accesibilidad:	No se necesita un mejoramiento y construcción.
Unidad Litología:	Deposito aluvial - fluvial
Descripción:	La cantera 02, contiene material fluvial y aluvial constituido por gravas alteradas con clastos semiangulosos, arenas y limos. Grava que no se fractura fácilmente con el golpe de pico. La zona de acopio para esta cantera estará ubicada en la misma área de explotación.

Nombre:	Cantera 02 (Sector Chahuares)
Sub Unidad Geomorfológico	Vertiente Coluvial
Equipo de Explotación:	La extracción se realizará mediante maquinaria, excavadora, cargador frontal y volquete.
Usos/Tratamiento	*Material para rellenos y dosificaciones. Zarandeo, lavado.
Área Cantera (m2):	16704.67
Periodo de Explotación:	Todo el año
Volumen Aproximado (m3)	*182970
Fenómeno	Erosión de ladera y flujos

Tabla 37: Características de la Cantera 02 (Chahuares)

Fuente: Elaboración propia



Fotografía 40: Depósito aluviofluvial constituido de material fluvial y aluvial constituido por gravas alteradas con clastos semiangulosos, arenas y limos, Km 01+600.



6.7.1.1. Cantera 03 (Sector desvió Yavero)

Ubicación: La cantera 03, se ubica desde el Km. 13+650 hasta el km. 13+920 de la vía en estudio en el lado Izquierdo.

Accesibilidad: Después de recorrer el camino en estudio, ingresar por el lado Izquierdo.

Nombre:	Cantera 03 (Sector desvió Yavero)
Ubicación:	Se encuentra ubicado desde el Km. 13+650 hasta el km. 13+920, lado Izquierdo de la vía en estudio.
Accesibilidad:	No se necesita un mejoramiento y construcción.
Unidad Litología:	Deposito coluvio-deluvial
Descripción:	La cantera 03, contiene Material coluvio-deluvial constituido por clastos angulosos de pizarras y limos. Grava que no se fractura fácilmente con el golpe de pico. La zona de acopio para esta cantera estará ubicada en la misma área de explotación.
Sub Unidad Geomorfológico	Vertiente coluvio-deluvial
Equipo de Explotación:	La extracción se realizará mediante maquinaria, excavadora, cargador frontal y volquete.
Usos/Tratamiento	*Material para subbase y rellenos. Zarandeo.
Área Cantera (m2):	20126.41
Periodo de Explotación:	Todo el año
Volumen Aproximado (m3)	*302760.00 m3
Fenómeno	Erosión de ladera, deslizamiento

Tabla 38: Características de la Cantera 03 (Chahuares)



Fotografía 41: Deposito coluvio-deluvial constituido por clastos angulosos de pizarras y limos, Km 13+850.

6.8. Clasificación De Materiales

Considerando el comportamiento natural observado in situ y la normativa vigente, se procedió a la clasificación geotécnica de los materiales excavados, los cuales fueron categorizados como: Material Suelto (MS), Roca Suelta (RS) y Roca Fija (RF). Esta clasificación integra la interpretación geológica, las propiedades obtenidas en laboratorio y el estado real de los taludes del corredor, considerando factores como ángulo de reposo natural, estructura del macizo rocoso, distribución de discontinuidades, variación lateral de unidades, grado de meteorización y presencia de estratos rocosos. De esta manera se garantiza una descripción coherente con el comportamiento geotécnico del tramo, permitiendo definir correctamente los volúmenes de excavación, métodos constructivos y medidas de estabilización adecuadas para cada tipo de material.

6.8.1. *Material Suelto (M.S)*

Se denomina Material Suelto (M.S.) a los depósitos no consolidados presentes en la superficie del terreno, como suelos residuales, coluviales, deluviales, aluviales y rellenos antrópicos. Estos materiales poseen estructura no cementada, granulometría y



cohesión variables, por lo que pueden excavar con maquinaria convencional sin necesidad de explosivos. También incluyen cobertura vegetal, suelos orgánicos y materiales alterados.

Geotécnicamente, presentan sensibilidad a la humedad, variaciones en compacidad y resistencia a la corte limitada, especialmente en depósitos de ladera. Estas condiciones pueden afectar la estabilidad de taludes, por lo que requieren un adecuado control de drenaje, humedad y compactación durante la construcción vial.

En el tramo Chahuares, Quellouno, Remolino, el Material Suelto (M.S) constituye la unidad predominante, representando el 59% del total del eje vial, lo que equivale a 5971 m de extensión. Esta amplia presencia está asociada a la dinámica geomorfológica de la zona, dominada por procesos de intemperismo, erosión superficial y transporte gravitacional, que generan depósitos continuos y discontinuos sobre las laderas y quebradas.

6.8.1. Roca Suelta (R.S)

Se denomina Roca Suelta (R.S.) a aquellos macizos rocosos que presentan un grado de fracturamiento moderado a muy alto, acompañado de discontinuidades abiertas, rellenos arcillosos, planos de debilidad o alteración significativa que reducen su resistencia estructural. En esta categoría se incluyen rocas de origen sedimentario y metamórfico con estratificación delgada o laminada, así como rocas ígneas que han sufrido procesos intensos de meteorización física y química, generando una estructura debilitada y fácilmente desmontable

En el tramo la roca suelta (R.S) representa aproximadamente el 20% del total del trazo, equivale a 1982 m de extensión. Esta distribución responde a la geología regional, caracterizada por zonas de pizarras, metareniscas y lutitas, donde los procesos de meteorización y el régimen climático han favorecido el desarrollo de macizos debilitados

6.8.2. Roca Fija (R.F)

Se denomina roca fija a los macizos rocosos moderadamente a fuertemente litificados, que se presentan sin alteración significativa, con bajo o nulo grado de fracturación y con una estructura interna compacta y competente. Debido a su elevado grado de cementación, cohesión y consolidación, este tipo de macizo rocoso no puede ser removido mediante excavación mecánica convencional, requiriéndose obligatoriamente un análisis previo para determinar el procedimiento de perforación y voladura más adecuado.



La excavación en roca fija debe ejecutarse mediante métodos controlados de perforación y voladura sistemática, aplicando diseños específicos (patrón de taladros, cargas unitarias, retardos, control de vibraciones, proyecciones, etc.) que garanticen la seguridad, el rendimiento esperado y la estabilidad de los taludes resultantes.

Por lo tanto, la roca fija comprende el 21% del total del trazo de la vía, lo que representa una longitud de 2098 m de extensión.



7 CONCLUSIONES

1. A lo largo del tramo Chahuares–Quellouno–Remolino, el estudio geológico permitió identificar la presencia de depósitos cuaternarios y unidades litológicas representativas de la zona. Entre los principales materiales reconocidos destacan los depósitos coluviales, conformados por acumulaciones de fragmentos de pizarras de la Formación Ananea, inmersos en una matriz limo arcillosa. Asimismo, se identificó la Formación Ananea, constituida por pizarras pardas amarillentas moderadamente fracturadas.
2. En el análisis geomecánico, se realizaron 06 estaciones de clasificación RMR de Bieniaswki. En la primera estación, es una roca pizarra, se obtuvo un RQD de 58.9%, calificándose la calidad del macizo rocoso como regular (RMR= 50). En la segunda estación, se obtuvo un RQD de 54%, indicando un macizo rocoso regular (RMR=50). En la tercera estación, se obtuvo un RQD de 59% indicando un macizo rocoso regular (RMR=55). Para la cuarta estación, se obtuvo un RQD de 66% indicando un macizo rocoso regular (RMR=62). Para la estación cinco, se obtuvo un RQD de 62% indicando un macizo rocoso regular (RMR=64). Para la estación seis, se obtuvo un RQD de 52% indicando también un macizo rocoso regular (RMR=52).
3. Se determinaron las características geotécnicas en diez (10) puntos distribuidos a lo largo de la vía, identificados como sectores comprometidos. De manera general, los suelos presentes están conformados por depósitos de gravas angulosas y alargadas, bien graduadas, con presencia de limos y arenas, además de esporádicos bolones de entre 10” y 25” de diámetro. Asimismo, se identificó una matriz arcillosa, de coloración marrón rojiza y condición ligeramente húmeda. Los materiales descritos conforman los estratos de fundación donde se proyecta la ejecución de diversas obras de arte, tales como muros de sostenimiento para la estabilización de taludes y de la plataforma vial, así como badenes.
4. De acuerdo con el análisis de capacidad portante realizado mediante la teoría de Meyerhof, se determinaron capacidades portantes admisibles para badenes, considerando una profundidad de cimentación (Df) de 1.00 m, con valores comprendidos entre 1.82 kg/cm² y 1.98 kg/cm². Asimismo, para los muros de sostenimiento, las capacidades portantes admisibles obtenidas varían entre 1.15 kg/cm² y 1.51 kg/cm² y respecto a los asentamientos elásticos inmediatos, los resultados obtenidos indican que, en todos los casos evaluados, estos no superan el



límite permisible de 2.5 cm, evidenciando un comportamiento deformacional admisible para las estructuras proyectadas.

5. En el análisis de estabilidad de taludes en las cuatro zonas críticas, el factor de seguridad en el talud de progresiva 00+220 es $FS=1.623$, recomendándose la construcción de un muro de concreto armado. En la segunda zona critica, el factor de seguridad en el talud en progresiva 00+620, es de $FS=1.504$, proponiéndose un sistema de banquetas y una estructura de muro de concreto armado. En la tercera zona critica, el factor de seguridad en el talud en progresiva 02+070, es de $FS=1.555$, recomendándose un sistema de banquetas y la construcción de un muro de concreto armado. Finalmente, en la cuarta zona critica, el factor de seguridad en el talud en progresiva 04+900, es de $FS=3.300$, recomendándose un sistema de banquetas.
6. Los resultados obtenidos permiten concluir que las características geológicas y geotécnicas del tramo estudiado son favorables. Asimismo, la implementación de soluciones geotécnicas adecuadas en los sectores críticos permitirá optimizar el desempeño y la estabilidad de la vía, corroborando las hipótesis específicas planteadas en la presente investigación.



8 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un monitoreo permanente de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del tramo vial, con la finalidad de identificar oportunamente posibles variaciones del terreno o eventos naturales que puedan comprometer la estabilidad de la carretera, permitiendo la adopción de medidas preventivas y correctivas adecuadas.
2. Considerando el relieve accidentado y la presencia de procesos geodinámicos activos en la zona de estudio, se recomienda que el diseño geométrico y las obras complementarias de la carretera CU-105 incorporen criterios geomorfológicos y geotécnicos, priorizando el control de pendientes, la estabilización y protección de taludes, así como la adecuada captación y conducción de aguas superficiales y subterráneas.
3. Para las zonas críticas identificadas a lo largo del tramo, se recomienda priorizar la ejecución de las soluciones geotécnicas propuestas, tales como sistemas de estabilización de taludes, construcción de muros de sostenimiento, mejoramiento de suelos y obras de drenaje superficial y subterráneo, especialmente en sectores vulnerables a precipitaciones intensas y procesos de erosión.
4. Se recomienda implementar un programa permanente de mantenimiento y monitoreo geotécnico en los sectores críticos evaluados, que permita verificar el comportamiento de los taludes, drenajes y estructuras proyectadas, reduciendo el riesgo de fallas e interrupciones en la transitabilidad vehicular.
5. Finalmente, se recomienda que la información generada en la presente investigación sea utilizada como documento técnico de referencia para futuros estudios y proyectos de infraestructura vial en la provincia de La Convención, contribuyendo a una planificación más eficiente, segura y sostenible de la red carretera.



9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barton, N., Lien, R., & Lunde, J. (1974). *Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support*. Rock Mechanics, 6, 189–236.
- Bieniawski, Z. (1973). *Engineering classification of jointed rock masses*. Civil Engineering, 12, 335–343.
- Bieniawski, Z. (1979). *The geomechanics classification in rock engineering applications*. ISRM Congress.
- Bishop, A. (1955). *The use of the slip circle in the stability analysis of slopes*. Geotechnique, 5(1), 7–17.
- Bowles, J. (1992). *Propiedades de la geología y geotecnia para ingenieros*.
- Bowman, I. (1916). *The Andes of southern Peru*. American Geographical Society.
- Braja, M. Das. (2008/2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning.
- Carlotto, V. (1992). *Relación entre sedimentación, paleogeografía y tectónica en Cusco*. Grenoble.
- Celada, T., & Rodríguez, V. (2014). *Caracterización geomecánica del macizo rocoso*.
- Crespo, C. (1998). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.
- De Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería geológica*. Pearson Educación.
- Deere, D. (1988). *The Rock Quality Designation (RQD) index in practice*.
- Bishop, A. (1955). *The use of the slip circle in the stability analysis of slopes*.
- Hubert Chacon Campana y Abel Tito Puma. *Estudio geológico y geotécnico para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera Quellopuito -Lares, Distrito de Lares, Provincia de Calca, Departamento del Cusco-2023*.
- Joel Ronal Mamani Tunque y Maycol David Salcedo Mamani. *Estudio geológico, geotécnico y geofísico para el mejoramiento de transitabilidad vial en el tramo Sahuayaco-Colcapampa del distrito de Santa Teresa, Provincia de la Convención, departamento del Cusco-2024*
- Juárez, B., & Rodríguez, R. (1984). *Mecánica de suelos*.
- Martínez, A. (1990). *Geotecnia para ingenieros*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2008, 2013, 2018). *Manuales de carreteras (DG-2018, suelos, drenaje, conservación)*.



Leiva Padilla, Erick Gerardo; Yucra Guillen, Marleni. *Estudio geológico, geotécnico e hidrológico para la creación del camino vecinal Ramal Collpaccasa-Salinas del distrito de Vilcabamba, de la provincia de la Convención-Departamento de Cusco.*

Lidia Luz Atencio Huanacuni. *Evaluación geotécnica de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata Tramo 6+000 al 14+000, Distrito de Ilave – El Collao-Puno.*

Luis Miguel Acuña Chavarria y Carlos Everth Garcia Muñoz. *Caracterización geológica-geotécnica del tramo I de la carretera Comejen – Waslala – Nicaragua.*

Orlando Efraín Rimayhuaman Taipe. *Estudio de geología y geotecnia para el proyecto mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Mara-Haquira-Cotabambas-Apurímac.*

Palmström, A. (1975). *Characterization of degree of jointing and rock mass quality.*

Piñella, E., & Scipion. (1999). *Normas DG-99 Caminos.*

Reglamento Nacional de Construcciones (1997). *Norma E-050 Suelos y Cimentaciones.*

Ramírez, P., & Monge, L. (2004). *Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de taludes.*

Suárez, L. (2015). *Evaluación de estabilidad y sostenimiento de túneles.*



10 ANEXOS

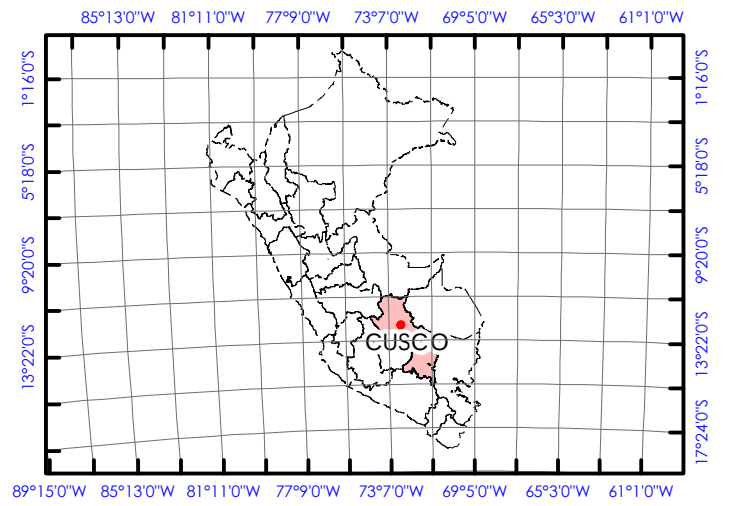
1. Matriz de consistencia
2. Mapa de ubicación
3. Mapa geomorfológico regional
4. Mapa geológico regional
5. Mapa estructural regional
6. Mapa geológico local
7. Mapa hidrogeológico Local
8. Mapa geotécnico Local
9. Plano Clave
10. Ensayos de Laboratorio
11. Canteras
12. Clasificación de materiales
13. Estabilidad de Taludes

MATRIZ DE CONSISTENCIA												
Título de la Tesis: “ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI-QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO-2025”												
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA								
Problema General	Objetivo general	Hipotesis general	Independiente	ETAPA PRE-CAMPO: Exhaustiva revisión de la documentación existente relacionada con la zona de estudio, Analisis de mapas a Escala Regional. ETAPA DE CAMPO I: Mapeo geológico y topográfica local a detalle ETAPA DE CAMPO II: Estudio de suelos correspondiente en el tramo Chahuares-Quellouno-Remolino, Distrito Quellouno-Echarati, Provincia de la Convencion, Departamento del Cusco y donde se ubicaran las demas obras conexas. ETAPA DE POST-CAMPO: Colección y organización de datos obtenidos de la etapa de campo y de los ensayos realizados. ETAPA DE GABINETE: Evaluación de resultados y descripcion de las características geotécnicas de los materiales. ETAPA FINAL: Sustentacion Final Del Proyecto de Tesis.								
¿Cuáles son las características geológicas y geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares – Quellouno – Remolino, distritos de Echarati – Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco-2025?	Determinar las características geológicas y geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025	Las características geológicas y geotécnicas son favorables para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025	-Geologia -Geotecnia									
Problema Especifico	Objetivo especifico	Hipotesis especificos	Dependiente	“ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI-QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO-2025”								
¿Cuáles son las características geológicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención departamento del Cusco – 2025?	Identificar y describir las características geológicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.	Las características geológicas son favorables para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.	Transitabilidad vehicular	ACTIVIDADES	Sep . 25	Sep . 25	Oct . 25	Nov . 25	Dic . 25	Dic . 25	En . 26	Feb . 26
¿Cuáles son las características geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento de Cusco - 2025?	Analizar y determinar las características geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.	Las características geotécnicas (propiedades físico-mecánicas de los suelos) son adecuadas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025.		ETAPA PRE CAMPO: Exhaustiva revisión de la documentación existente relacionada con la zona de estudio, Análisis de mapas a Escala Regional								
				ETAPA DE CAMPO I: Mapeo geológico y topográfica local a detalle								
				ETAPA DE CAMPO II: Estudio de materiales correspondiente al tramo de estudio y donde se ubicaran las demás obras conexas.								
¿Cuáles serían las soluciones geotécnicas en las zonas críticas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco - 2025?	Determinar las zonas críticas y proponer soluciones geotécnicas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco – 2025	La implementación de soluciones geotécnicas adecuadas, basadas en el análisis de zonas críticas son beneficiosas para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la carretera departamental CU-105 en el tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, departamento del Cusco –2025.		ETAPA DE POST-CAMPO: Colección y organización de datos obtenidos de la etapa de campo y de ensayos realizados								

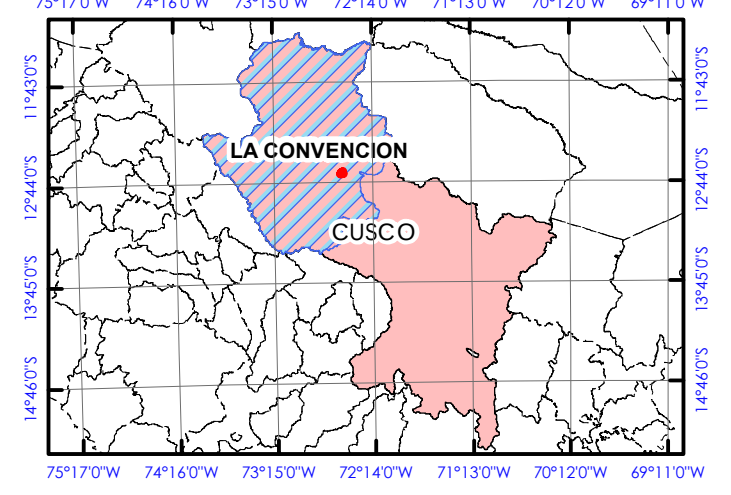
MAPAS



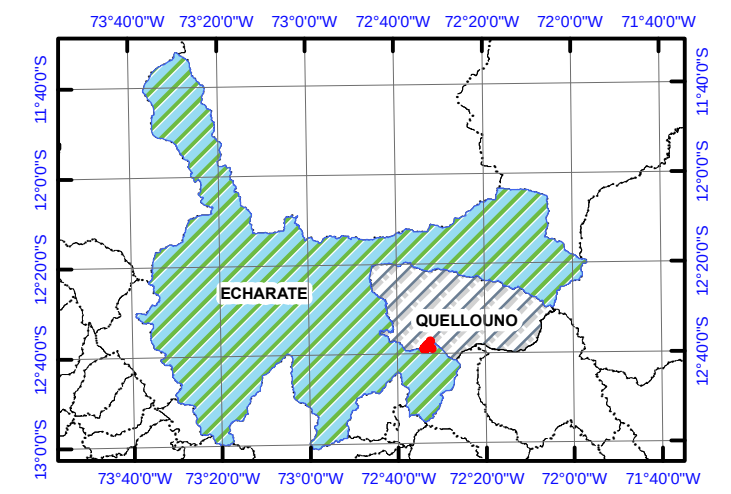
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL

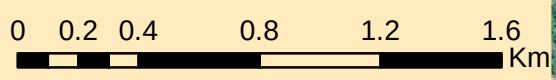


SIMBOLOGIA

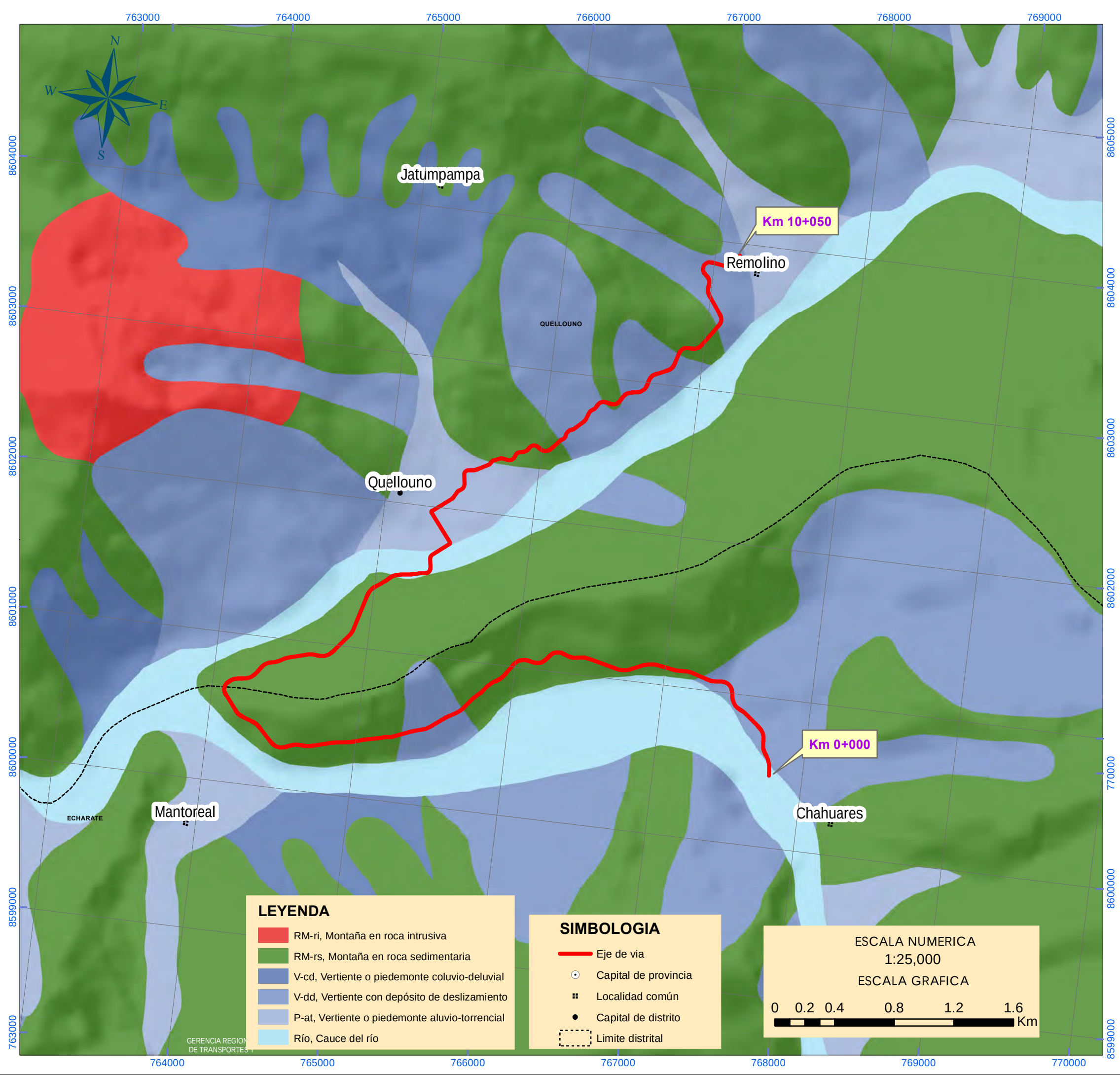
- Eje de vía
- Capital de provincia
- Localidad común
- Capital de distrito
- Limite distrital

ESCALA NUMERICA
1:25,000

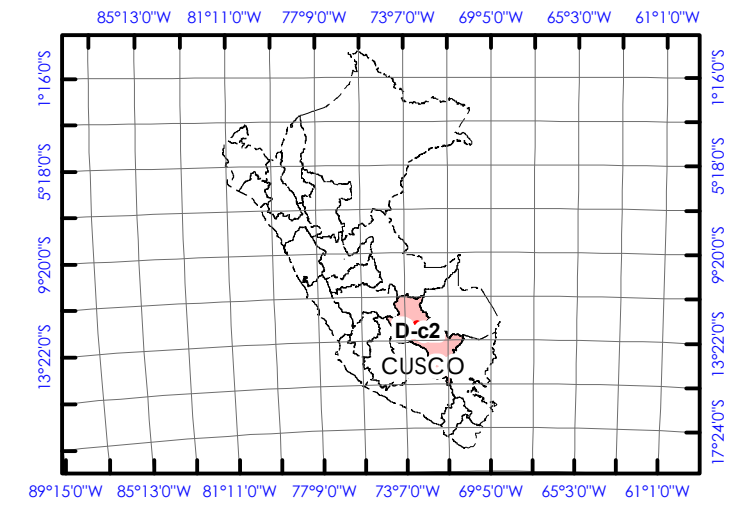
ESCALA GRAFICA



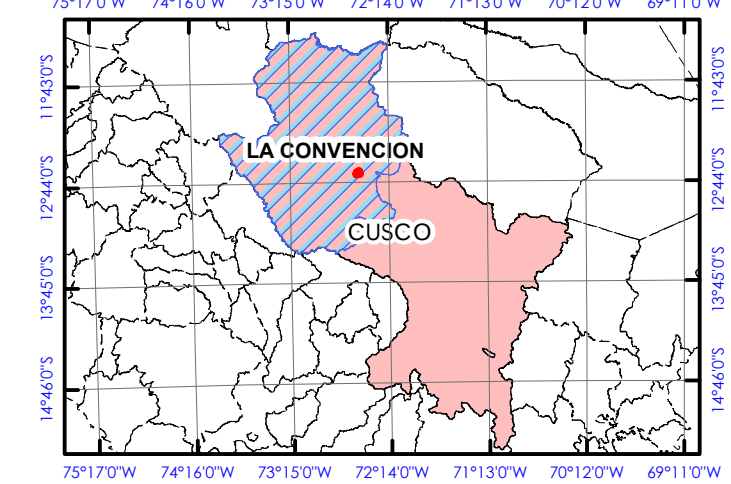
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
Titulo de la tesis: "ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025"		
FECHA: OCT-2025	PLANO: MAPA DE UBICACION	Presentado por: -Bach. QUISPE TORRES ANTHONY EDWARD -Bach. SOTO ACHAPUMA LIZBETH ANABEL
ESCALA: 1:25,000	Ubicacion Departamento:CUSCO Provincia: LA CONVENCION Distritos: ECHARATI-QUELLOUNO	
		M-01



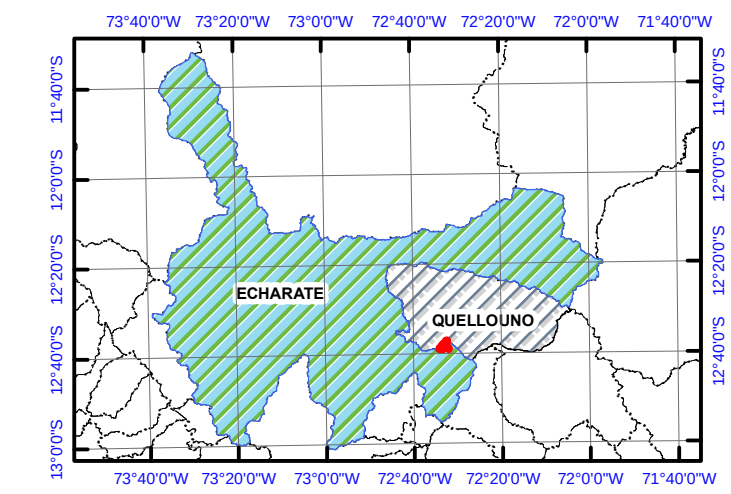
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



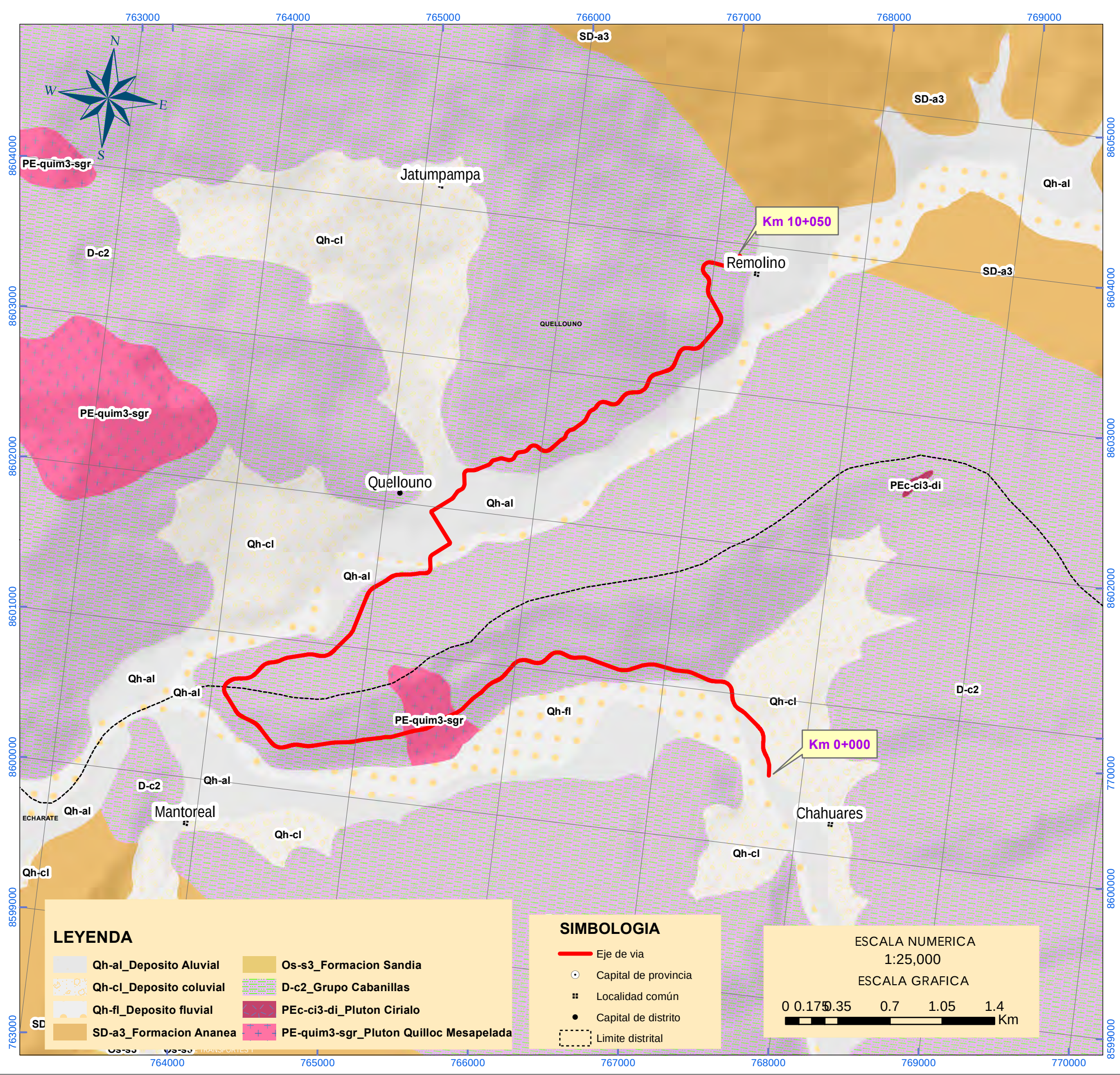
ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



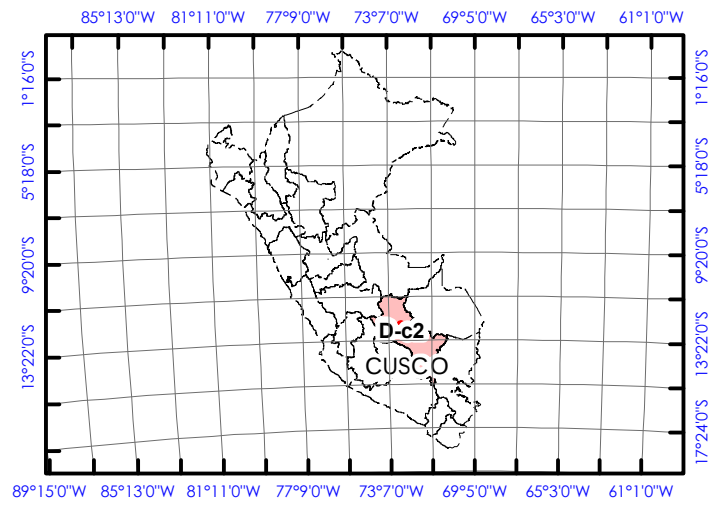
ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL



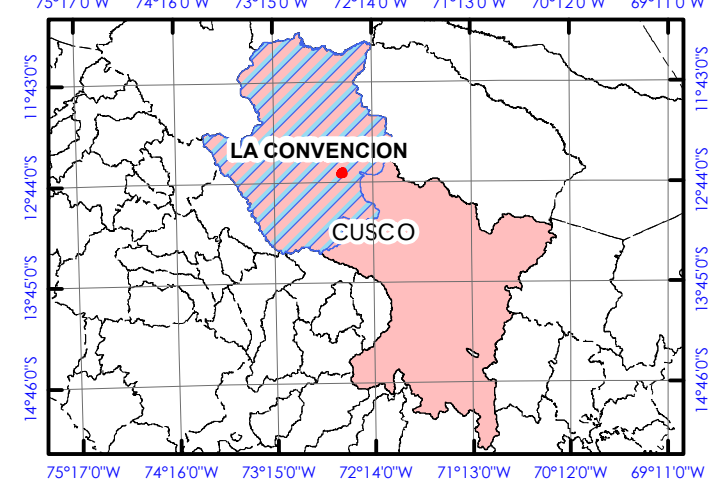
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
Título de la tesis: "ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATE - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025"		
FECHA: OCT-2025	PLANO: MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL	Presentado por: -Bach. QUISPE TORRES ANTHONY EDWARD -Bach. SOTO ACHAPUMA LIZBETH ANABEL
ESCALA: 1:25,000	Ubicación Departamento: CUSCO Provincia: LA CONVENCIÓN Distritos: ECHARATE-QUELLOUNO	
M-02		



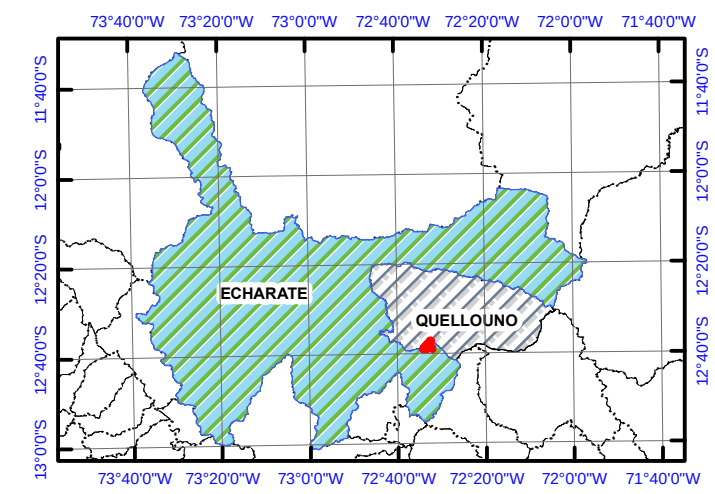
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL



LEYENDA

Qh-al_Deposito Aluvial	Os-s3_Formacion Sandia
Qh-cl_Deposito coluvial	D-c2_Grupo Cabanillas
Qh-fl_Deposito fluvial	PEc-ci3-di_Pluton Cirialo
SD-a3_Formacion Ananea	PE-quim3-sgr_Pluton Quilloc Mesapelada

SIMBOLOGIA

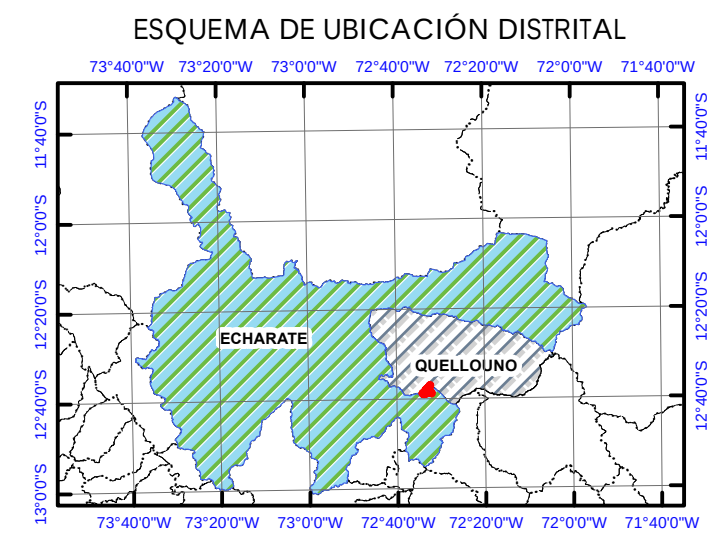
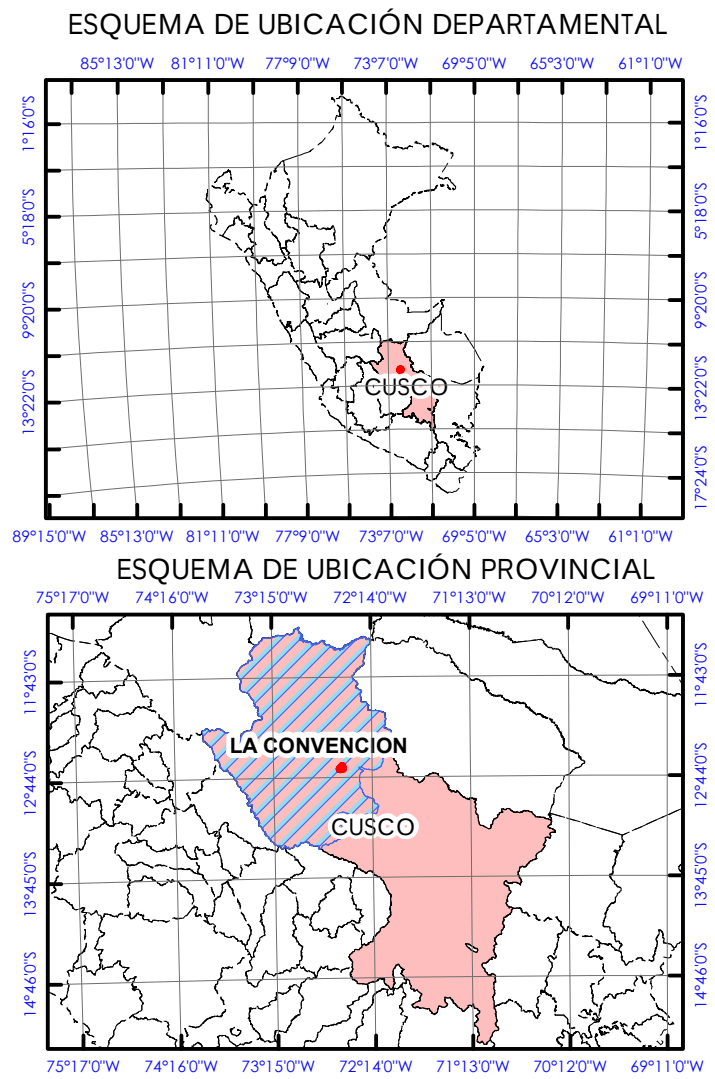
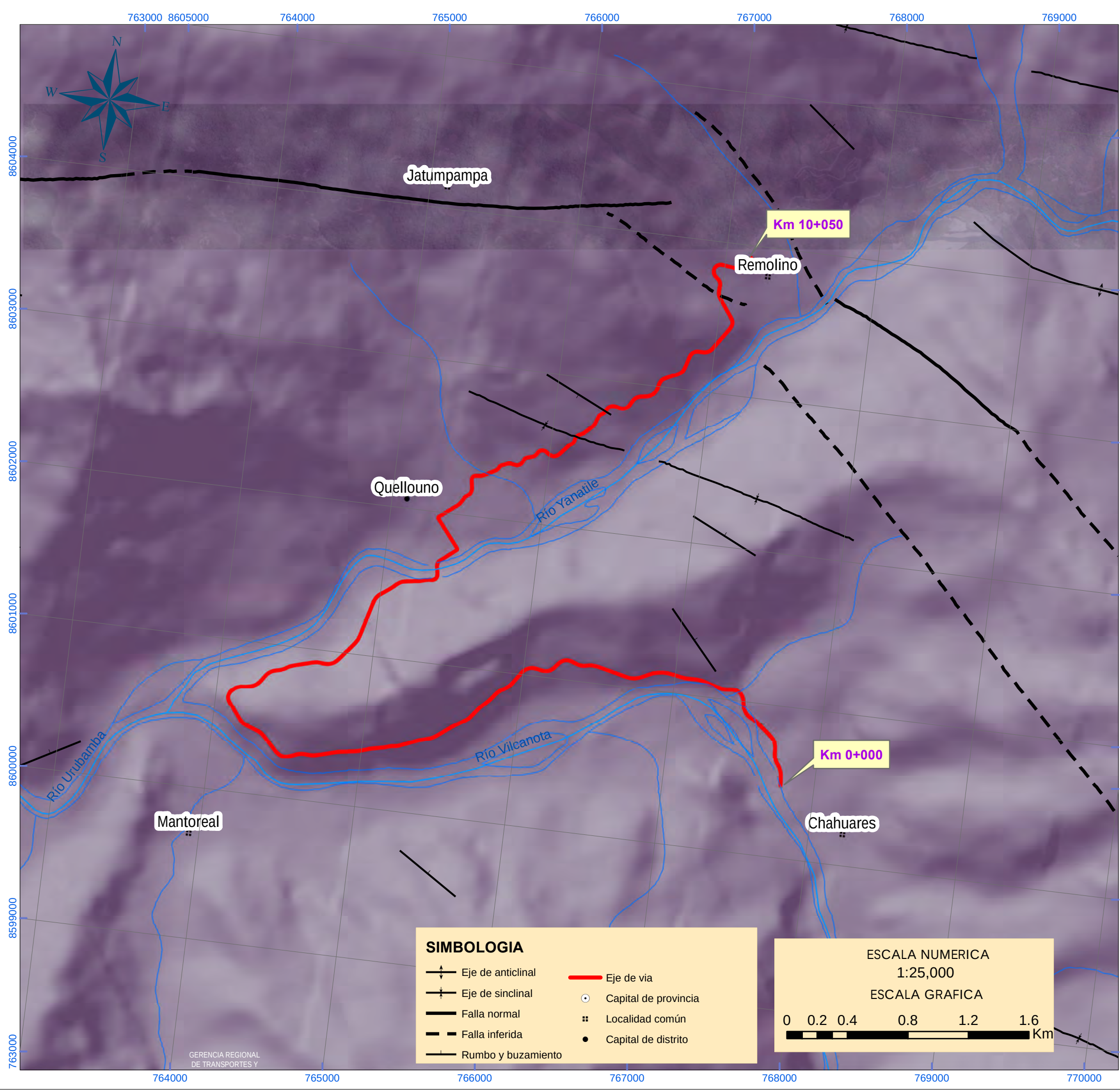
- Eje de via
- Capital de provincia
- Localidad común
- Capital de distrito
- Limite distrital

ESCALA NUMERICA
1:25,000

ESCALA GRAFICA

0 0.17 0.35 0.7 1.05 1.4 Km

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
Titulo de la tesis: "ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025"			
FECHA: OCT-2025	PLANO: MAPA GEOLOGICO REGIONAL		M-03
ESCALA: 1:25,000	Ubicacion Departamento:CUSCO Provincia: LA CONVENCION Distritos: ECHARATI-QUELLOUNO	Presentado por: -Bach. QUISPE TORRES ANTHONY EDWARD -Bach. SOTO ACHAPUMA LIZBETH ANABEL	



SIMBOLOGIA

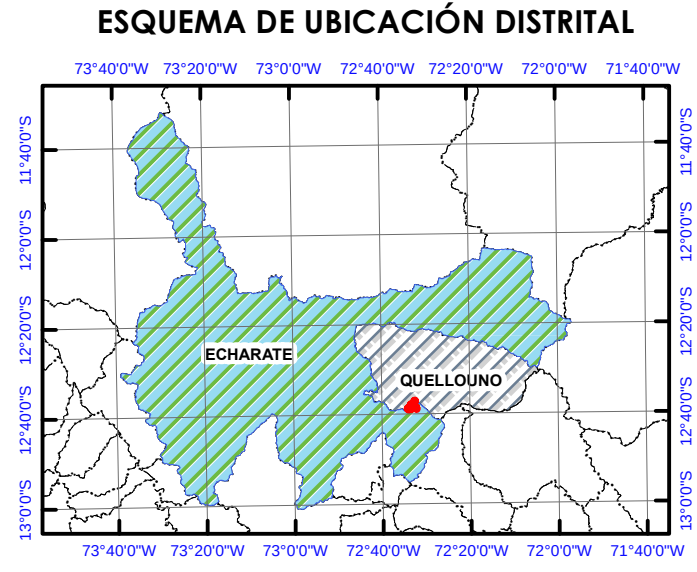
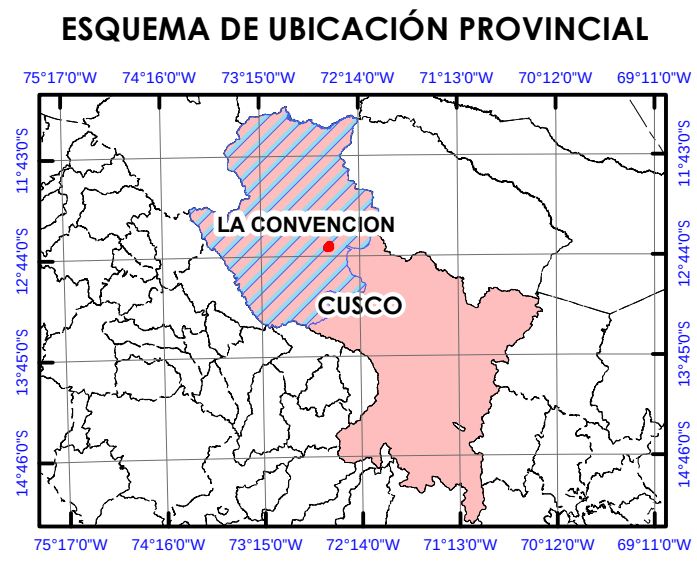
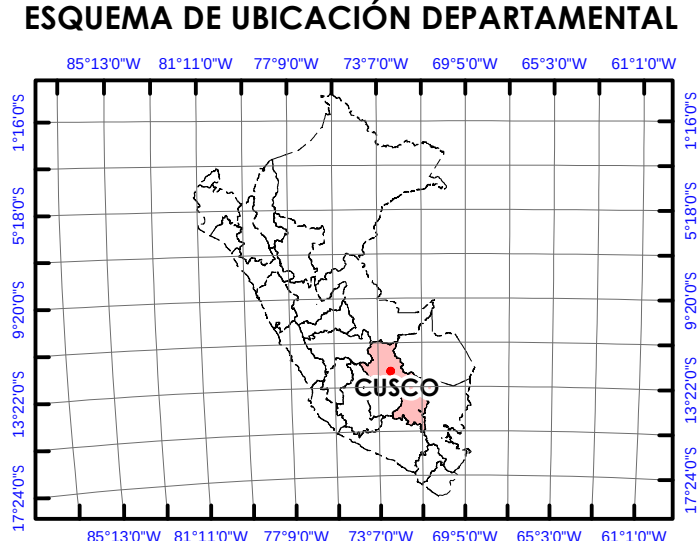
	Eje de anticlinal		Eje de via
	Eje de sinclinal		Capital de provincia
	Falla normal		Localidad común
	Falla inferida		Capital de distrito
	Rumbo y buzamiento		

ESCALA NUMERICA
1:25,000

ESCALA GRAFICA

0 0.2 0.4 0.8 1.2 1.6 Km

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
Título de la tesis: "ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUARES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATE - QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025"			
FECHA: NOV-2025	PLANO: MAPA ESTRUCTURAL REGIONAL	Presentado por: -Bach. SOTO ACHAPUMA LIZBETH ANABEL -Bach. QUISPE TORRES ANTHONY EDWARD	M-04
ESCALA: 1:25,000	Ubicación Departamento: CUSCO Provincia: LA CONVENCION Distritos: ECHARATE-QUELLOUNO		



ESTUDIO GEOLOGICO

SIMBOLOGÍA

— Progresivas

— Ancho de via proyectado

— Eje de via proyectado

— Topografía

— Ambito de estudio

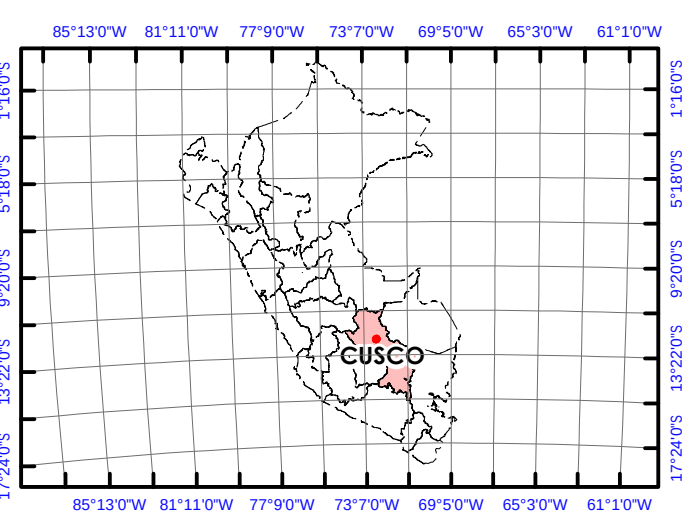
LEYENDA

Qh-al, Depósito aluvial	Qh-fi, Depósito fluvial
Qh-bi, Depósitos biogénicos	SD-a3, Formación Ananea
Qh-cl, Depósito coluvial	D-c2, Grupo Cabanillas
Q-clal, Depósito coluvio-aluvial	PE-quim3-sgr, Plutón Quilloc Mesapelada
Q-clal, Depósito coluvio-deluvial	

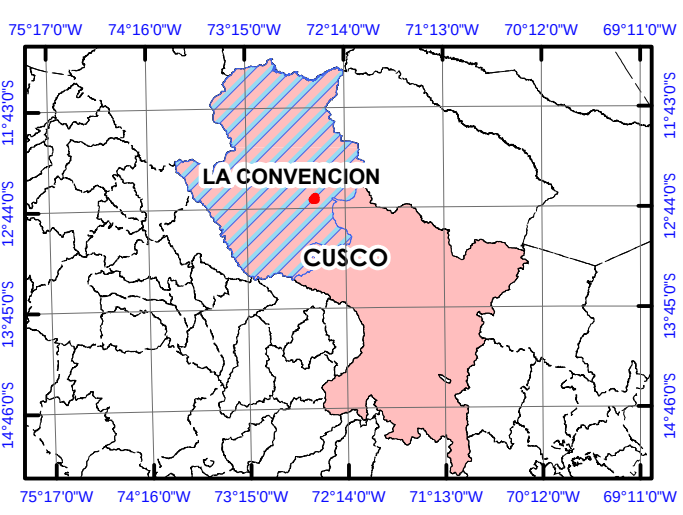
0 0.05 0.1 0.2 Km



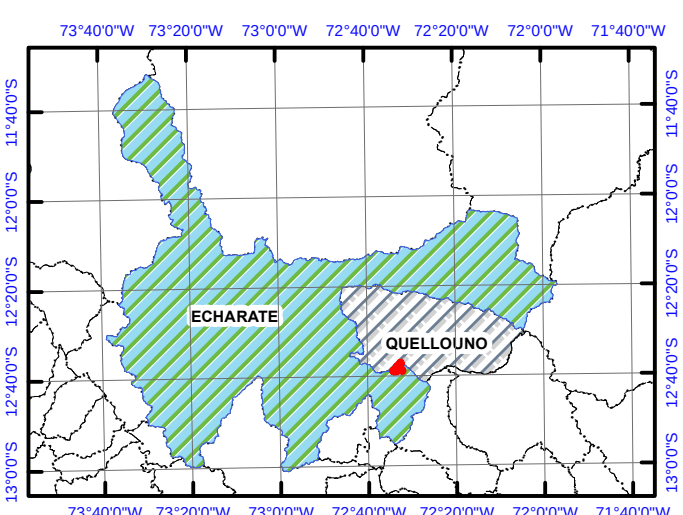
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



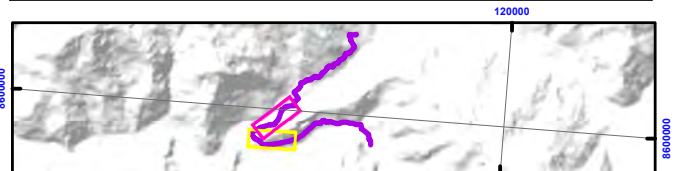
ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL



ESTUDIO GEOLOGICO



SIMBOLOGÍA

- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Topografia
- Ambito de estudio

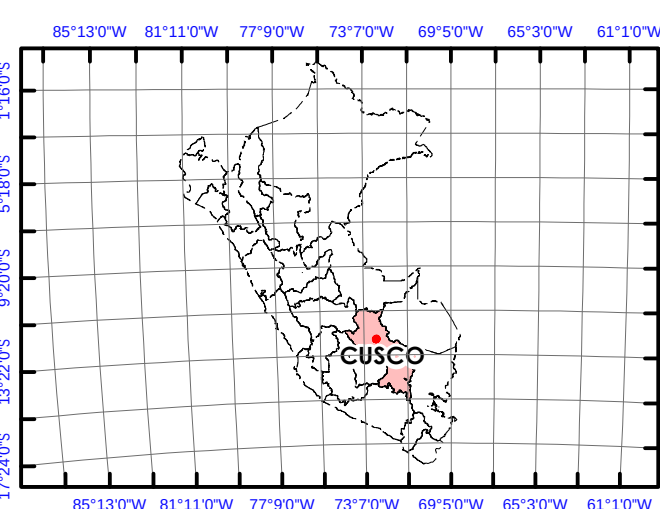
LEYENDA

Unidades Geológicas	
Qh-al, Depósito aluvial	Qh-fl, Depósito fluvial
Qh-bi, Depósitos biogénicos	SD-a3, Formación Ananea
Qh-cl, Depósito coluvial	D-c2, Grupo Cabanillas
Q-clal, Depósito coluvio-aluvial	PE-quim3-sgr, Plutón Quillooc Mesapelada
Q-clil, Depósito coluvio-deluvial	

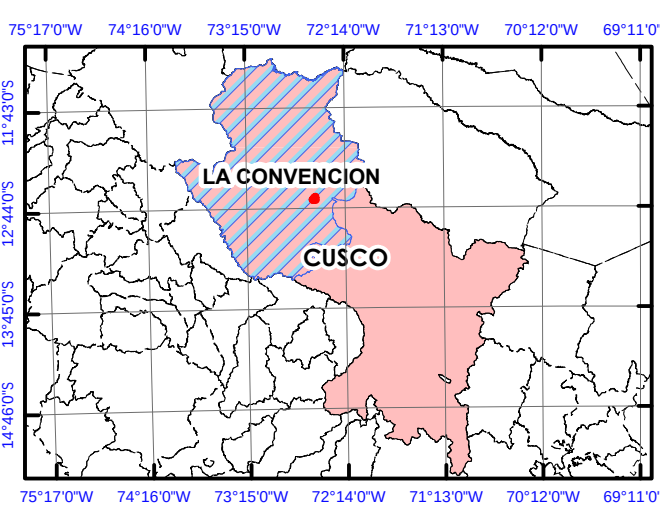




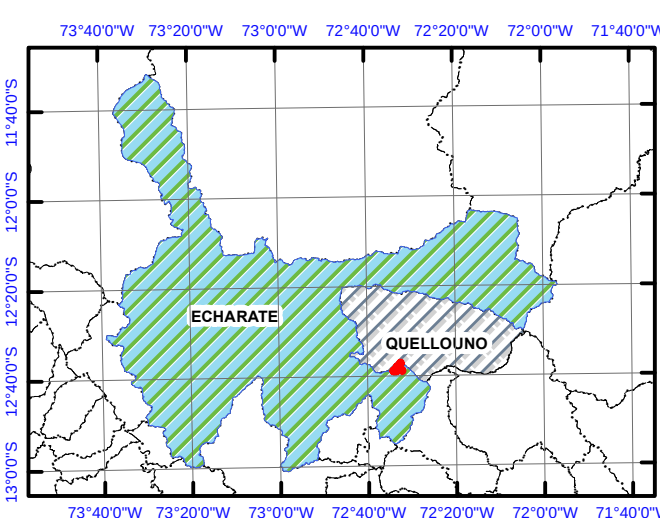
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



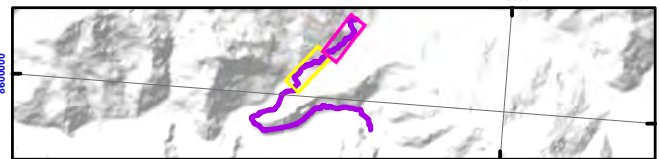
ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL



ESTUDIO GEOLOGICO



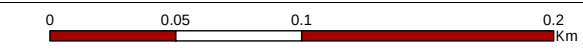
Frame Superior Frame Inferior

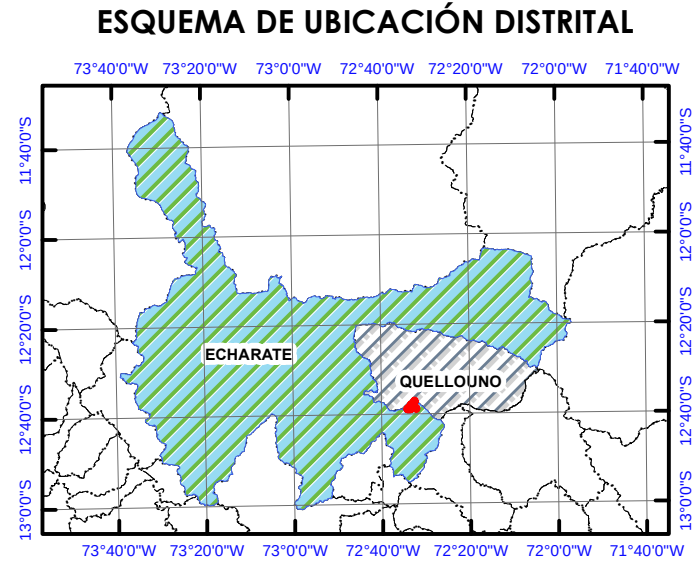
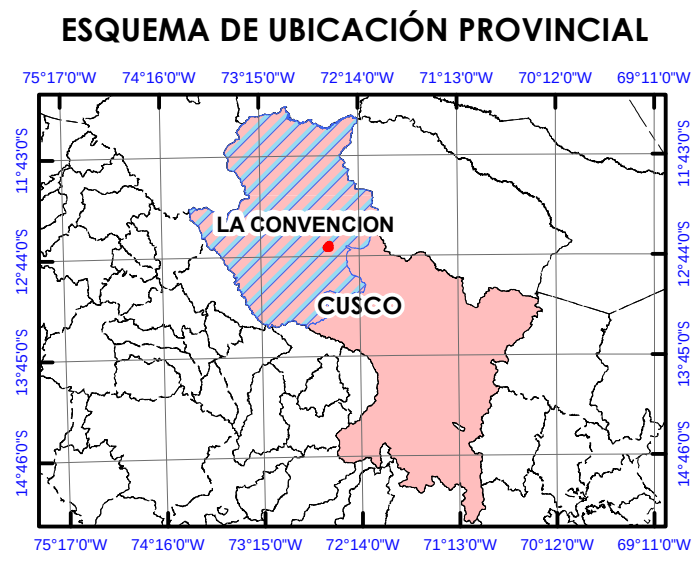
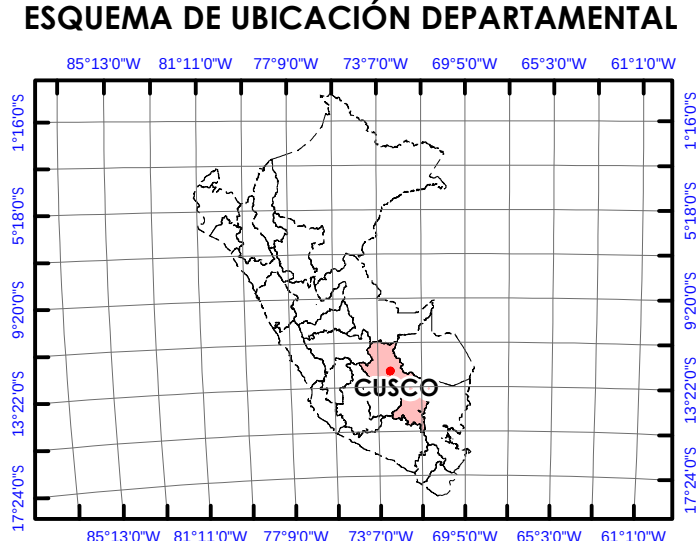
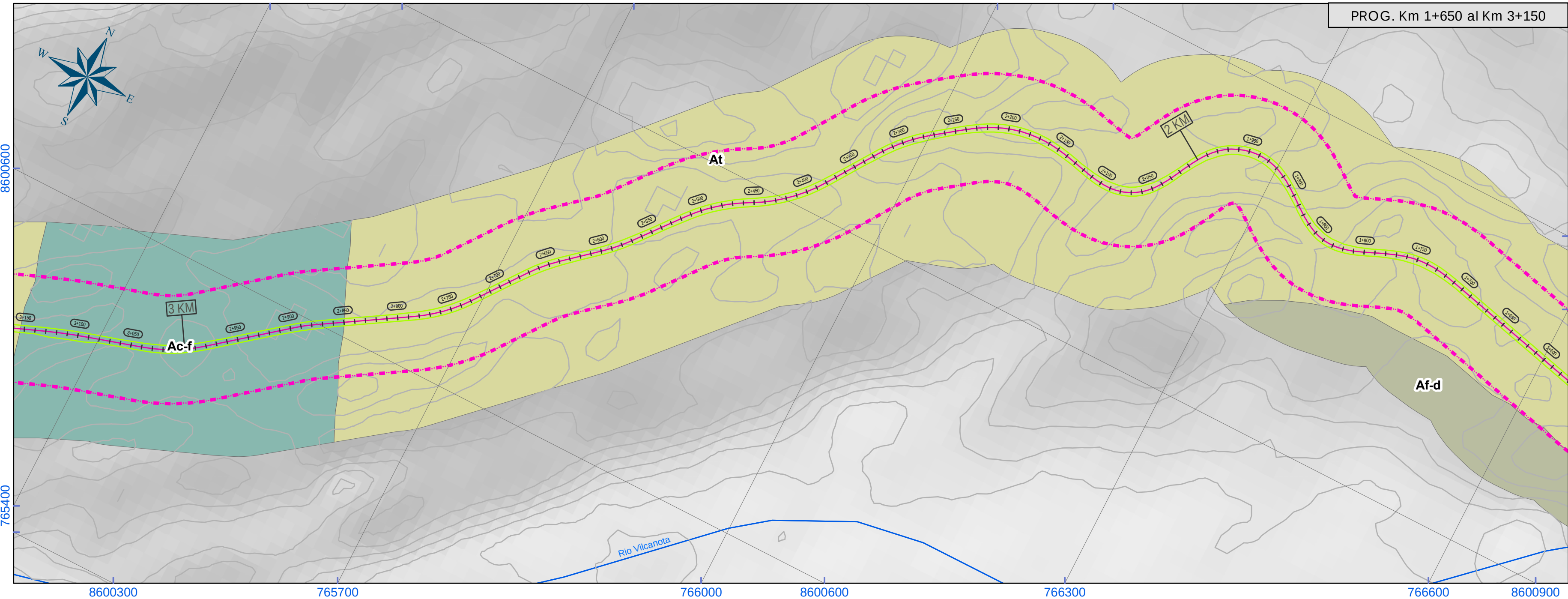
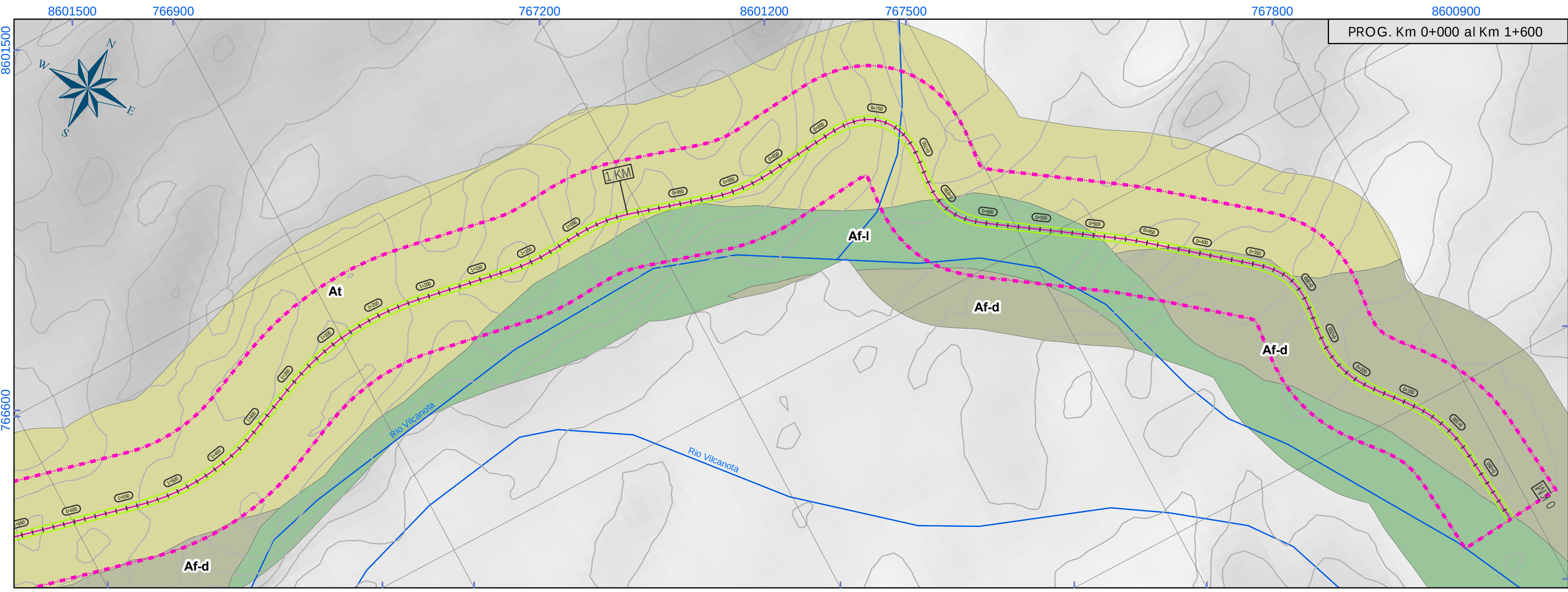
SIMBOLOGÍA

- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Topografía
- Ambito de estudio

LEYENDA

Unidades Geológicas	
Qh-al, Depósito aluvial	Qh-fl, Depósito fluvial
Qh-bi, Depósitos biogénicos	SD-a3, Formación Ananea
Qh-cl, Depósito coluvial	D-c2, Grupo Cabanillas
Q-clal, Depósito coluvio-aluvial	PE-quim3-sgr, Plutón Quilloc Mesapelada
Q-clil, Depósito coluvio-deluvial	





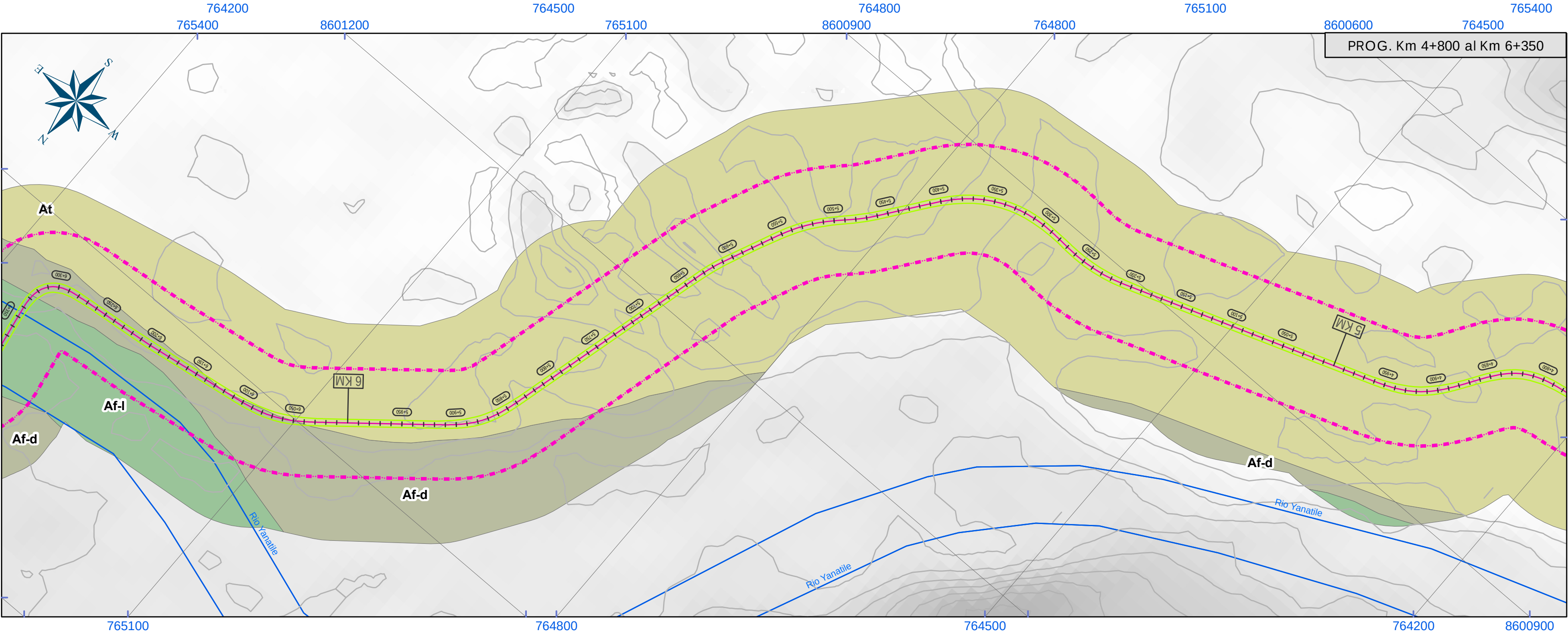
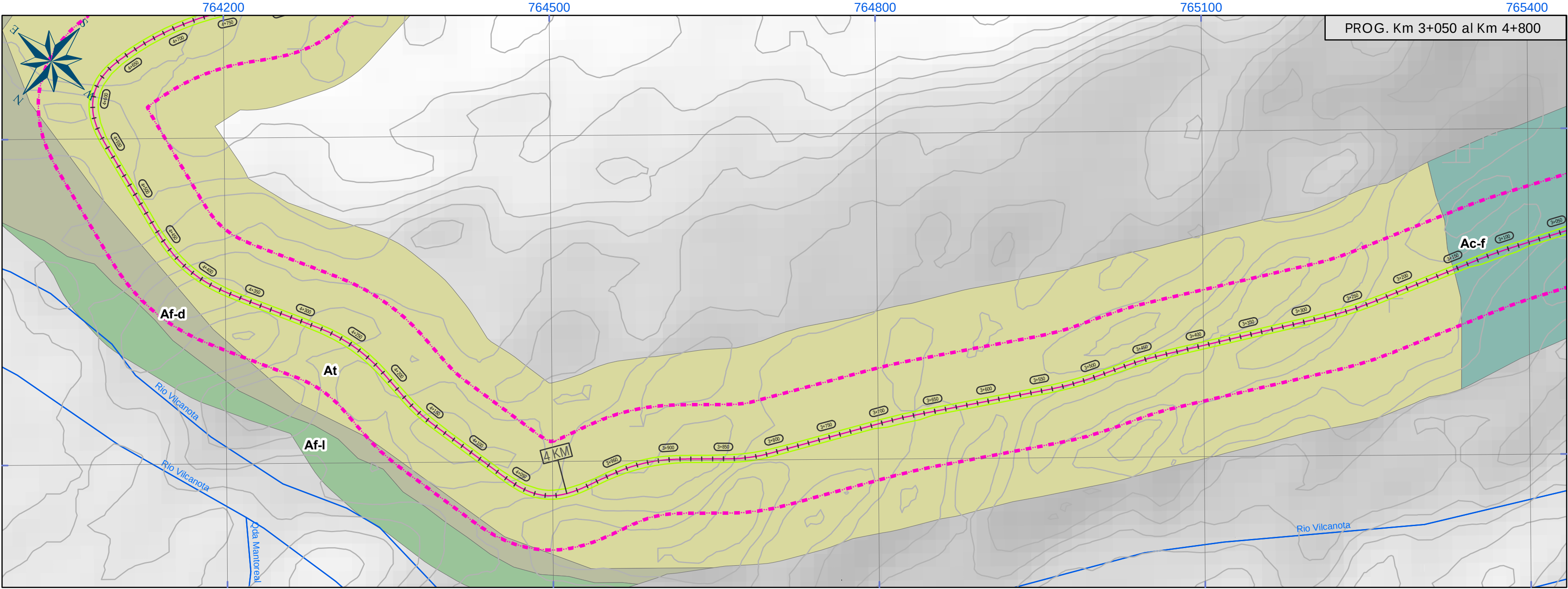
ESTUDIO HIDROGEOLOGICO

SIMBOLOGÍA

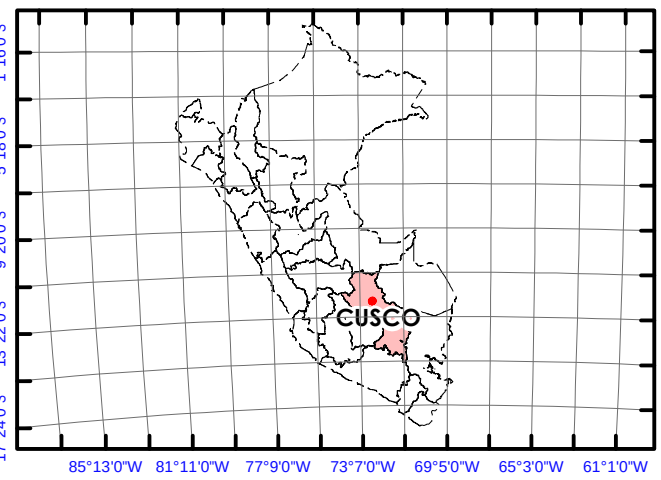
- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Curvas de nivel a cada 25m
- Ambito de estudio
- Rios

LEYENDA

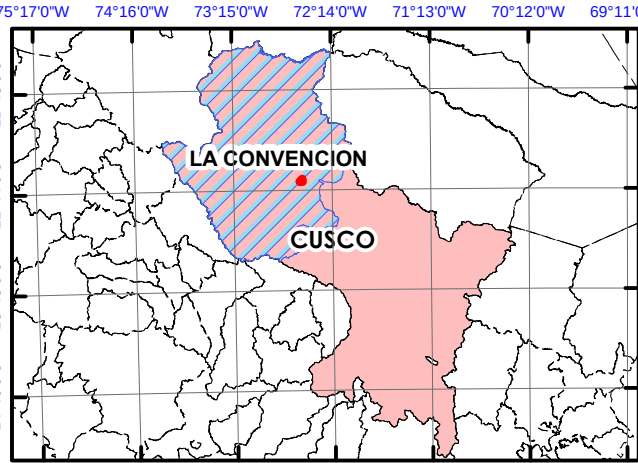
- Ac Acuícludo
- At Acuitardo
- Af-c Acuífero confinado
- Af-d Acuífero detrítico
- Af-f Acuífero fisurado
- Af-I Acuífero libre



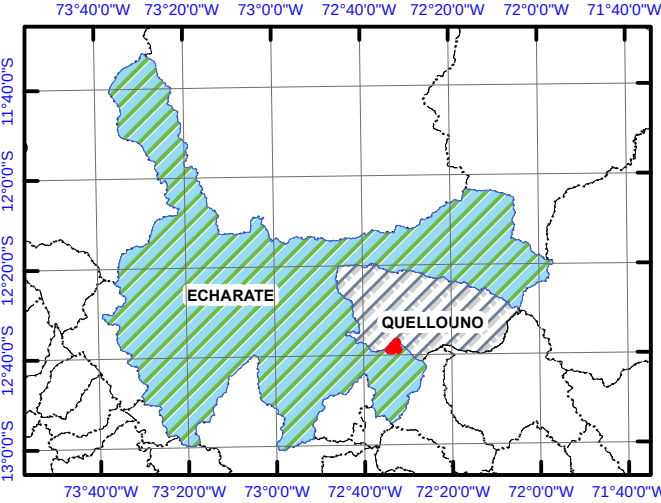
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



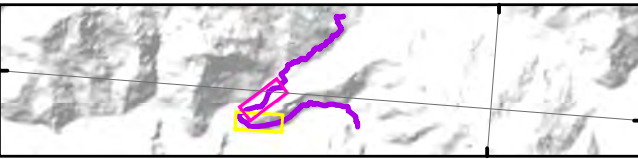
ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO

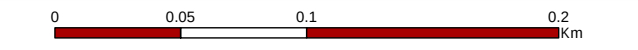


SIMBOLOGÍA

- Progresivas
- Ancho de vía proyectado
- Eje de vía proyectado
- Curvas de nivel a cada 25m
- Ambito de estudio
- Rios

LEYENDA

- Ac Acuícludo
- At Acuitardo
- Af-c Acuífero confinado
- Ac-d Acuífero detrítico
- Af-f Acuífero fisurado
- Af-l Acuífero libre



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

DEPARTAMENTO:
CUSCO

PROVINCIA:
LA CONVENCIÓN

DISTRITOS:
ECHARATI-QUELLOUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN
ANTONIO ABAD DEL CUSCO

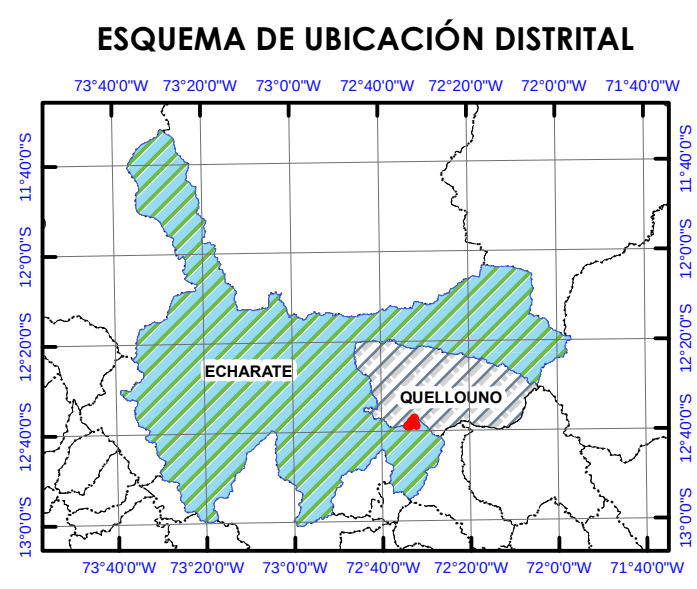
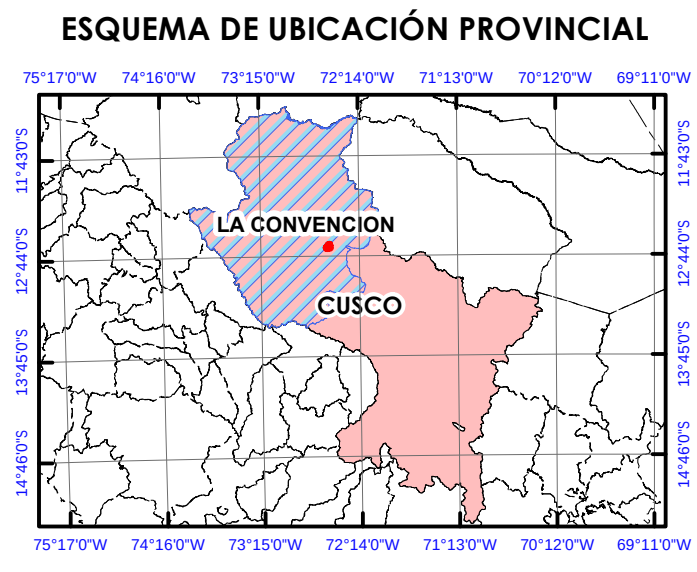
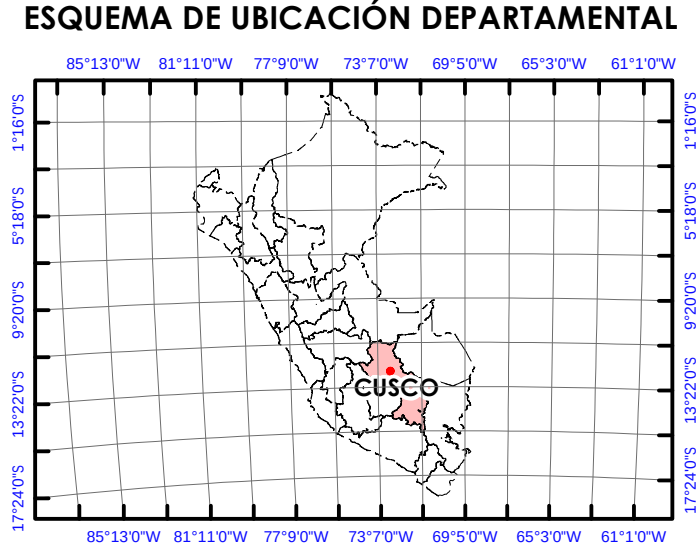
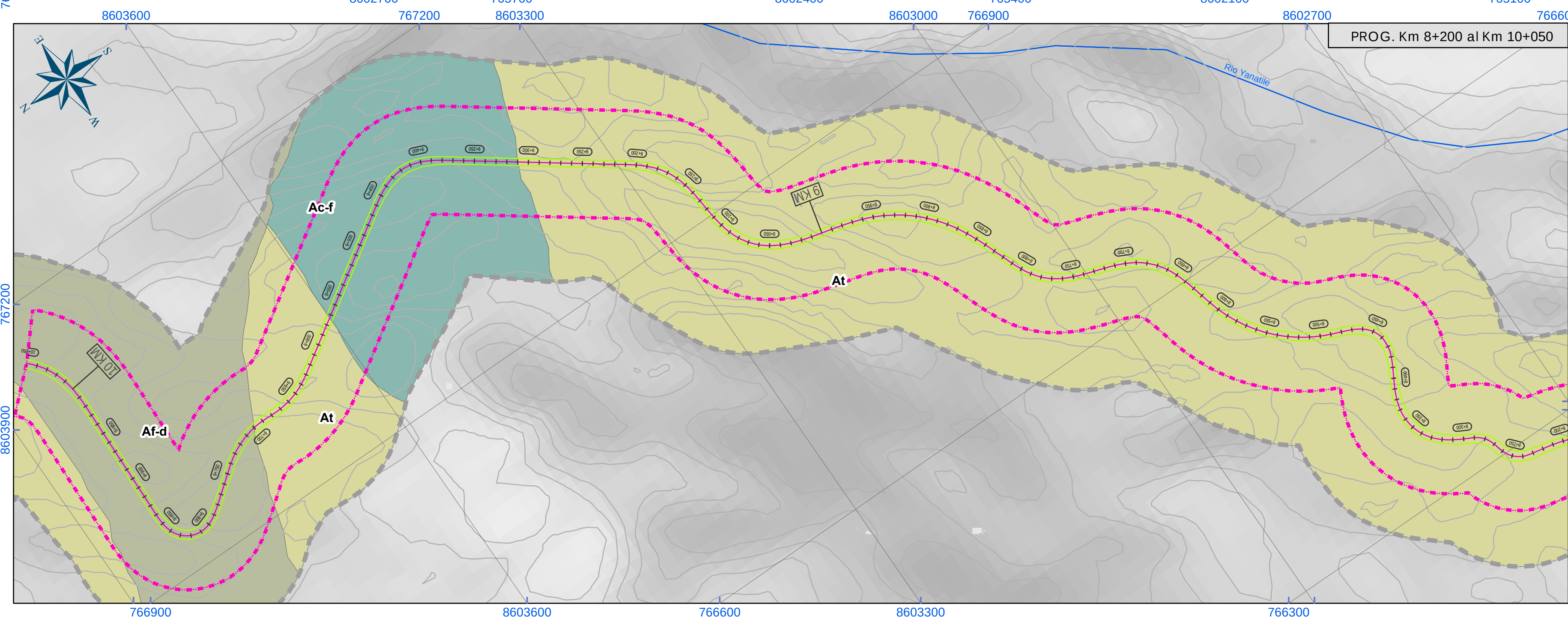
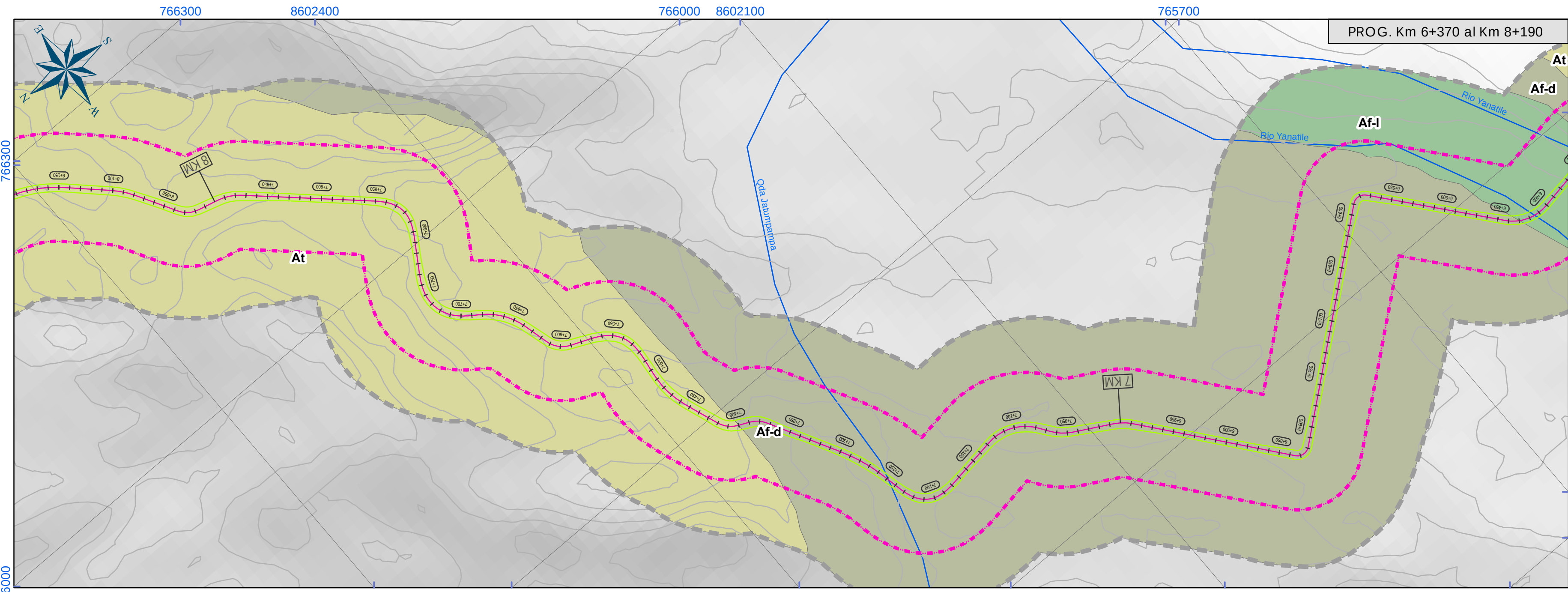
TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA
CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUALES -
QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI - QUELLOUNO,
PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2025"

PLANO:
HIDROGEOLOGICO LOCAL

Datum Geodesico: WGS84
Parámetros de Proyección: Hemisferio Sur, Zona 18S
ELABORADO POR: - BACH. LIZBETH ANABEL SOTO ACHAPUMA
- BACH. ANTHONY EDWARD QUISPE TORRES

ESCALA: 1:3,000
FECHA: JULIO - 2026

LÁMINA N°: M-06-02



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO

Frame Superior Frame Inferior

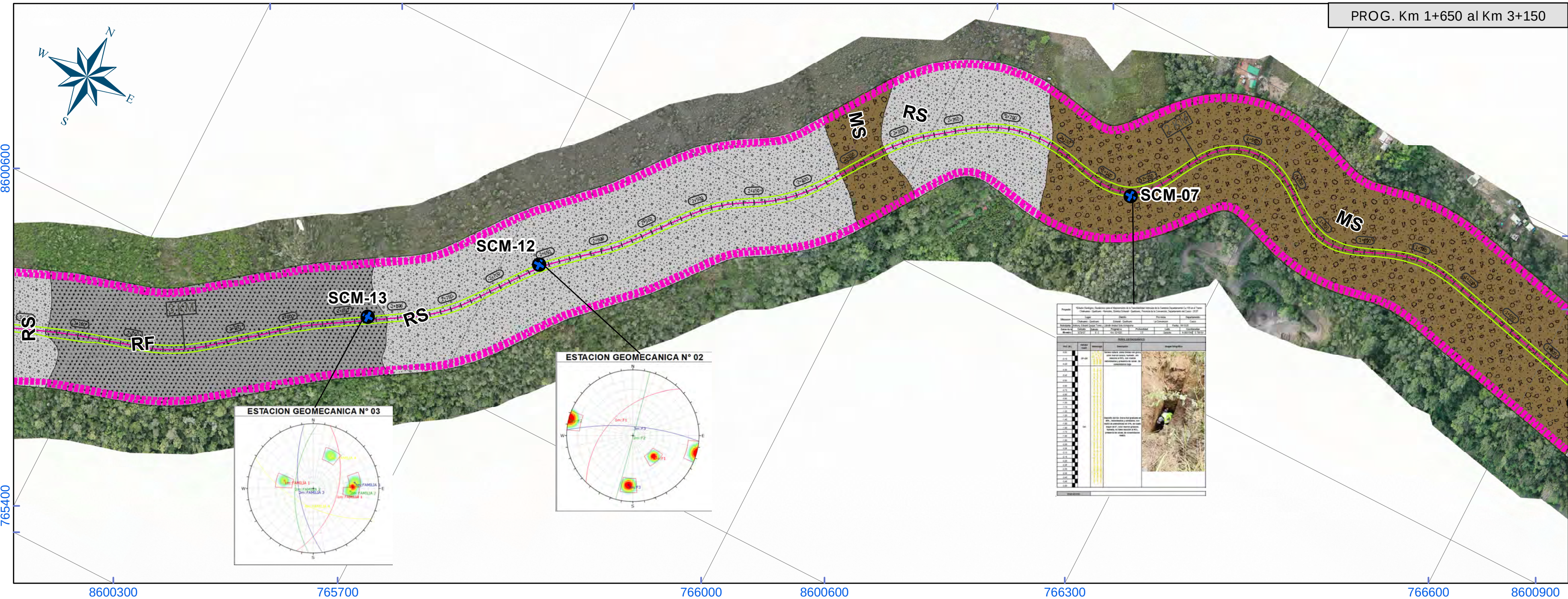
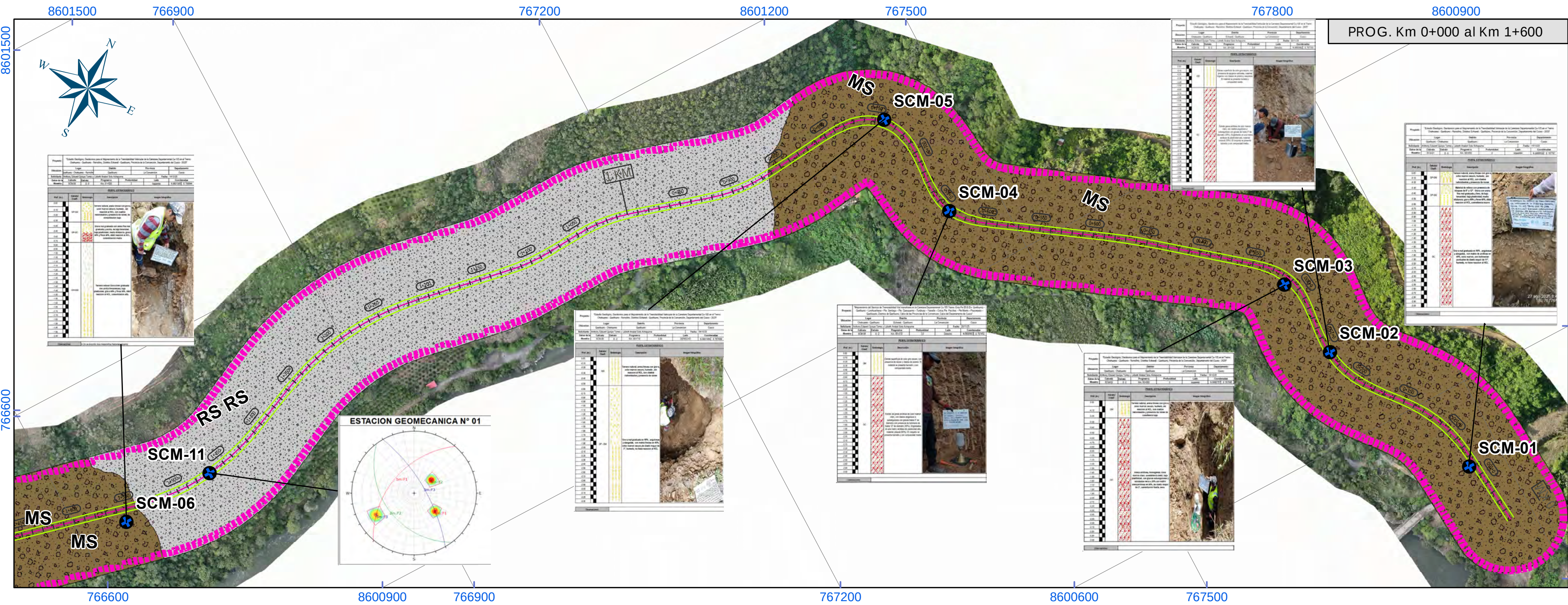
SIMBOLOGÍA

- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Curvas de nivel a cada 25m
- Ambito de estudio
- Rios

LEYENDA

Ac	Acuífido
At	Acuitardo
Af-c	Acuífero confinado
Ac-d	Acuífero detrítico
Af-f	Acuífero fisurado
Af-l	Acuífero libre

0 0.05 0.1 0.2 Km



ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL

ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL

ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL

ESTUDIO GEOTECNICO

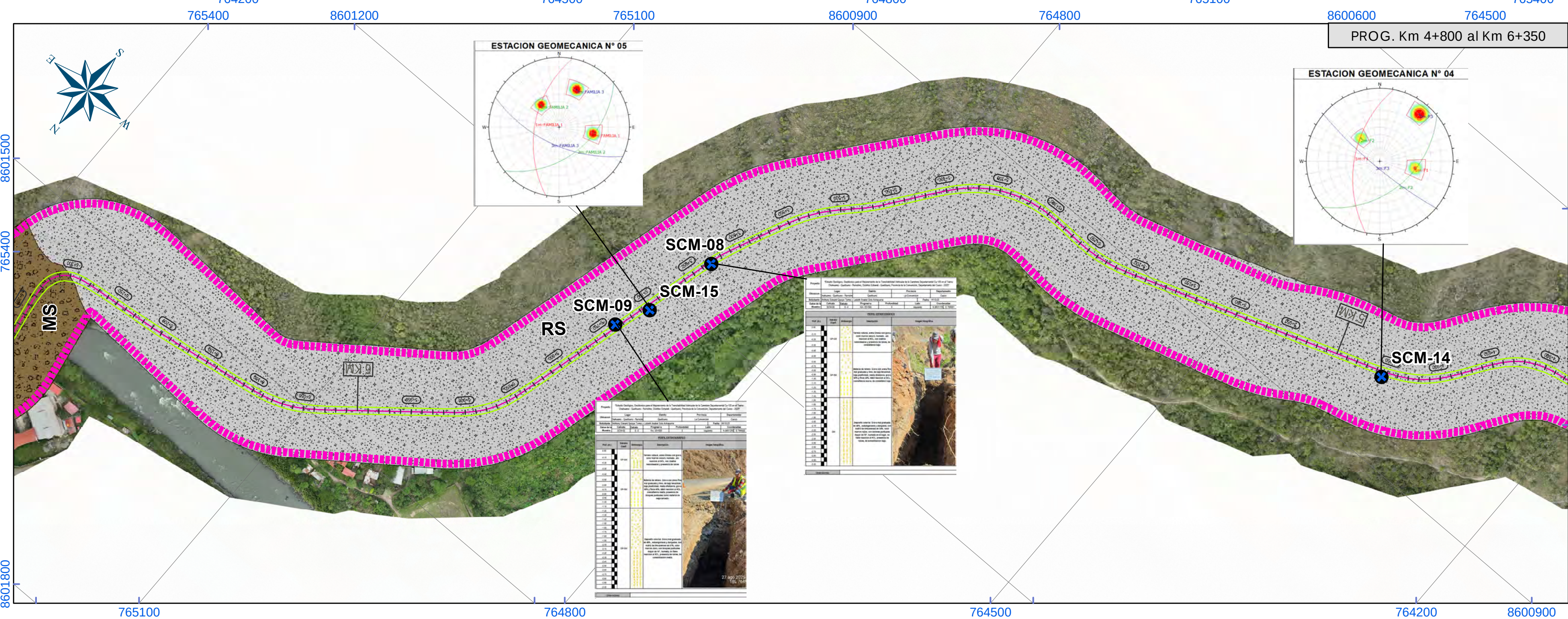
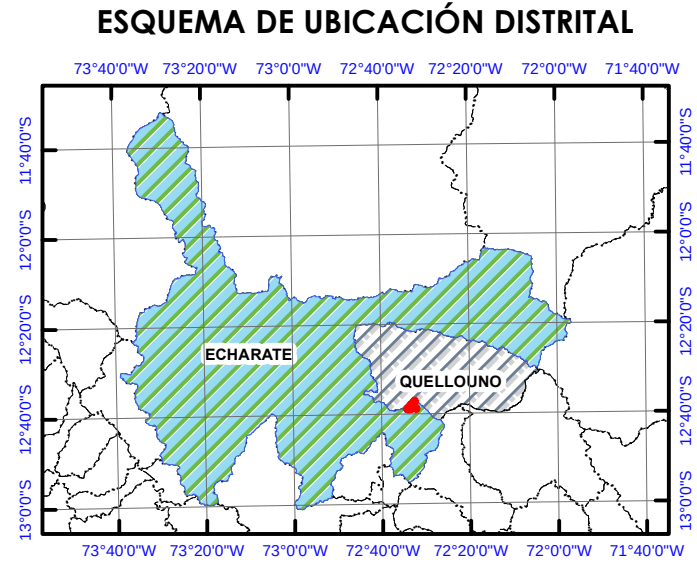
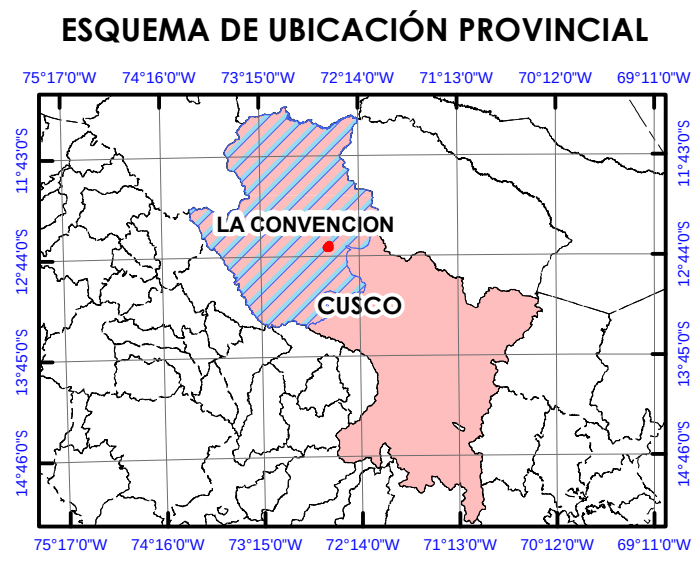
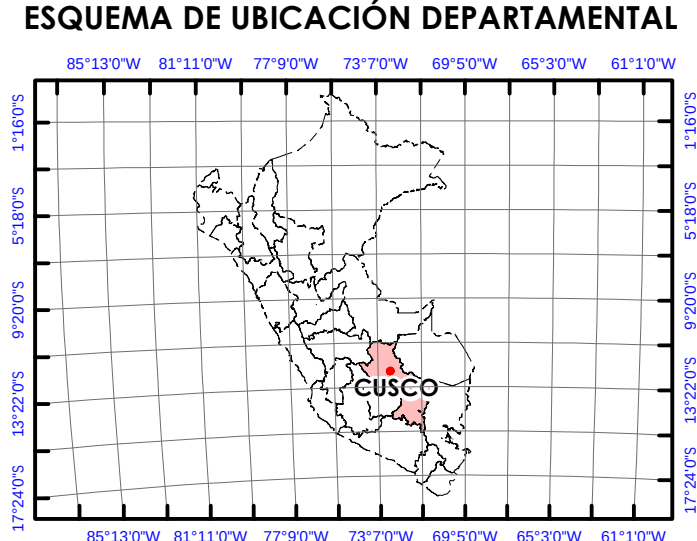
SIMBOLOGÍA

- Sectores Comprometidos
- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Topografía
- Area de estudio

LEYENDA

Clasificacion de Materiales

- Material Suelto
- Roca Suelta
- Roca Fija



ESTUDIO GEOTECNICO

Frame Superior
Frame Inferior

SIMBOLOGÍA

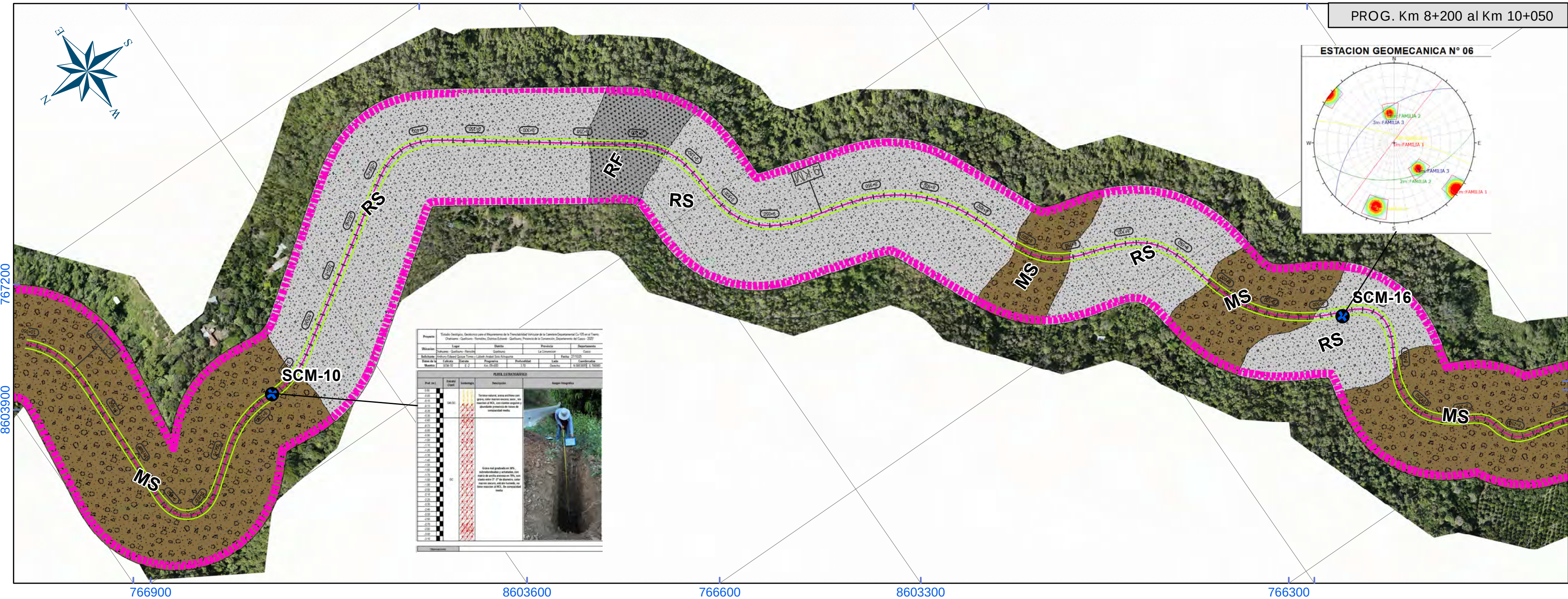
- Sectores Comprometidos
- Progresivas
- Ancho de via proyectado
- Eje de via proyectado
- Topografía
- Area de estudio

LEYENDA

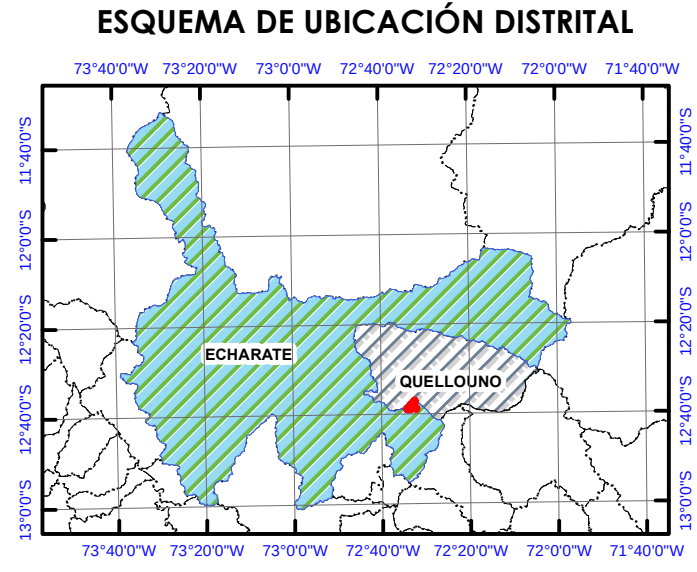
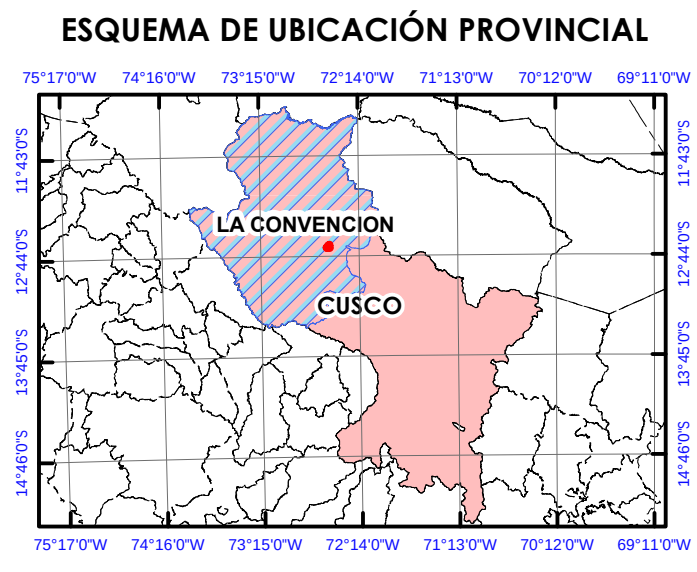
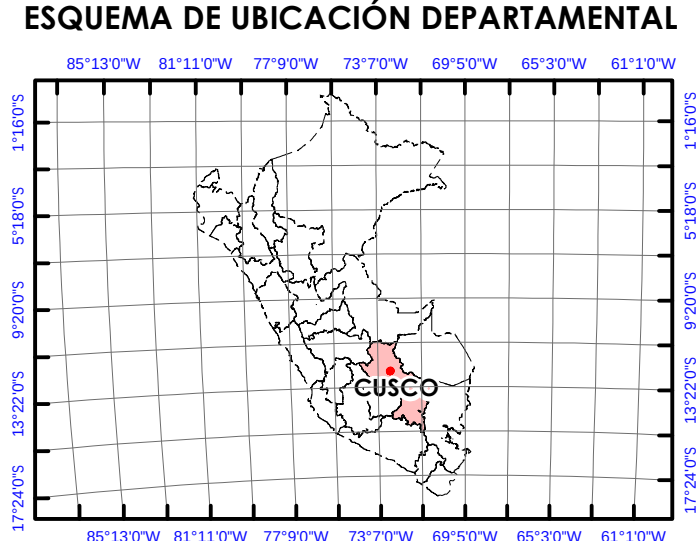
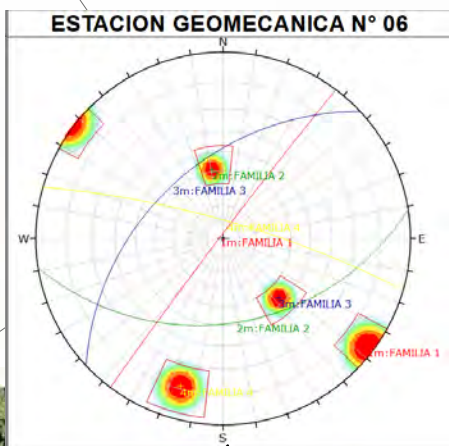
Clasificacion de Materiales

- Material Suelto
- Roca Suelta
- Roca Fija

0 0.05 0.1 0.2 km



PUNTA ESTADÍSTICA									
Prof. (m)	Tamaño (cm)	Descripción	Imagen Fotografía						
100	10	Material Suelto							
90	10	Material Suelto							
80	10	Material Suelto							
70	10	Material Suelto							
60	10	Material Suelto							
50	10	Material Suelto							
40	10	Material Suelto							
30	10	Material Suelto							
20	10	Material Suelto							
10	10	Material Suelto							
0	10	Material Suelto							

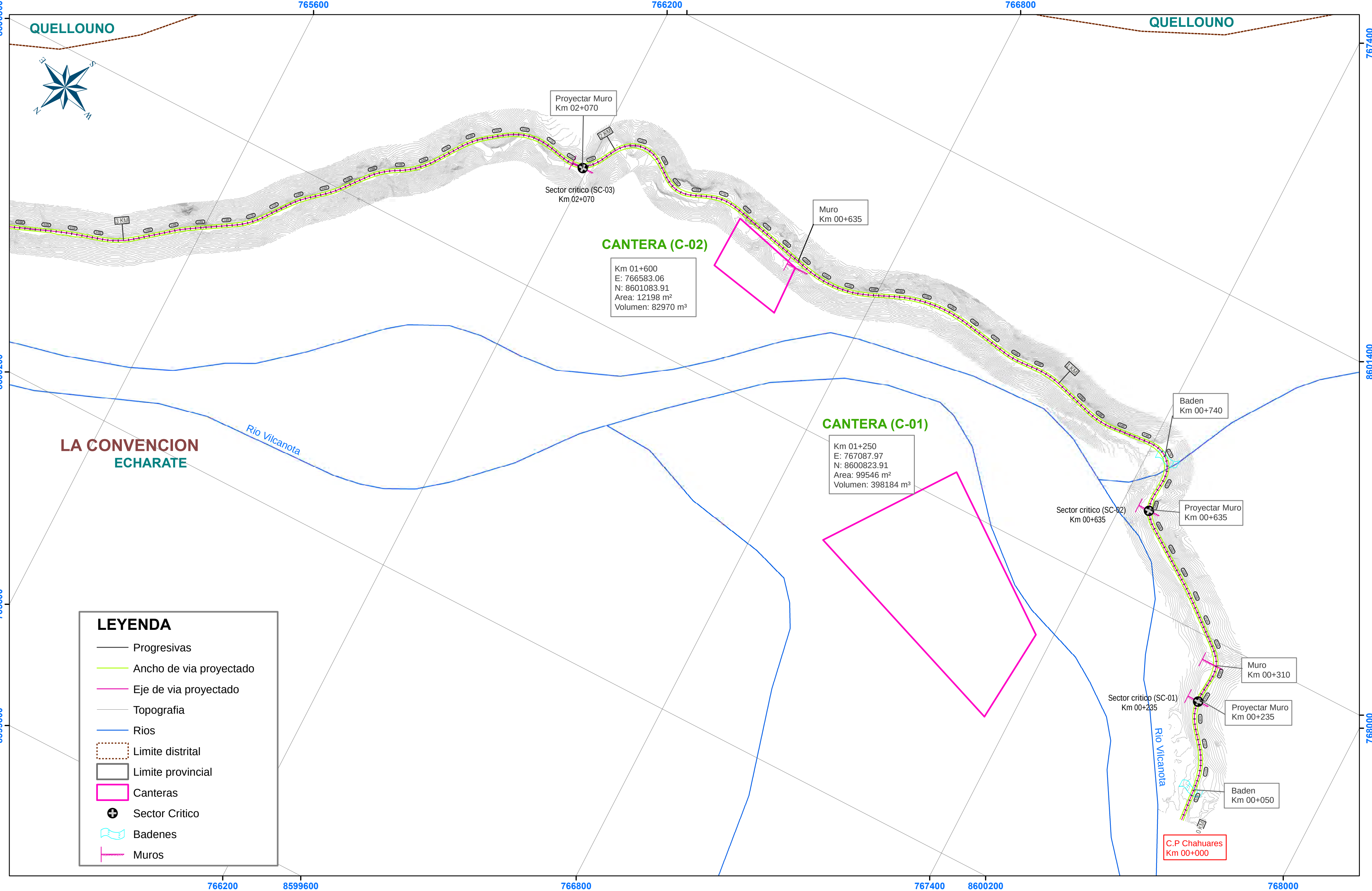


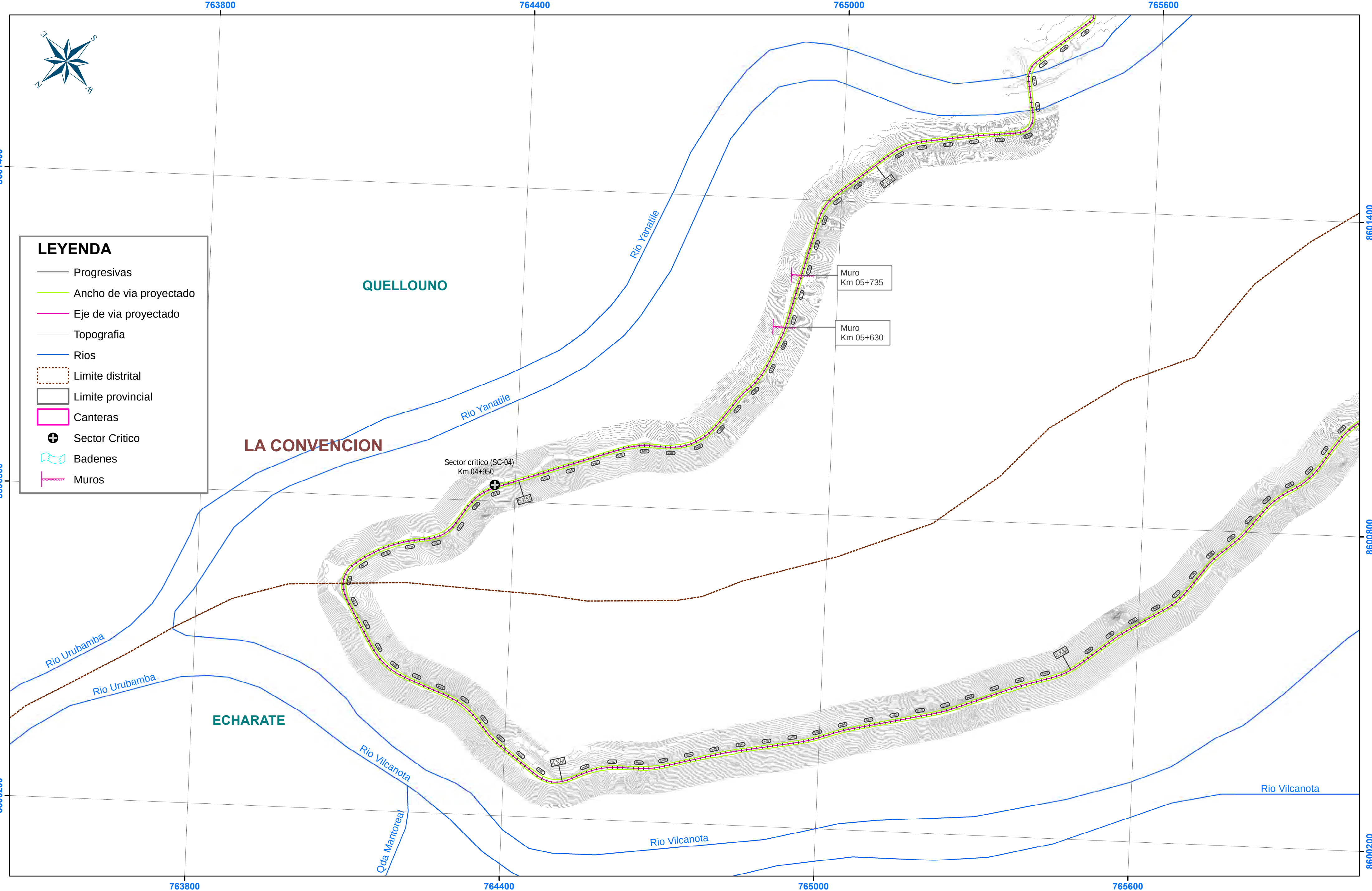
ESTUDIO GEOTECNICO

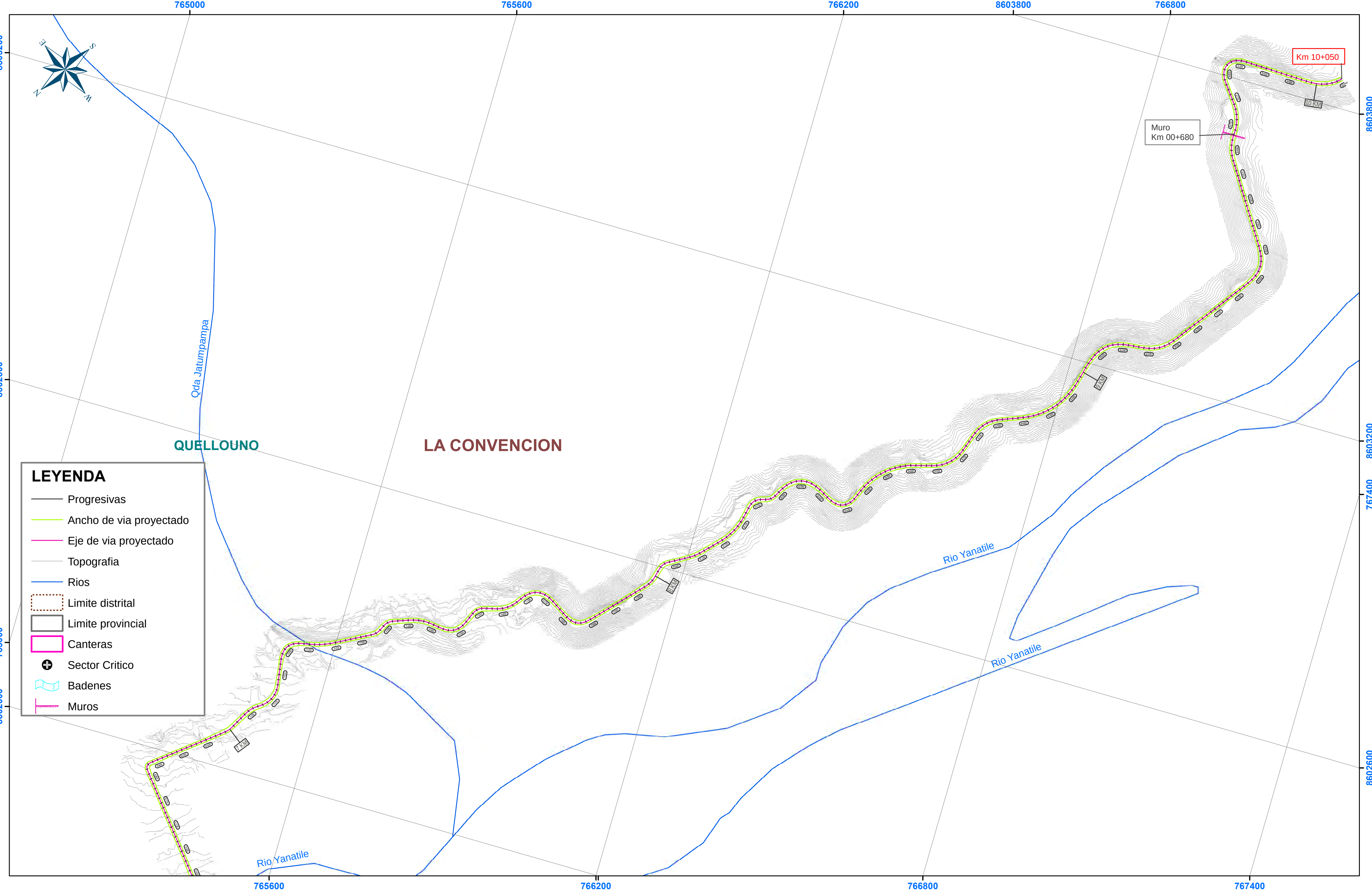
SIMBOLOGÍA
● Sectores Comprometidos
— Progresivas
— Ancho de vía proyectado
— Eje de vía proyectado
— Topografía
■ Area de estudio

LEYENDA
Clasificación de Materiales
■ Material Suelto
■ Roca Suelta
■ Roca Fija

0 0.05 0.1 0.2 Km



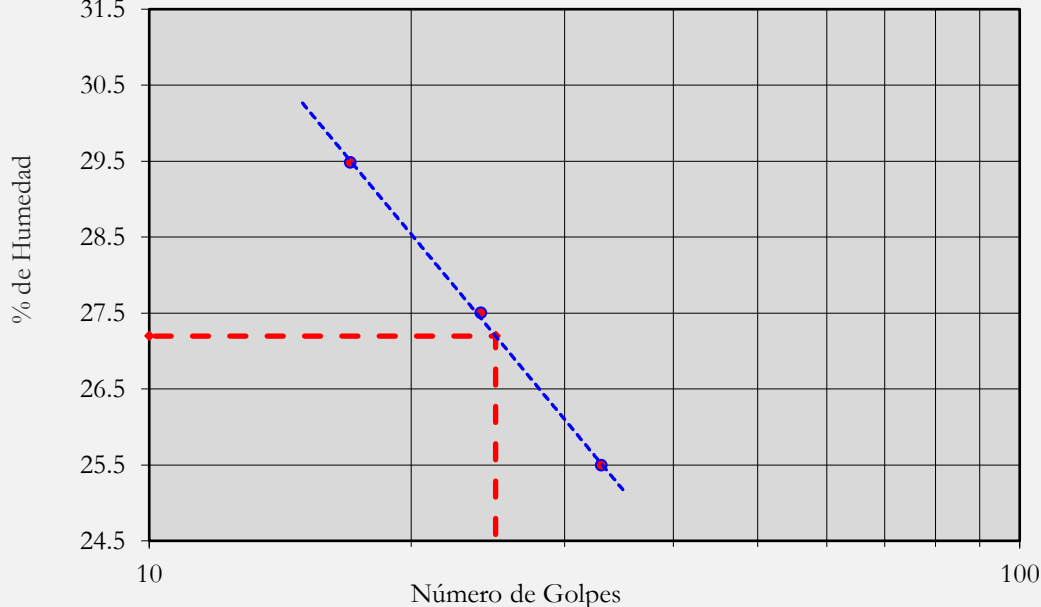
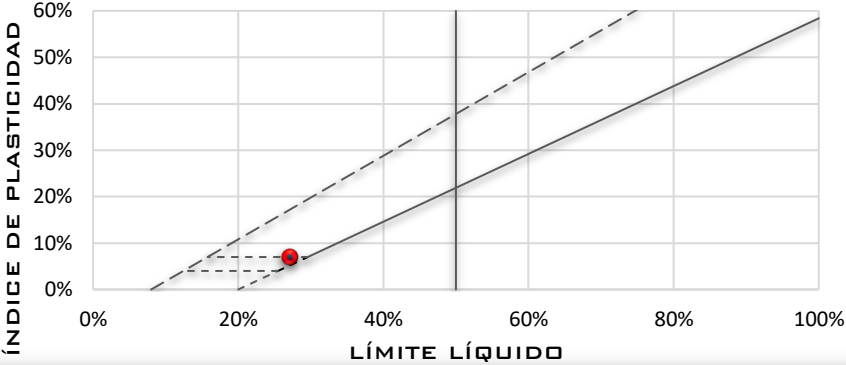




ENSAYOS DE LABORATORIO

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																															
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25																																										
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																																										
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3	Izquierdo	N 8600528	E 767767																																									
SCM-01 E -3 Km. 00+050																																																
<table><thead><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>8.0 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>27.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>20.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>7.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GC</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-2-4(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.854 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.27</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>28.82</td></tr></tbody></table>								RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.0 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	27.0 %	MTC E - 111	L.P	20.0 %	MTC E - 111	I.P	7.0 %	Clasificacion	SUCS		GC	AASHTO		A-2-4(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.854 g/cm3	Cohesion		C	0.27	Angulo de Friccion		φ	28.82
RESUMEN DE RESULTADOS																																																
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																													
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.0 %																																													
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	27.0 %																																													
	MTC E - 111	L.P	20.0 %																																													
	MTC E - 111	I.P	7.0 %																																													
Clasificacion	SUCS		GC																																													
	AASHTO		A-2-4(0)																																													
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.854 g/cm3																																													
Cohesion		C	0.27																																													
Angulo de Friccion		φ	28.82																																													
Observaciones:																																																

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																			
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento													
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco													
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha :		14/10/25											
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas														
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3	Izquierdo	N 8600528	E 767767													
Greanulometria - MTC E 107								Datos para la Clasificacion												
Datos de Ensayo								Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"												
Peso Total : 12759.0 gr								% pasa Malla N° 4 : 36.6 %												
Peso de Fraccion : 728 gr								% pasa Malla N° 40 : 17.8 %												
Peso Muestra Lavada : 10958.1 gr								% pasa Malla N° 200 : 14.2 %												
Tabla de clasificación SUCS																				
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS													
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa															
3"	76.200				0.0															
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.													
2"	50.600		0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.													
1 1/2"	38.100	223.0	1.7	1.7	98.3	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.													
1"	25.400	1998.0	15.7	17.4	82.6	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.													
3/4"	19.050	968.0	7.6	25.0	75.0	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.													
1/2"	12.700	1899.0	14.9	39.9	60.1	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.													
3/8"	9.525	1064.0	8.3	48.2	51.8	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.													
1/4"	6.350	1262.0	9.9	58.1	41.9	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.													
No4	4.760	681.0	5.3	63.4	36.6	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.													
8	2.360	141.7	7.1	70.5	29.5															
10	2.000	31.1	1.6	72.1	27.9															
16	1.190	87.4	4.4	76.5	23.5	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.													
30	0.600	83.0	4.2	80.7	19.3															
40	0.420	30.6	1.5	82.2	17.8															
50	0.300	24.2	1.2	83.4	16.6	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.													
100	0.149	30.4	1.5	84.9	15.1															
200	0.074	18.5	0.9	85.8	14.2	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.													
< 200		281.1	14.2	100		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.													
						PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.													
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 27 %		Clasificacion SUCS : GC													
0.00	2.48	12.65			I.P : 7 %		Clasificacion AASHTO : A-2-4(0)													
REPRESENTACION GRAFICA																				
<table><tr><td colspan="3">Grava</td><td colspan="3">Arena</td><td rowspan="2">Limo y Arcilla</td></tr><tr><td>Gruesa</td><td>Media</td><td>Fina</td><td>Grueso</td><td>Medio</td><td>Fino</td></tr></table>								Grava			Arena			Limo y Arcilla	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino
Grava			Arena			Limo y Arcilla														
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino															
Observaciones :																				

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																		
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia		Departamento																														
	Quellouno - Chahuares	Quellouno	La Convencion		Cusco																														
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25																													
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																													
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3	Izquierdo	N 8600528	E 767767																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG																																			
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111																															
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2																													
N.º de Golpes	33	24	17	Recipiente N.º	10	25																													
Recipiente N.º	8	45	32	Recip. + Suelo Húmedo	24.85	17.63																													
Recip. + Suelo Húmedo	49.43	51.83	53.85	Recip. + Suelo Seco	22.92	15.88																													
Recip. + Suelo Seco	44.42	45.92	47.29	Peso Recipiente	13.37	7.08																													
Peso del Recipiente	24.77	24.43	25.04	Peso Agua	1.93	1.75																													
Peso Agua	5.01	5.91	6.56	Peso Suelo Seco	9.55	8.80																													
Peso Suelo Seco	19.65	21.49	22.25	% de Humedad	20.21	19.89																													
% de Humedad	25.50	27.50	29.48	L.P. = 20.0%																															
		L.L. = 27.0%																																	
Determinación del Limite Liquido 																																			
Resultados Límite Líquido (L.L.) = 27.00 % Límite Plástico (L.P.) = 20.00 % Índice de Plasticidad (I.P.) = 7.00 %																																			
<table><tr><th>IP</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>0 - 3</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>3 - 15</td><td>Ligeramente plástico</td></tr><tr><td>15- 30</td><td>Baja plasticidad</td></tr><tr><td>> 30</td><td>Alta plasticidad</td></tr></table>								IP	Descripción	0 - 3	No plástico	3 - 15	Ligeramente plástico	15- 30	Baja plasticidad	> 30	Alta plasticidad																		
IP	Descripción																																		
0 - 3	No plástico																																		
3 - 15	Ligeramente plástico																																		
15- 30	Baja plasticidad																																		
> 30	Alta plasticidad																																		
ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108 <table><tr><td>Peso de Cápsula (g)</td><td>gr</td><td>210.8</td><td>214.6</td></tr><tr><td>Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)</td><td>gr</td><td>1042.5</td><td>1132.5</td></tr><tr><td>Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)</td><td>gr</td><td>980.6</td><td>1064.4</td></tr><tr><td>Peso del Agua</td><td>gr</td><td>61.9</td><td>68.1</td></tr><tr><td>Peso del Suelo Seco</td><td>gr</td><td>769.8</td><td>849.8</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad</td><td>%</td><td>8.04</td><td>8.01</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">8.03</td></tr></table>				Peso de Cápsula (g)	gr	210.8	214.6	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1042.5	1132.5	Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	980.6	1064.4	Peso del Agua	gr	61.9	68.1	Peso del Suelo Seco	gr	769.8	849.8	Contenido de Humedad	%	8.04	8.01	Contenido de Humedad Promedio	%	8.03		CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE PARA SUELOS FINOS 			
Peso de Cápsula (g)	gr	210.8	214.6																																
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1042.5	1132.5																																
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	980.6	1064.4																																
Peso del Agua	gr	61.9	68.1																																
Peso del Suelo Seco	gr	769.8	849.8																																
Contenido de Humedad	%	8.04	8.01																																
Contenido de Humedad Promedio	%	8.03																																	
Observaciones:																																			

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas		
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3	Izquierdo	N 8600528	E 767767	
DETERMINACION DENSIDAD NATURAL								
MTC E-117								
DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA								
Nº de muestra					1			
Peso de arena + frasco				g	7926			
P.are. Que queda en frasco				g	2337			
Peso neto de suelo				g	5118			
Peso de arena en embudo				g	1558			
P. neto de arena empleada				g	4031			
Densidad de arena				g/cm3	1.46			
Volumen de hueco				cm3	2761.0			
Porcentaje de Humedad				%	8.03			
Densidad de suelo Humedo				g/cm ³	1.85			
Densidad de suelo Seco				g/cm3	1.72			
Densidad de suelo Saturado				g/cm3	2.15			
Observaciones:								

PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”																
UBICACION :	Lugar			Distrito			Provincia			Departamento							
	Quellouno - Chahuares			Quellouno			La Convencion			Cusco							
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma																
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad			Lado		Fecha								
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3			Izquierdo		14-10-25								
STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS																	
ASTM D 3080 / D 3080M - 11																	
VELOCIDAD DE CORTE																	
0.50 mm/min																	
ESPECIMEN 1						ESPECIMEN 2						ESPECIMEN 3					
Altura Inicial:		2.5		cm		Altura Inicial:		2.5		cm		Altura Inicial:		2.5		cm	
Diametro		5.0		cm		Diametro		50.4		cm		Diametro		50.4		cm	
Area Inicial:		19.9		cm ²		Area Inicial:		19.9		cm ²		Area Inicial:		19.9		cm ²	
Densidad Seca:		1.750		gr/cm ³		Densidad Seca:		1.750		gr/cm ³		Densidad Seca:		1.749		gr/cm ³	
Humedad Inic.:		8.03		%		Humedad Inic.:		8.03		%		Humedad Inic.:		8.03		%	
Humedad Fin.:		8.00		%		Humedad Fin.:		7.98		%		Humedad Fin.:		7.97		%	
Esf. Normal :		0.50		kg/cm ²		Esf. Normal :		1.00		kg/cm ²		Esf. Normal :		2.01		kg/cm ²	
Esf. Corte:		0.81		kg/cm ²		Esf. Corte:		1.19		kg/cm ²		Esf. Corte:		1.76		kg/cm ²	
Deformación horizontal (%)		Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)		Esfuerzo Normalizado (t/e)		Deformación horizontal (%)		Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)		Esfuerzo Normalizado (t/e)		Deformación horizontal (%)		Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)		Esfuerzo Normalizado (t/e)	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0.50		0.30		0.74		0.50		0.42		0.53		0.50		0.62		0.39	
0.99		0.37		0.94		0.99		0.53		0.67		0.99		0.79		0.49	
1.49		0.43		1.08		1.49		0.61		0.77		1.49		0.91		0.57	
1.99		0.48		1.18		1.99		0.68		0.84		1.99		1.00		0.62	
2.48		0.52		1.28		2.48		0.74		0.91		2.48		1.09		0.67	
2.98		0.55		1.36		2.98		0.78		0.96		2.98		1.16		0.71	
3.48		0.59		1.43		3.48		0.83		1.02		3.48		1.23		0.75	
3.97		0.62		1.50		3.97		0.87		1.06		3.97		1.30		0.79	
4.47		0.64		1.55		4.47		0.91		1.10		4.47		1.35		0.82	
4.97		0.67		1.60		4.97		0.95		1.14		4.97		1.40		0.84	
5.46		0.69		1.65		5.46		0.98		1.17		5.46		1.45		0.87	
5.96		0.69		1.64		5.96		1.01		1.20		5.96		1.49		0.89	
6.45		0.70		1.67		6.45		1.03		1.22		6.45		1.52		0.90	
6.95		0.72		1.69		6.95		1.04		1.23		6.95		1.55		0.91	
7.45		0.73		1.71		7.45		1.06		1.25		7.45		1.58		0.92	
7.94		0.74		1.73		7.94		1.08		1.26		7.94		1.60		0.93	
8.44		0.75		1.74		8.44		1.09		1.27		8.44		1.62		0.94	
8.94		0.76		1.75		8.94		1.11		1.28		8.94		1.64		0.95	
9.43		0.77		1.77		9.43		1.13		1.29		9.43		1.67		0.96	
9.93		0.78		1.78		9.93		1.13		1.30		9.93		1.68		0.96	
10.43		0.78		1.78		10.43		1.14		1.30		10.43		1.70		0.96	
10.92		0.79		1.79		10.92		1.15		1.30		10.92		1.71		0.97	
11.42		0.79		1.78		11.42		1.16		1.30		11.42		1.71		0.96	
11.92		0.80		1.78		11.92		1.17		1.30		11.92		1.73		0.96	
12.41		0.81		1.79		12.41		1.18		1.31		12.41		1.74		0.97	
12.91		0.81		1.79		12.91		1.18		1.30		12.91		1.75		0.97	
13.41		0.81		1.79		13.41		1.19		1.30		13.41		1.76		0.97	
13.90		0.81		1.78		13.90		1.19		1.30		13.90		1.76		0.96	

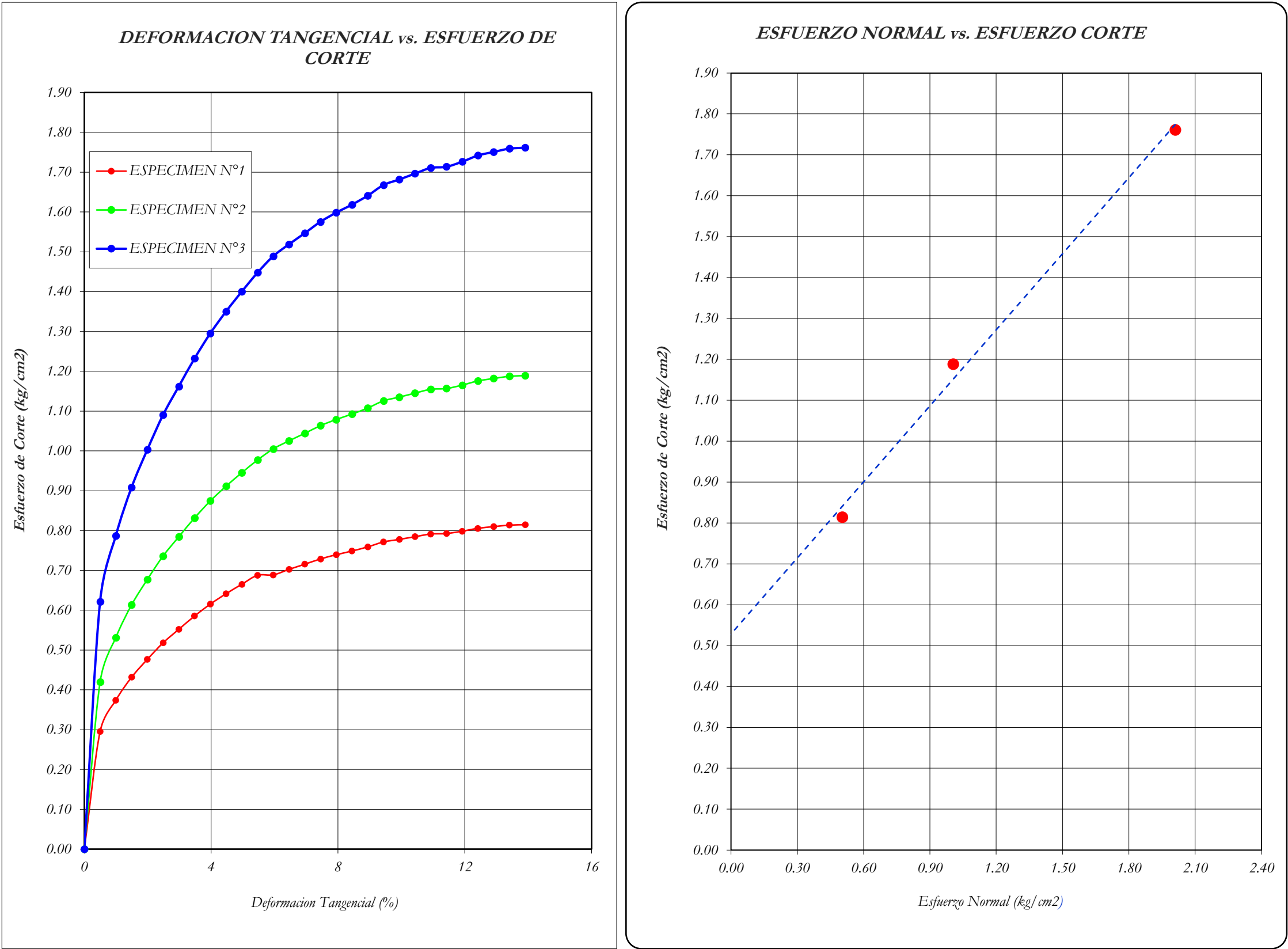
PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	SCM-01	Km. 00+050	E -3	3		Izquierdo		14-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

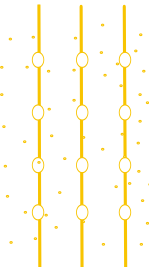
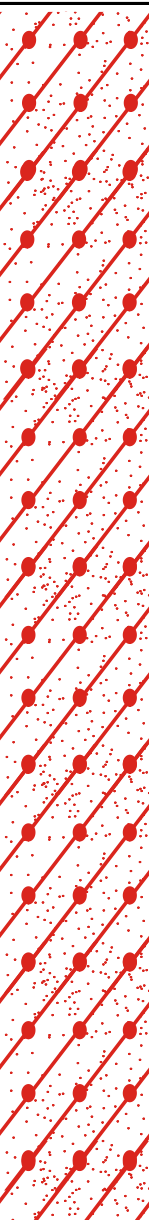
VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

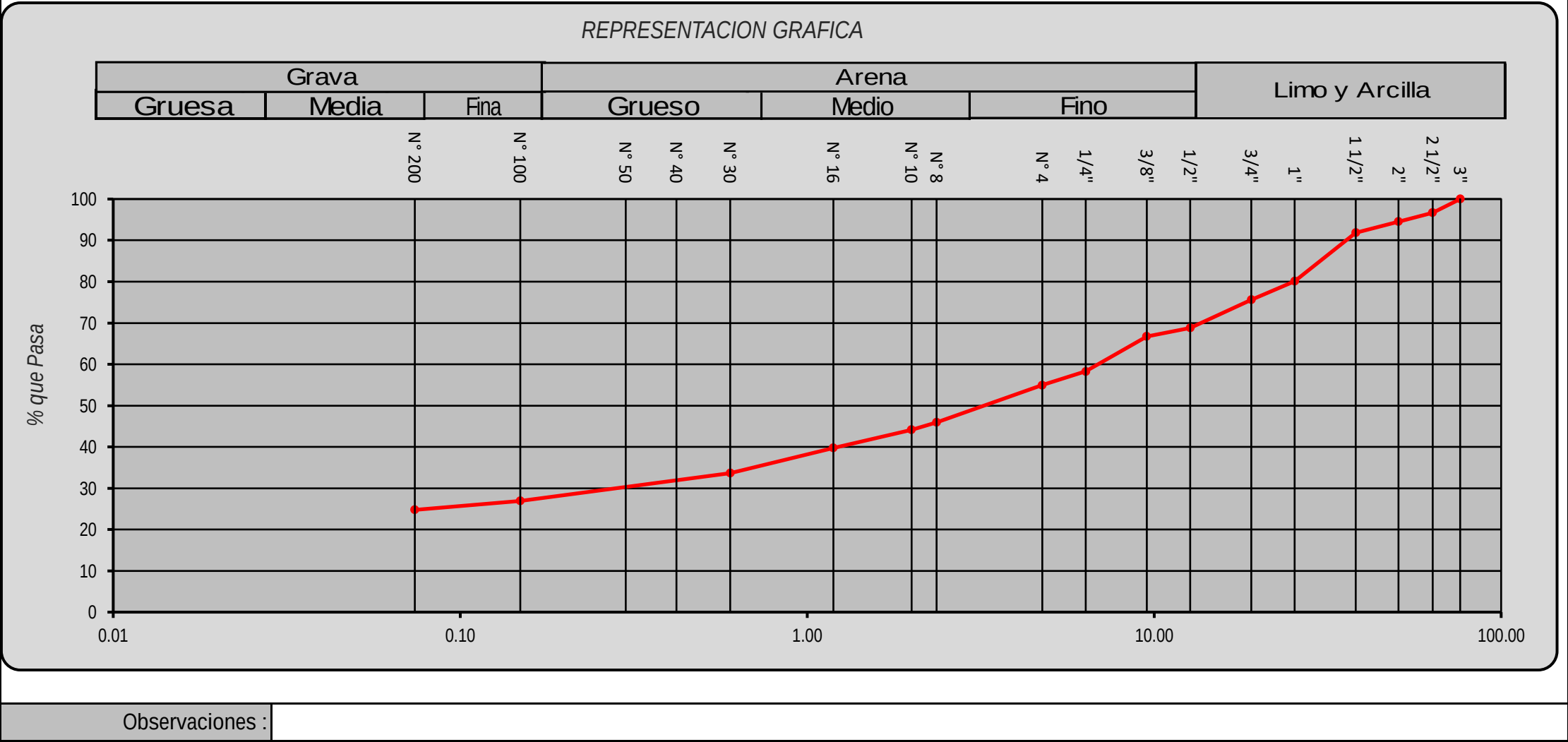


Resultados:	
Cohesión ©	0.27 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	28.8 °

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																																
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25																																											
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas																																										
	SCM-02	Km. 00+220	E -2	3.0	Derecho		N 8600682	E 767703																																									
SCM-02 E -2Km. 00+220																																																	
<table><thead><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>8.9 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>28.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>20.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>8.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GC</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-2-4(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.990 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.24</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>32.89</td></tr></tbody></table>									RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.9 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	28.0 %	MTC E - 111	L.P	20.0 %	MTC E - 111	I.P	8.0 %	Clasificacion	SUCS		GC	AASHTO		A-2-4(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.990 g/cm3	Cohesion		C	0.24	Angulo de Friccion		φ	32.89
RESUMEN DE RESULTADOS																																																	
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																														
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.9 %																																														
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	28.0 %																																														
	MTC E - 111	L.P	20.0 %																																														
	MTC E - 111	I.P	8.0 %																																														
Clasificacion	SUCS		GC																																														
	AASHTO		A-2-4(0)																																														
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.990 g/cm3																																														
Cohesion		C	0.24																																														
Angulo de Friccion		φ	32.89																																														
Observaciones:																																																	

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"									
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento			
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 20/11/25			
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva		Profundidad		Lado		Coordenadas	
	SCM-02	E -2	Km. 00+220		3.0		Derecho		N 8600682	E 767703
PERFIL ESTRATIGRÁFICO										
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción		Imagen fotográfica				
0.00		GM		Estrato superficial de color gris oscuro, con presencia de agujeros verticales, material organico con clastos de pizarra y esquistos. El material se presenta húmedo y compacidad media.						
-0.10										
-0.20										
-0.30										
-0.40										
-0.50		GC		Estrato grava arcillosa de color marron claro, con clastos angulosos a subangulosos con gravas de hasta 3" de diametro (30%), Englobados en una matriz arcillosa de plasticidad alta, material coluvial (70%). El conjunto se presenta húmedo y con compacidad media..						
-0.60										
-0.70										
-0.80										
-0.90										
-1.00										
-1.10										
-1.20										
-1.30										
-1.40										
-1.50										
-1.60										
-1.70										
-1.80										
-1.90										
-2.00										
-2.05										
-2.10										
-2.15										
-2.20										
-2.30										
-2.40										
-2.50										
-2.60										
-2.80										
-3.00										
Observaciones:										

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”												
Ubicacion :	Lugar			Distrito			Provincia			Departamento			
	Chahuares - Quellouno			Echarati - Quellouno			La Convencion			Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma									Fecha :	20/11/25		
Datos de la Muestra :	Calicata		Progresiva		Estrato		Profundidad (m)		Lado		Coordenadas		
	SCM-02		Km. 00+220		E -2		3.0		Derecho		N 8600682	E 767703	
Greanulometria - MTC E 107								Datos para la Clasificacion					
Datos de Ensayo								Tamaño Maximo Nominal :			2 1/2"		
Peso Total :		12857.1	gr					% pasa Malla N° 4 :			55.0 %		
Peso de Fraccion :		744.5	gr					% pasa Malla N° 40 :			31.5 %		
Peso Muestra Lavada :		9670.5	gr					% pasa Malla N° 200 :			24.8 %		
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS							
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa								
3"	76.200				100.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS						
2 1/2"	63.500	426.0	3.3	3.3	96.7	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.						
2"	50.600	276.0	2.1	5.5	94.5	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.						
1 1/2"	38.100	346.0	2.7	8.2	91.8	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.						
1"	25.400	1510.0	11.7	19.9	80.1	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.						
3/4"	19.050	580.0	4.5	24.4	75.6	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.						
1/2"	12.700	869.0	6.8	31.2	68.8	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.						
3/8"	9.525	271.0	2.1	33.3	66.7	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.						
1/4"	6.350	1088.0	8.5	41.7	58.3	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.						
No4	4.760	426.0	3.3	45.0	55.0	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.						
8	2.360	121.7	9.0	54.0	46.0								
10	2.000	24.5	1.8	55.8	44.2	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.						
16	1.190	59.1	4.4	60.2	39.8								
30	0.600	82.9	6.1	66.3	33.7	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.						
40	0.420	29.6	2.2	68.5	31.5	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.						
50	0.300	15.1	1.1	69.6	30.4								
100	0.149	45.4	3.4	73.0	27.0	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.						
200	0.074	30.4	2.2	75.2	24.8	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.						
< 200		335.8	24.8	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.						
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc		L.L :	28 %		Clasificacion SUCS :		GC		
0.00	0.30	6.41	8526.3	18.76		I.P :	8 %		Clasificacion AASHTO :		A-2-4(0)		



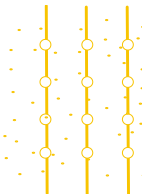
Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																		
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia		Departamento																														
	Chahuares - Quellouno	Echarati - Quellouno	La Convencion		Cusco																														
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25																													
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																													
	SCM-02	Km. 00+220	E -2	3.0	Derecho	N 8600682	E 767703																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG																																			
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111																															
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2																													
N.º de Golpes	35	24	17	Recipiente N.º	35	22																													
Recipiente N.º	201	32	145	Recip. + Suelo Húmedo	35.51	31.92																													
Recip. + Suelo Húmedo	30.22	32.71	34.41	Recip. + Suelo Seco	31.78	28.78																													
Recip. + Suelo Seco	26.78	28.54	29.72	Peso Recipiente	13.31	13.25																													
Peso del Recipiente	14.02	13.98	14.10	Peso Agua	3.73	3.14																													
Peso Agua	3.44	4.17	4.69	Peso Suelo Seco	18.47	15.53																													
Peso Suelo Seco	12.76	14.56	15.62	% de Humedad	20.19	20.22																													
% de Humedad	26.96	28.64	30.03	L.P. = 20.0%																															
		L.L. = 28.0%																																	
Determinación del Limite Liquido																																			
Resultados Límite Líquido (L.L.) = 28.00 % Límite Plástico (L.P.) = 20.00 % Índice de Plasticidad (I.P.) = 8.00 %																																			
<table><tr><th>IP</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>0 - 3</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>3 - 15</td><td>Ligeramente plástico</td></tr><tr><td>15- 30</td><td>Baja plasticidad</td></tr><tr><td>> 30</td><td>Alta plasticidad</td></tr></table>								IP	Descripción	0 - 3	No plástico	3 - 15	Ligeramente plástico	15- 30	Baja plasticidad	> 30	Alta plasticidad																		
IP	Descripción																																		
0 - 3	No plástico																																		
3 - 15	Ligeramente plástico																																		
15- 30	Baja plasticidad																																		
> 30	Alta plasticidad																																		
ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108 <table><tr><td>Peso de Cápsula (g)</td><td>gr</td><td>247.8</td><td>239.9</td></tr><tr><td>Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)</td><td>gr</td><td>1055.4</td><td>991.4</td></tr><tr><td>Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)</td><td>gr</td><td>989.4</td><td>930.2</td></tr><tr><td>Peso del Agua</td><td>gr</td><td>66.0</td><td>61.2</td></tr><tr><td>Peso del Suelo Seco</td><td>gr</td><td>741.6</td><td>690.3</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad</td><td>%</td><td>8.90</td><td>8.87</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">8.88</td></tr></table>				Peso de Cápsula (g)	gr	247.8	239.9	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1055.4	991.4	Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	989.4	930.2	Peso del Agua	gr	66.0	61.2	Peso del Suelo Seco	gr	741.6	690.3	Contenido de Humedad	%	8.90	8.87	Contenido de Humedad Promedio	%	8.88		CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE PARA SUELOS FINOS			
Peso de Cápsula (g)	gr	247.8	239.9																																
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1055.4	991.4																																
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	989.4	930.2																																
Peso del Agua	gr	66.0	61.2																																
Peso del Suelo Seco	gr	741.6	690.3																																
Contenido de Humedad	%	8.90	8.87																																
Contenido de Humedad Promedio	%	8.88																																	
Observaciones:																																			

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno	Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas		
	SCM-02	Km. 00+220	E -2	3.0	Derecho	N 8600682	E 767703	
DETERMINACION DENSIDAD NATURAL								
MTC E-117								
DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA								
Nº de muestra					1			
Peso de arena + frasco					g	6952		
P.are. Que queda en frasco					g	2753		
Peso neto de suelo					g	3539		
Peso de arena en embudo					g	1778.63		
P. neto de arena empleada					g	2420.37		
Densidad de arena					g/cm3	1.36		
Volumen de hueco					cm3	1778.4		
Porcentaje de Humedad					%	8.88		
Densidad de suelo Humedo					g/cm³	1.99		
Densidad de suelo Seco					g/cm3	1.83		
Densidad de suelo Saturado					g/cm3	2.24		
Observaciones :								

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																																					
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																																
	Quellouno - Quellopuyto	Quellouno		La Convencion		Cusco																																																
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma																																																					
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenadas																																																	
	T - 1	Km. 01+570	3.5	Derecho	N 8601078	E 766614																																																
<table><tr><td colspan="2">Datos del Molde:</td></tr><tr><td>Diametro:</td><td>15.12 cm</td></tr><tr><td>Altura:</td><td>11.80 cm</td></tr><tr><td>Volumen:</td><td>2,118.73 cm3</td></tr></table>							Datos del Molde:		Diametro:	15.12 cm	Altura:	11.80 cm	Volumen:	2,118.73 cm3																																								
Datos del Molde:																																																						
Diametro:	15.12 cm																																																					
Altura:	11.80 cm																																																					
Volumen:	2,118.73 cm3																																																					
Densidad Mínima - ASTM D - 2049-69																																																						
<table><tr><td>Muestra</td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td></td><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td></td><td></td><td>10,258</td><td>10,243</td><td>10,243</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td></td><td></td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td></td><td></td><td>3,680</td><td>3,665</td><td>3,665</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td></td><td></td><td>1.737</td><td>1.730</td><td>1.730</td></tr></table> Densidad Minima = 1.732 gr/cm3							Muestra			1	2	3	Molde			A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)			10,258	10,243	10,243	W Molde (gr)			6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)			3,680	3,665	3,665	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)			1.737	1.730	1.730												
Muestra			1	2	3																																																	
Molde			A1	A2	A3																																																	
W Suelo Humedo+Molde (gr)			10,258	10,243	10,243																																																	
W Molde (gr)			6,578	6,578	6,578																																																	
W Suelo (gr)			3,680	3,665	3,665																																																	
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)			1.737	1.730	1.730																																																	
Densidad Máxima - ASTM D - 2049-69																																																						
<table><tr><td>Muestra</td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td></td><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td></td><td></td><td>11,872</td><td>11,875</td><td>11,899</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td></td><td></td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td></td><td></td><td>5,294</td><td>5,297</td><td>5,321</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td></td><td></td><td>2.499</td><td>2.500</td><td>2.511</td></tr><tr><td>Porcentaje de Humedad (%)</td><td></td><td></td><td>8.88</td><td>8.88</td><td>8.88</td></tr><tr><td>Densidad Máxima (gr/cm3)</td><td></td><td></td><td>2.295</td><td>2.296</td><td>2.307</td></tr></table> Densidad Maxima = 2.299 gr/cm3							Muestra			1	2	3	Molde			A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)			11,872	11,875	11,899	W Molde (gr)			6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)			5,294	5,297	5,321	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)			2.499	2.500	2.511	Porcentaje de Humedad (%)			8.88	8.88	8.88	Densidad Máxima (gr/cm3)			2.295	2.296	2.307
Muestra			1	2	3																																																	
Molde			A1	A2	A3																																																	
W Suelo Humedo+Molde (gr)			11,872	11,875	11,899																																																	
W Molde (gr)			6,578	6,578	6,578																																																	
W Suelo (gr)			5,294	5,297	5,321																																																	
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)			2.499	2.500	2.511																																																	
Porcentaje de Humedad (%)			8.88	8.88	8.88																																																	
Densidad Máxima (gr/cm3)			2.295	2.296	2.307																																																	
Determinación Densidad Relativa																																																						
<table><tr><td>Densidad Mínima</td><td>g/cm3</td><td>1.732</td></tr><tr><td>Densidad Natural</td><td>g/cm3</td><td>1.990</td></tr><tr><td>Densidad Máxima</td><td>g/cm3</td><td>2.299</td></tr></table>							Densidad Mínima	g/cm3	1.732	Densidad Natural	g/cm3	1.990	Densidad Máxima	g/cm3	2.299																																							
Densidad Mínima	g/cm3	1.732																																																				
Densidad Natural	g/cm3	1.990																																																				
Densidad Máxima	g/cm3	2.299																																																				
CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA :																																																						
DENSIDAD RELATIVA 52.54 %			$Dr = \frac{\gamma.Nat - \gamma.Min}{\gamma.Max. - \gamma.Min} \times \frac{\gamma.Max.}{\gamma.Nat}$																																																			
<table><tr><td colspan="2">Resultados:</td></tr><tr><td>Cohesión ©</td><td>0.24 kg/cm2</td></tr><tr><td>Angulo de fricción (f)</td><td>32.9 °</td></tr></table>							Resultados:		Cohesión ©	0.24 kg/cm2	Angulo de fricción (f)	32.9 °																																										
Resultados:																																																						
Cohesión ©	0.24 kg/cm2																																																					
Angulo de fricción (f)	32.9 °																																																					
Observaciones :																																																						

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																															
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25																																										
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																																										
	SCM-03	Km. 00+300	E -2	3	Izquierdo	N 8600757	E 767695																																									
SCM-03 E -2 Km. 00+300																																																
<table><thead><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>11.3 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>29.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>22.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>7.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GC</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-2-4(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.975 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.11</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>29.01</td></tr></tbody></table>								RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	11.3 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	29.0 %	MTC E - 111	L.P	22.0 %	MTC E - 111	I.P	7.0 %	Clasificacion	SUCS		GC	AASHTO		A-2-4(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.975 g/cm3	Cohesion		C	0.11	Angulo de Friccion		φ	29.01
RESUMEN DE RESULTADOS																																																
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																													
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	11.3 %																																													
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	29.0 %																																													
	MTC E - 111	L.P	22.0 %																																													
	MTC E - 111	I.P	7.0 %																																													
Clasificacion	SUCS		GC																																													
	AASHTO		A-2-4(0)																																													
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.975 g/cm3																																													
Cohesion		C	0.11																																													
Angulo de Friccion		φ	29.01																																													
Observaciones																																																

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-03	E -2	Km. 00+300	3	Izquierdo		N 8600757	E 767695

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica	
0.00		GM		Terreno natural, arena limosa con grava, color marron oscuro, humedo, sin reaccion al HCL, con clastos redondeados y presencia de raices de consistencia baja.		
-0.10						
-0.20						
-0.30		GC		Arena arcillosa, homogenea, color marron claro, consistencia debil, baja plasticidad, con gravas subangulosas y achatadas cerca a 20% con matriz arenoarcillosa en 80%, de clasto mayor de 3", cementacion fuerte, seco.		
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

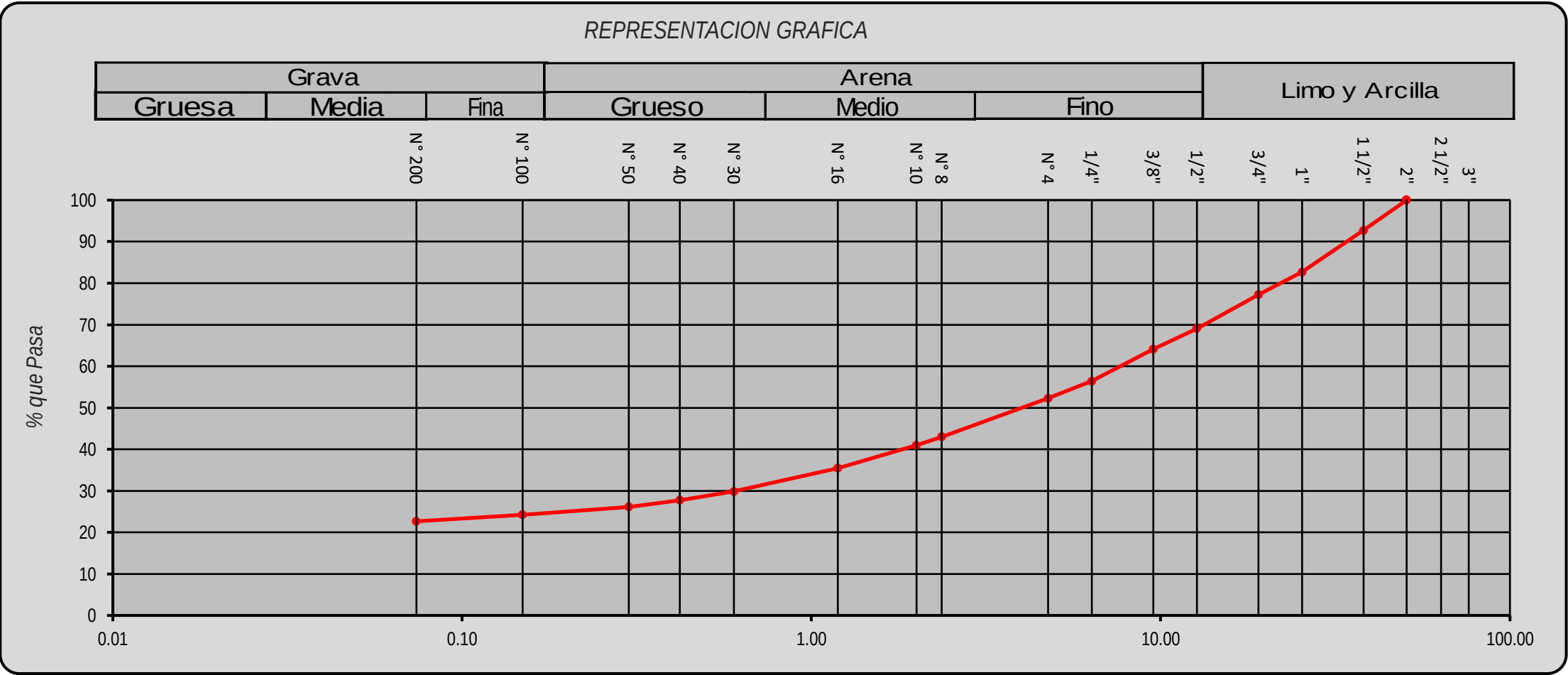
Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicacion :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Quellouno - Chahuares	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma				Fecha :	14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas	
	SCM-03	Km. 00+300	E -2	3	Izquierdo	N 8600757	E 767695

Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
<u>Datos de Ensayo</u>			Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"		
Peso Total : 7559.0 gr			% pasa Malla N° 4 : 52.3 %		
Peso de Fraccion : 507.7 gr			% pasa Malla N° 40 : 27.8 %		
Peso Muestra Lavada : 5848.9 gr			% pasa Malla N° 200 : 22.7 %		

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600		0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	551.0	7.3	7.3	92.7	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	761.0	10.1	17.4	82.6	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	409.0	5.4	22.8	77.2	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	618.0	8.2	30.9	69.1	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	374.0	4.9	35.9	64.1	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	584.0	7.7	43.6	56.4	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	312.0	4.1	47.7	52.3	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	90.3	9.3	57.0	43.0		
10	2.000	19.2	2.0	59.0	41.0	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	53.6	5.5	64.5	35.5		
30	0.600	54.7	5.6	70.1	29.9	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	20.6	2.1	72.2	27.8	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	15.8	1.6	73.8	26.2		
100	0.149	18.6	1.9	75.7	24.3	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	15.1	1.6	77.3	22.7	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		219.8	22.7	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

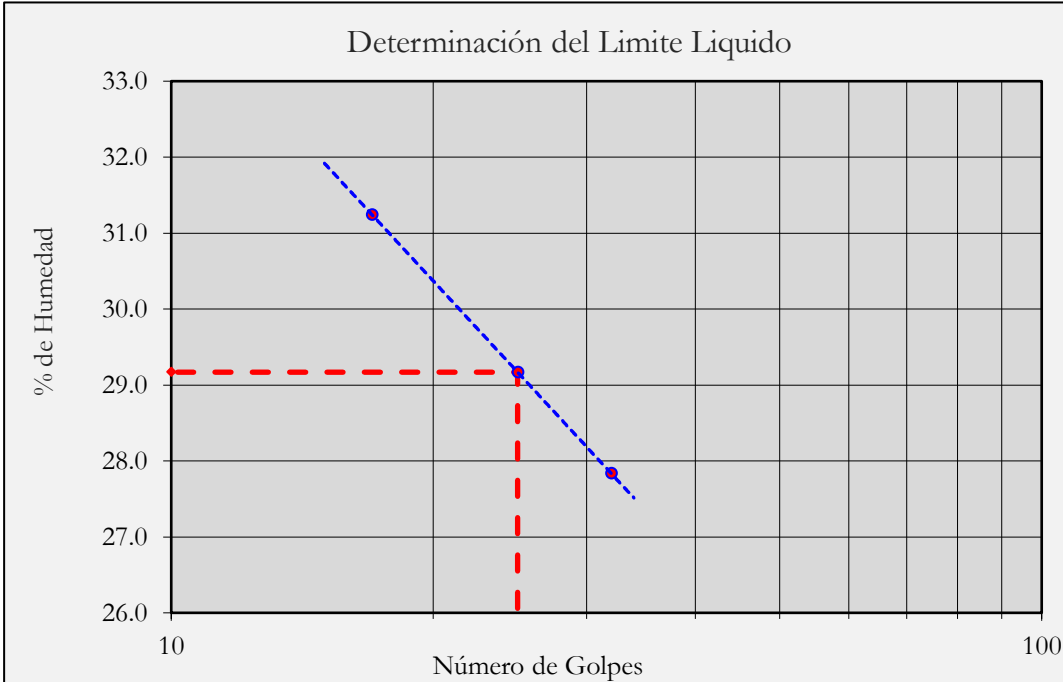
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 29 %	Clasificacion SUCS : GC
0.00	0.55	7.49	22769.8	121.77	I.P : 7 %	Clasificacion AASHTO : A-2-4(0)



Observaciones :	
-----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Quellouno - Chahuares	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	M-01	Km. 00+300	E -2	3	Izquierdo	N 8600757	E 767695

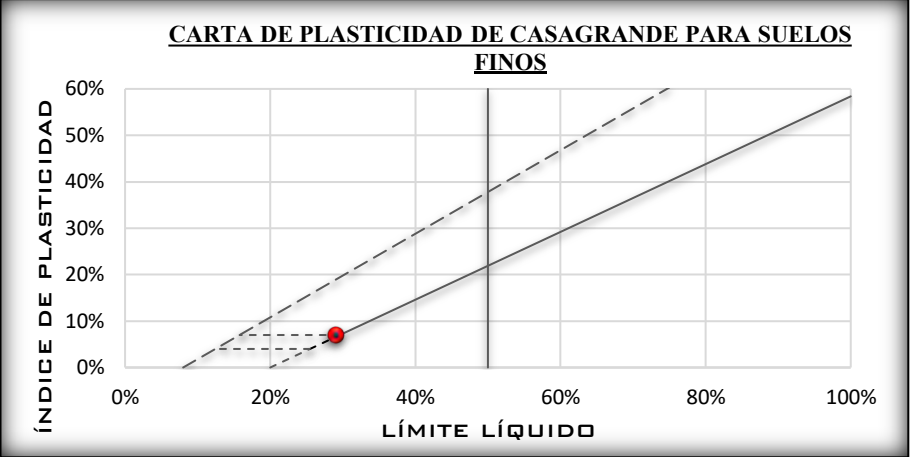
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG						
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2
N.º de Golpes	32	25	17	Recipiente N.º	7	11
Recipiente N.º	8	13	21	Recip. + Suelo Húmedo	18.36	17.34
Recip. + Suelo Húmedo	55.32	57.16	54.38	Recip. + Suelo Seco	15.76	14.87
Recip. + Suelo Seco	48.65	49.78	47.20	Peso Recipiente	3.81	3.83
Peso del Recipiente	24.69	24.48	24.22	Peso Agua	2.60	2.47
Peso Agua	6.67	7.38	7.18	Peso Suelo Seco	11.95	11.04
Peso Suelo Seco	23.96	25.30	22.98	% de Humedad	21.76	22.37
% de Humedad	27.84	29.17	31.24	L.P. = 22.0%		
	L.L. = 29.0%					



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	29.00 %
Límite Plástico (L.P.) =	22.00 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	7.00 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	223.2	225.1
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1189.8	1234.6
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	1092.0	1132.9
Peso del Agua	gr	97.8	101.7
Peso del Suelo Seco	gr	868.8	907.8
Contenido de Humedad	%	11.26	11.20
Contenido de Humedad Promedio	%	11.23	



Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares		Echarati -Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-03	Km. 00+300	E -2	3	Izquierdo		N 8600757	E 767695

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL							
MTC E-117							

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g8507
P.are. Que queda en frasco	g2296
Peso neto de suelo	g6293
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g4653
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm33187.0
Porcentaje de Humedad	%11.23
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.97
Densidad de suelo Seco	g/cm31.78
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.23
Observaciones:	

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	SCM-03	Km. 00+300	E -2	3	Izquierdo	14-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm
Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm
Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²
Densidad Seca:	1.889	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.889	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.889	gr/cm ³
Humedad Inic.:	11.23	%	Humedad Inic.:	11.23	%	Humedad Inic.:	11.23	%
Humedad Fin.:	10.97	%	Humedad Fin.:	10.90	%	Humedad Fin.:	10.88	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.00	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.01	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.68	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.98	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.56	kg/cm ²
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.34	0.85	0.50	0.25	0.32	0.50	0.48	0.30
0.99	0.43	1.09	0.99	0.44	0.55	0.99	0.69	0.43
1.49	0.51	1.28	1.49	0.55	0.69	1.49	0.82	0.51
1.99	0.56	1.40	1.99	0.63	0.79	1.99	0.91	0.56
2.48	0.60	1.47	2.48	0.69	0.86	2.48	0.98	0.60
2.98	0.61	1.50	2.98	0.74	0.91	2.98	1.03	0.63
3.48	0.63	1.54	3.48	0.78	0.95	3.48	1.08	0.66
3.97	0.64	1.56	3.97	0.81	0.98	3.97	1.12	0.68
4.47	0.65	1.57	4.47	0.83	1.01	4.47	1.16	0.70
4.97	0.66	1.58	4.97	0.85	1.03	4.97	1.20	0.72
5.46	0.66	1.59	5.46	0.88	1.05	5.46	1.23	0.73
5.96	0.67	1.59	5.96	0.90	1.07	5.96	1.25	0.75
6.45	0.67	1.58	6.45	0.92	1.09	6.45	1.28	0.76
6.95	0.67	1.58	6.95	0.93	1.10	6.95	1.30	0.77
7.45	0.67	1.57	7.45	0.94	1.11	7.45	1.32	0.77
7.94	0.68	1.58	7.94	0.94	1.10	7.94	1.34	0.78
8.44	0.68	1.58	8.44	0.95	1.10	8.44	1.37	0.79
8.94	0.68	1.57	8.94	0.96	1.11	8.94	1.40	0.81
9.43	0.68	1.57	9.43	0.97	1.11	9.43	1.43	0.82
9.93	0.68	1.56	9.93	0.98	1.12	9.93	1.45	0.83
10.43	0.68	1.55	10.43	0.98	1.11	10.43	1.47	0.83
10.92	0.68	1.54	10.92	0.97	1.09	10.92	1.48	0.84
11.42	0.68	1.52	11.42	0.97	1.09	11.42	1.50	0.84
11.92	0.68	1.51	11.92	0.97	1.08	11.92	1.51	0.84
12.41	0.68	1.51	12.41	0.97	1.08	12.41	1.53	0.85
12.91	0.68	1.50	12.91	0.97	1.07	12.91	1.54	0.85
13.41	0.68	1.49	13.41	0.96	1.06	13.41	1.55	0.85
13.90	0.67	1.47	13.90	0.96	1.05	13.90	1.56	0.85

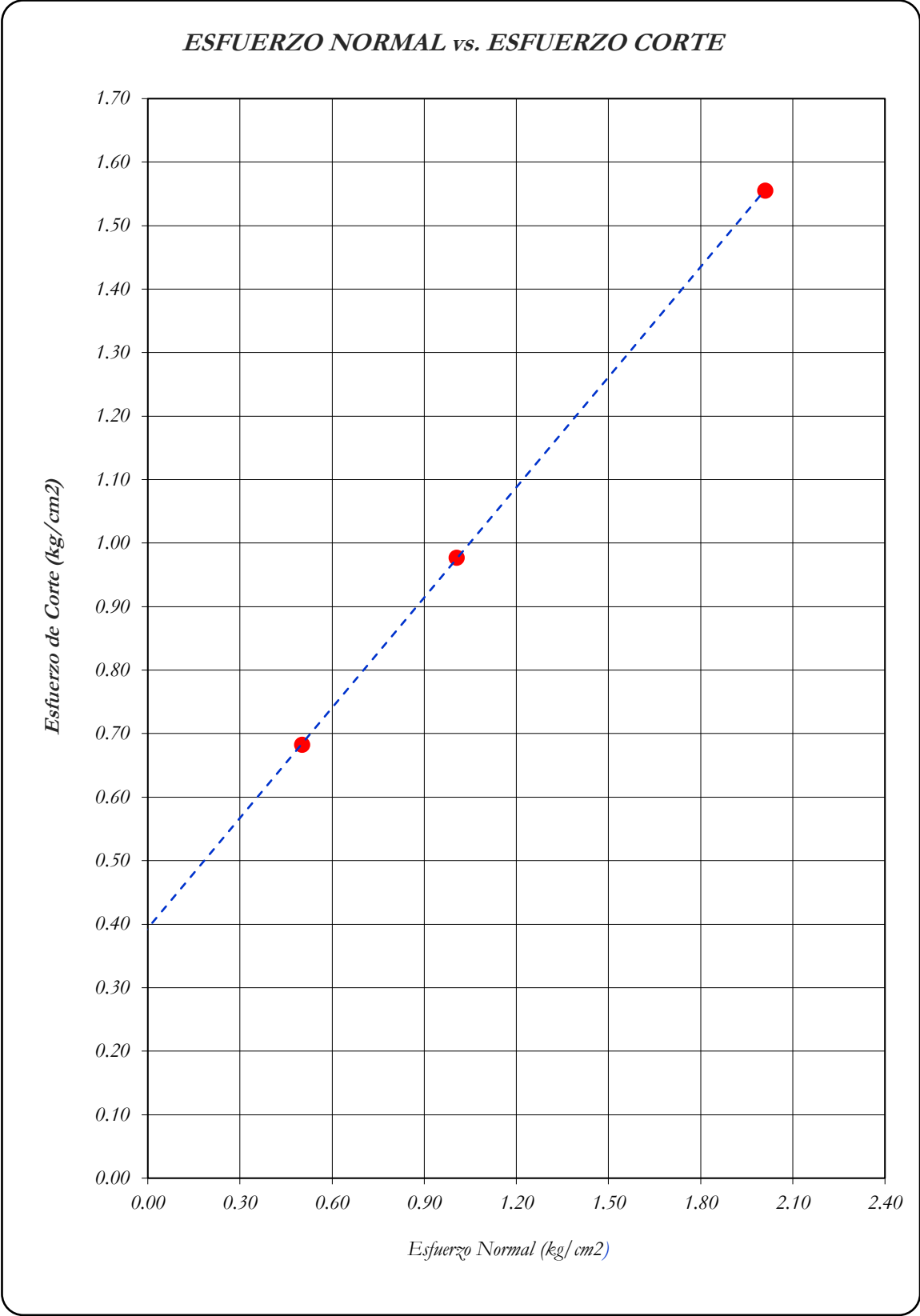
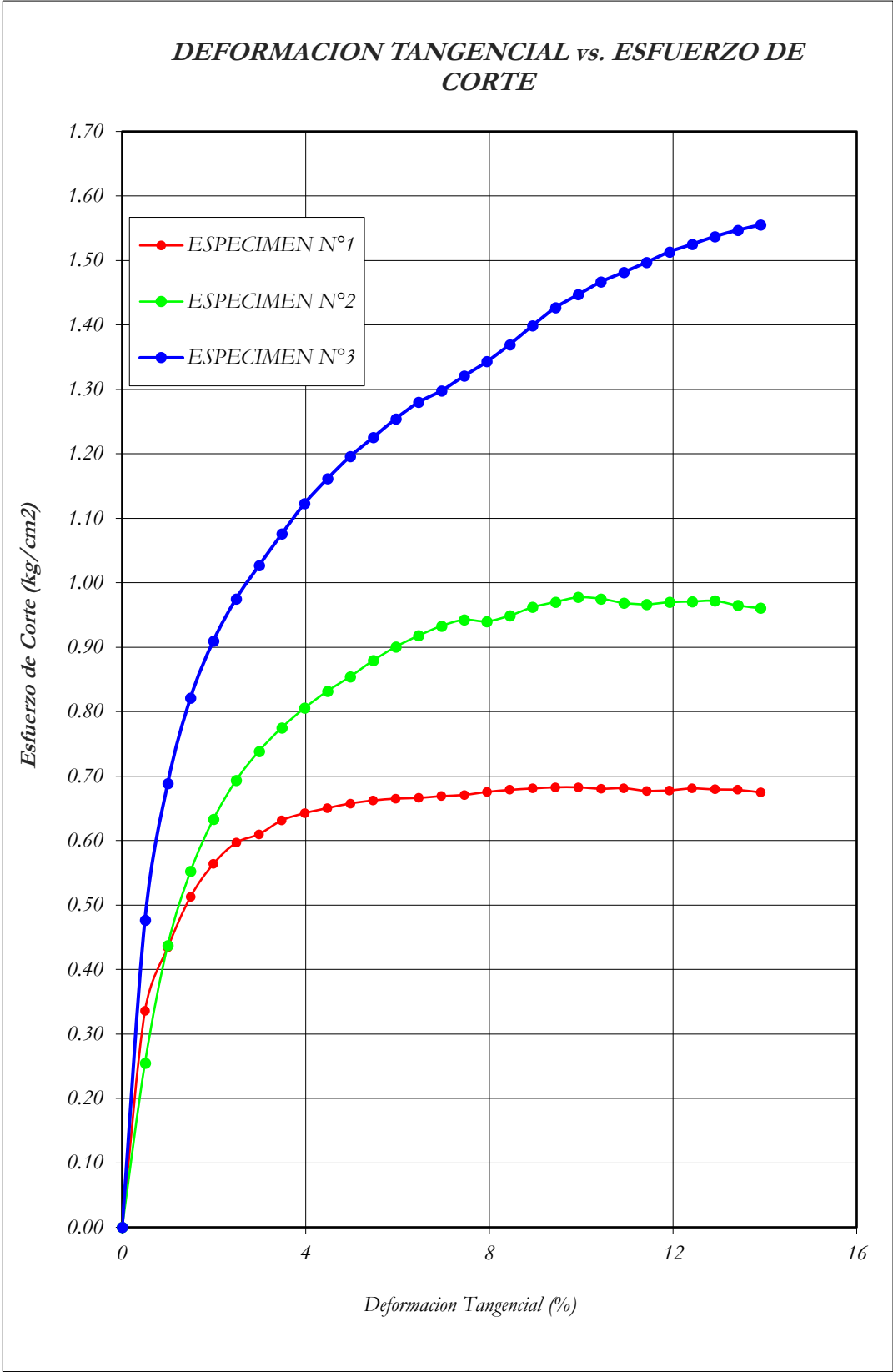
PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	M-1	Km. 00+300	E -2	3		Izquierdo		14-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

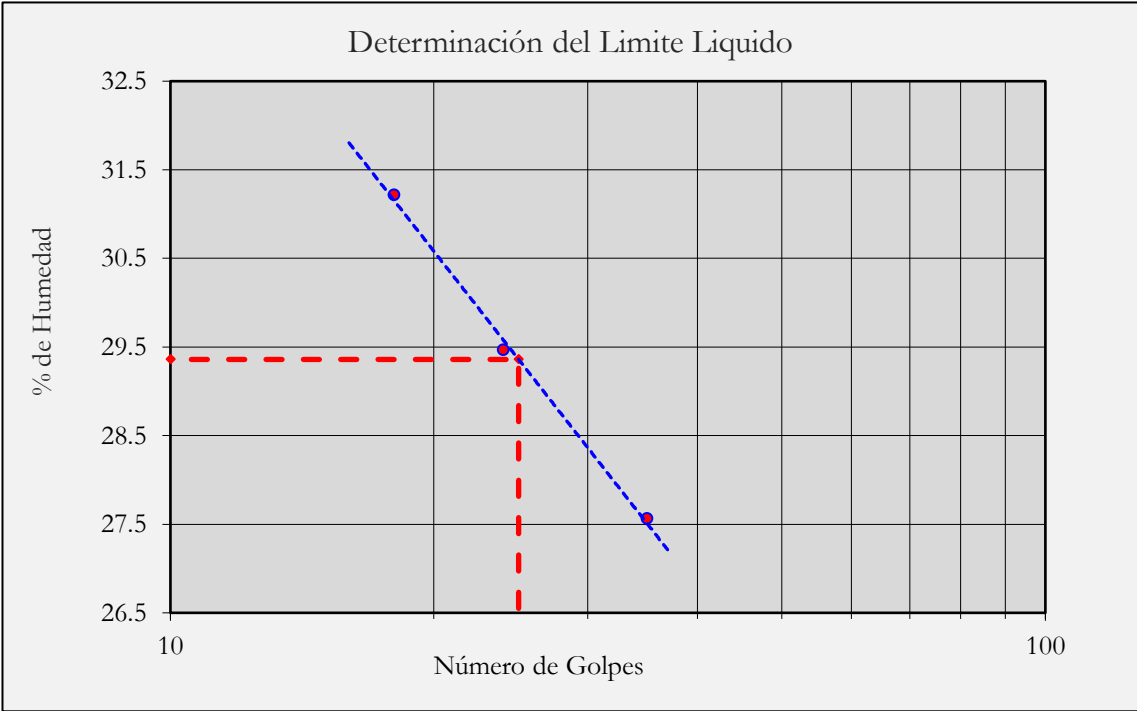
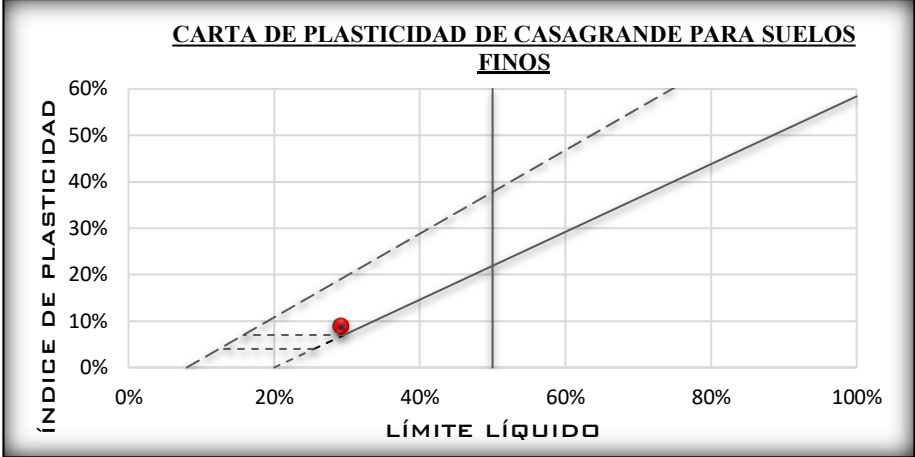


Resultados:	
Cohesión ©	0.34 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	29.0 °

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																																
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Chahuares - Quellouno- Remolino		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25																																											
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas																																										
	SCM-04	Km. 00+610	E -2	3.0	Derecho		N 8600963	E 767452																																									
SCM-04 E -2 Km. 00+610																																																	
<table><thead><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>8.3 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>29.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>20.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>9.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GC</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-2-4(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.886 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.28</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>32.77</td></tr></tbody></table>									RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.3 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	29.0 %	MTC E - 111	L.P	20.0 %	MTC E - 111	I.P	9.0 %	Clasificacion	SUCS		GC	AASHTO		A-2-4(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.886 g/cm3	Cohesion		C	0.28	Angulo de Friccion		φ	32.77
RESUMEN DE RESULTADOS																																																	
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																														
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.3 %																																														
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	29.0 %																																														
	MTC E - 111	L.P	20.0 %																																														
	MTC E - 111	I.P	9.0 %																																														
Clasificacion	SUCS		GC																																														
	AASHTO		A-2-4(0)																																														
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.886 g/cm3																																														
Cohesion		C	0.28																																														
Angulo de Friccion		φ	32.77																																														
Observaciones																																																	

Proyecto :	“Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vial Interurbana en la Carretera Departamental CU-105 Tramo: Emp.Pe-28 B (Dv. Quellouno) – Quellouno – Lorohuachana – Pte. Santiago – Pte. Quesquento – Turijhuay – Yanatile – Colca, Pte. Pacchac – Pte Manto – Paucarpata – Quellopuito, Distritos de Quellouno, Calca de las Provincias de la Convencion, Calca del Departamento de Cusco”						
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno- Remolino	Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-04	E -2	Km. 00+610	3.0	Derecho	N 8600963	E 767452
PERFIL ESTRATIGRÁFICO							
Prof. (m.)	Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica			
0.00	GM		Estrato superficial de color gris oscuro, con presencia de raíces y clastos de pizarra. El material se presenta húmedo y con compactidad media.				
-0.10							
-0.20							
-0.30							
-0.40							
-0.50							
-0.60	GC		Estrato de grava arcillosa de color marron claro, con clastos angulosos a subangulosos con gravas hasta 3" de diametro con presencia de boloneria de hasta 12" de diametro (40%), Englobados en una matriz arcillosa de plasticidad alta, material coluvial (60%). El conjunto se presenta húmedo y con compactidad media.				
-0.70							
-0.80							
-0.90							
-1.00							
-1.10							
-1.20							
-1.30							
-1.40							
-1.50							
-1.60							
-1.70							
-1.80							
-1.90							
-2.00							
-2.05							
-2.10							
-2.15							
-2.20							
-2.30							
-2.40							
-2.50							
-2.60							
-2.80							
-3.00							
Observaciones:							

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”																									
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia			Departamento																		
	Chahuares - Quellouno- Remolino		Echarati - Quellouno		La Convencion			Cusco																		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma							Fecha : 20/11/25																		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)		Lado		Coordenadas																		
	SCM-04	Km. 00+610	E -2	3.0		Derecho		N 8600963	E 767452																	
Greanulometria - MTC E 107										Datos para la Clasificacion																
Datos de Ensayo										Tamaño Maximo Nominal : 2"																
Peso Total : 11028.5 gr										% pasa Malla N° 4 : 56.6 %																
Peso de Fraccion : 742.7 gr										% pasa Malla N° 40 : 35.0 %																
Peso Muestra Lavada : 7799.8 gr										% pasa Malla N° 200 : 29.4 %																
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS																				
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa																					
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS																			
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.																			
2"	50.600	1265.0	11.5	11.5	88.5	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.																			
1 1/2"	38.100	212.0	1.9	13.4	86.6	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.																			
1"	25.400	1016.0	9.2	22.6	77.4	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.																			
3/4"	19.050	273.0	2.5	25.1	74.9	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.																			
1/2"	12.700	516.0	4.7	29.8	70.2	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.																			
3/8"	9.525	297.0	2.7	32.5	67.5	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.																			
1/4"	6.350	838.0	7.6	40.0	60.0	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.																			
No4	4.760	375.0	3.4	43.4	56.6	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.																			
8	2.360	106.9	8.1	51.5	48.5																					
10	2.000	24.0	1.8	53.3	46.7	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.																			
16	1.190	52.2	4.0	57.3	42.7																					
30	0.600	74.8	5.7	63.0	37.0	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.																			
40	0.420	26.2	2.0	65.0	35.0	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.																			
50	0.300	12.2	0.9	65.9	34.1																					
100	0.149	39.6	3.0	68.9	31.1	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.																			
200	0.074	22.3	1.7	70.6	29.4	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.																			
< 200		384.5	29.4	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.																			
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 29 %		Clasificacion SUCS :		GC																	
0.00	0.10	5.92	195236.2	52.11	I.P : 9 %		Clasificacion AASHTO :		A-2-4(0)																	
REPRESENTACION GRAFICA																										
<table><tr><td colspan="3">Grava</td><td colspan="3">Arena</td><td colspan="3" rowspan="2">Limo y Arcilla</td></tr><tr><td>Gruesa</td><td>Media</td><td>Fina</td><td>Grueso</td><td>Medio</td><td>Fino</td></tr></table>												Grava			Arena			Limo y Arcilla			Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino
Grava			Arena			Limo y Arcilla																				
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino																					
Observaciones :																										

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental CU-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																		
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia		Departamento																														
	Chahuares - Quellouno- Remolino	Echarati - Quellouno	La Convencion		Cusco																														
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25																													
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																													
	SCM-04	Km. 00+610	E -2	3.0	Derecho	N 8600963	E 767452																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG																																			
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111																															
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2																													
N.º de Golpes	35	24	18	Recipiente N.º	35	25																													
Recipiente N.º	43	54	232	Recip. + Suelo Húmedo	35.53	31.95																													
Recip. + Suelo Húmedo	30.50	32.53	34.49	Recip. + Suelo Seco	31.80	28.78																													
Recip. + Suelo Seco	26.98	28.23	29.71	Peso Recipiente	13.33	13.25																													
Peso del Recipiente	14.21	13.64	14.40	Peso Agua	3.73	3.17																													
Peso Agua	3.52	4.30	4.78	Peso Suelo Seco	18.47	15.53																													
Peso Suelo Seco	12.77	14.59	15.31	% de Humedad	20.19	20.41																													
% de Humedad	27.56	29.47	31.22	L.P. = 20.0%																															
		L.L. = 29.0%																																	
Determinación del Limite Liquido 																																			
Resultados Límite Líquido (L.L.) = 29.00 % Límite Plástico (L.P.) = 20.00 % Índice de Plasticidad (I.P.) = 9.00 %																																			
<table><tr><th>IP</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>0 - 3</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>3 - 15</td><td>Ligeramente plástico</td></tr><tr><td>15- 30</td><td>Baja plasticidad</td></tr><tr><td>> 30</td><td>Alta plasticidad</td></tr></table>								IP	Descripción	0 - 3	No plástico	3 - 15	Ligeramente plástico	15- 30	Baja plasticidad	> 30	Alta plasticidad																		
IP	Descripción																																		
0 - 3	No plástico																																		
3 - 15	Ligeramente plástico																																		
15- 30	Baja plasticidad																																		
> 30	Alta plasticidad																																		
ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108 <table><tr><td>Peso de Cápsula (g)</td><td>gr</td><td>256.2</td><td>257.1</td></tr><tr><td>Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)</td><td>gr</td><td>1006.1</td><td>918.5</td></tr><tr><td>Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)</td><td>gr</td><td>948.8</td><td>867.8</td></tr><tr><td>Peso del Agua</td><td>gr</td><td>57.3</td><td>50.7</td></tr><tr><td>Peso del Suelo Seco</td><td>gr</td><td>692.6</td><td>610.7</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad</td><td>%</td><td>8.27</td><td>8.30</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">8.29</td></tr></table>				Peso de Cápsula (g)	gr	256.2	257.1	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1006.1	918.5	Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	948.8	867.8	Peso del Agua	gr	57.3	50.7	Peso del Suelo Seco	gr	692.6	610.7	Contenido de Humedad	%	8.27	8.30	Contenido de Humedad Promedio	%	8.29		CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE PARA SUELOS FINOS 			
Peso de Cápsula (g)	gr	256.2	257.1																																
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1006.1	918.5																																
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	948.8	867.8																																
Peso del Agua	gr	57.3	50.7																																
Peso del Suelo Seco	gr	692.6	610.7																																
Contenido de Humedad	%	8.27	8.30																																
Contenido de Humedad Promedio	%	8.29																																	
Observaciones:																																			

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno- Remolino	Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 20/11/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas		
	SCM-04	Km. 00+610	E -2	3.0	Derecho	N 8600963	E 767452	
DETERMINACION DENSIDAD NATURAL								
MTC E-117								
DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA								
Nº de muestra					1			
Peso de arena + frasco					g	6931		
P.are. Que queda en frasco					g	2635		
Peso neto de suelo					g	3488		
Peso de arena en embudo					g	1778.63		
P. neto de arena empleada					g	2517.37		
Densidad de arena					g/cm3	1.36		
Volumen de hueco					cm3	1849.6		
Porcentaje de Humedad					%	7.80		
Densidad de suelo Humedo					g/cm ³	1.89		
Densidad de suelo Seco					g/cm3	1.75		
Densidad de suelo Saturado					g/cm3	2.17		
Observaciones :								

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																					
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																
	Quellouno - Quellopuyto	Quellouno		La Convencion		Cusco																																
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma																																					
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenadas																																	
	T-02	Km. 02+020	2.5	Derecho	N 8601049	E 766191																																
<table><tr><td colspan="2">Datos del Molde:</td></tr><tr><td>Diametro:</td><td>15.12 cm</td></tr><tr><td>Altura:</td><td>11.80 cm</td></tr><tr><td>Volumen:</td><td>2,118.73 cm3</td></tr></table>							Datos del Molde:		Diametro:	15.12 cm	Altura:	11.80 cm	Volumen:	2,118.73 cm3																								
Datos del Molde:																																						
Diametro:	15.12 cm																																					
Altura:	11.80 cm																																					
Volumen:	2,118.73 cm3																																					
Densidad Mínima - ASTM D - 2049-69																																						
<table><tr><td>Muestra</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td>10,148</td><td>10,116</td><td>10,107</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td>3,570</td><td>3,538</td><td>3,529</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td>1.685</td><td>1.670</td><td>1.666</td></tr></table> Densidad Minima = 1.673 gr/cm3							Muestra	1	2	3	Molde	A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)	10,148	10,116	10,107	W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)	3,570	3,538	3,529	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	1.685	1.670	1.666								
Muestra	1	2	3																																			
Molde	A1	A2	A3																																			
W Suelo Humedo+Molde (gr)	10,148	10,116	10,107																																			
W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578																																			
W Suelo (gr)	3,570	3,538	3,529																																			
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	1.685	1.670	1.666																																			
Densidad Máxima - ASTM D - 2049-69																																						
<table><tr><td>Muestra</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td>11,992</td><td>12,044</td><td>12,036</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td>5,414</td><td>5,466</td><td>5,458</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td>2.555</td><td>2.580</td><td>2.576</td></tr><tr><td>Porcentaje de Humedad (%)</td><td>11.82</td><td>11.82</td><td>11.82</td></tr><tr><td>Densidad Máxima (gr/cm3)</td><td>2.285</td><td>2.307</td><td>2.304</td></tr></table> Densidad Maxima = 2.299 gr/cm3							Muestra	1	2	3	Molde	A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)	11,992	12,044	12,036	W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)	5,414	5,466	5,458	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	2.555	2.580	2.576	Porcentaje de Humedad (%)	11.82	11.82	11.82	Densidad Máxima (gr/cm3)	2.285	2.307	2.304
Muestra	1	2	3																																			
Molde	A1	A2	A3																																			
W Suelo Humedo+Molde (gr)	11,992	12,044	12,036																																			
W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578																																			
W Suelo (gr)	5,414	5,466	5,458																																			
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	2.555	2.580	2.576																																			
Porcentaje de Humedad (%)	11.82	11.82	11.82																																			
Densidad Máxima (gr/cm3)	2.285	2.307	2.304																																			
Determinación Densidad Relativa																																						
<table><tr><td>Densidad Mínima</td><td>g/cm3</td><td>1.673</td></tr><tr><td>Densidad Natural</td><td>g/cm3</td><td>1.804</td></tr><tr><td>Densidad Máxima</td><td>g/cm3</td><td>2.299</td></tr></table>							Densidad Mínima	g/cm3	1.673	Densidad Natural	g/cm3	1.804	Densidad Máxima	g/cm3	2.299																							
Densidad Mínima	g/cm3	1.673																																				
Densidad Natural	g/cm3	1.804																																				
Densidad Máxima	g/cm3	2.299																																				
CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA :																																						
DENSIDAD RELATIVA 58.01 %			$Dr = \frac{\gamma.Nat - \gamma.Min}{\gamma.Max. - \gamma.Min} \times \frac{\gamma.Max.}{\gamma.Nat}$																																			
<table><tr><td colspan="2">Resultados:</td></tr><tr><td>Cohesión ©</td><td>0.28 kg/cm2</td></tr><tr><td>Angulo de fricción (f)</td><td>32.77 °</td></tr></table>							Resultados:		Cohesión ©	0.28 kg/cm2	Angulo de fricción (f)	32.77 °																										
Resultados:																																						
Cohesión ©	0.28 kg/cm2																																					
Angulo de fricción (f)	32.77 °																																					
Observaciones :																																						

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																															
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25																																										
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																																										
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30	DERECHO	N 8601066	E 767439																																									
SCM-05 E -2 Km. 00+710																																																
<table><thead><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>6.8 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>24.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>21.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>3.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GP-GM</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-1-a(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.862 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.11</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>30.92</td></tr></tbody></table>								RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	6.8 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	24.0 %	MTC E - 111	L.P	21.0 %	MTC E - 111	I.P	3.0 %	Clasificacion	SUCS		GP-GM	AASHTO		A-1-a(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.862 g/cm3	Cohesion		C	0.11	Angulo de Friccion		φ	30.92
RESUMEN DE RESULTADOS																																																
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																													
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	6.8 %																																													
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	24.0 %																																													
	MTC E - 111	L.P	21.0 %																																													
	MTC E - 111	I.P	3.0 %																																													
Clasificacion	SUCS		GP-GM																																													
	AASHTO		A-1-a(0)																																													
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.862 g/cm3																																													
Cohesion		C	0.11																																													
Angulo de Friccion		φ	30.92																																													
Observaciones																																																

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-05	E -2	Km. 00+710	3.30	DERECHO		N 8601066	E 767439

PERFIL ESTRATIGRÁFICO								
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica			
0.00		GM		Terreno natural, arena limosa con grava, color marron oscuro, humedo , sin reaccion al HCL, con clastos redondeados y presencia de raices				
-0.10								
-0.20								
-0.30								
-0.40								
-0.50								
-0.60		GP - GM		Grava mal graduada en 60% , angulosas y alargadas, con matriz limosa en 40%, color marron oscuro,de clasto mayor de 5", humeda, no tiene reaccion al HCL.				
-0.70								
-0.80								
-0.90								
-1.00								
-1.10								
-1.20								
-1.30								
-1.40								
-1.50								
-1.60								
-1.70								
-1.80								
-1.90								
-2.00								
-2.10								
-2.20								
-2.30								
-2.40								
-2.50								
-2.60								
-2.70								
-2.80								
-2.90								
-3.00								
-2.10								
-3.20								
-3.30								

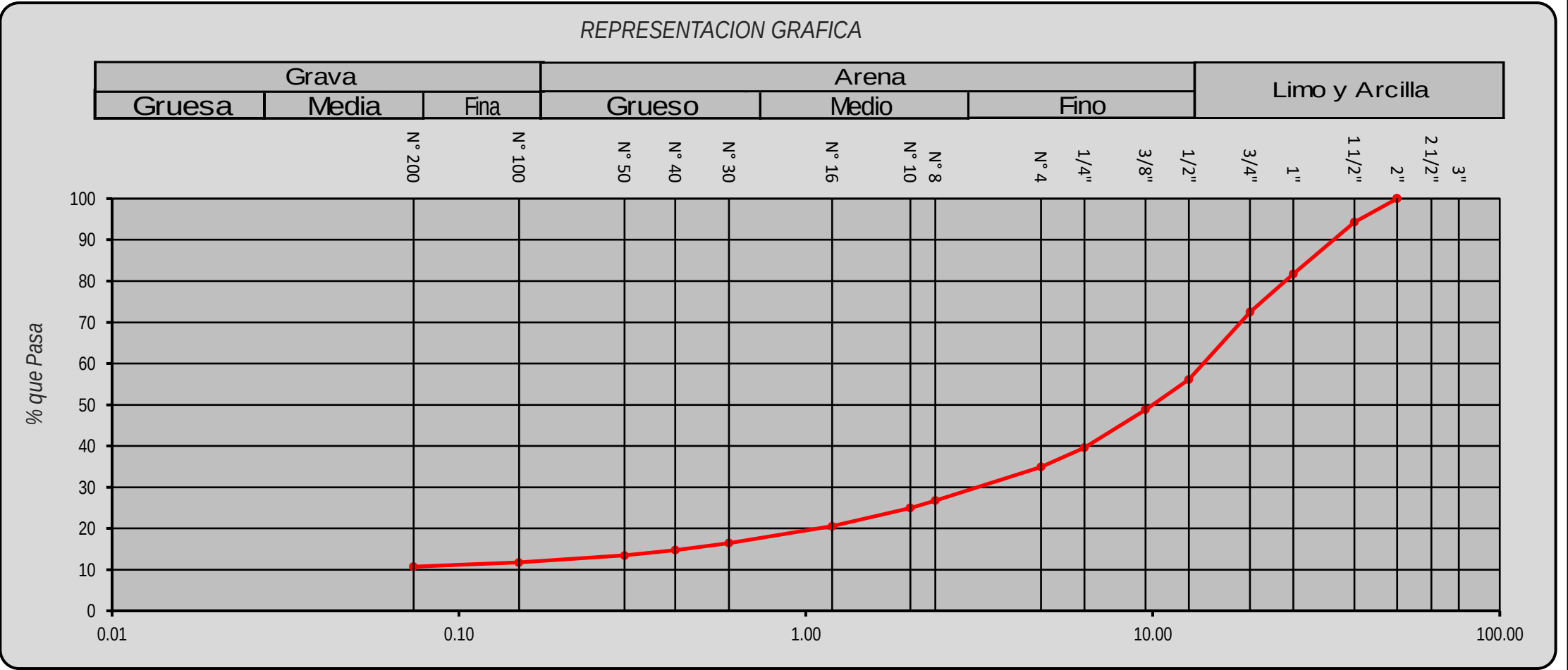
Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"						
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas	
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30	DERECHO	N 8601066	E 767439

Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
Datos de Ensayo			Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"		
Peso Total : 9938.0 gr			% pasa Malla N° 4 : 34.9 %		
Peso de Fraccion : 727.1 gr			% pasa Malla N° 40 : 14.7 %		
Peso Muestra Lavada : 8888.3 gr			% pasa Malla N° 200 : 10.7 %		

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600		0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	572.0	5.8	5.8	94.2	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	1247.0	12.5	18.3	81.7	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	913.0	9.2	27.5	72.5	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	1629.0	16.4	43.9	56.1	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	727.0	7.3	51.2	48.8	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	918.0	9.2	60.4	39.6	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	461.0	4.6	65.1	34.9	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	170.0	8.2	73.3	26.7		
10	2.000	38.5	1.8	75.1	24.9	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	92.2	4.4	79.5	20.5		
30	0.600	86.1	4.1	83.6	16.4	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	34.6	1.7	85.3	14.7	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	27.7	1.3	86.6	13.4		
100	0.149	36.3	1.7	88.3	11.7	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	21.8	1.0	89.3	10.7	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		219.9	10.7	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

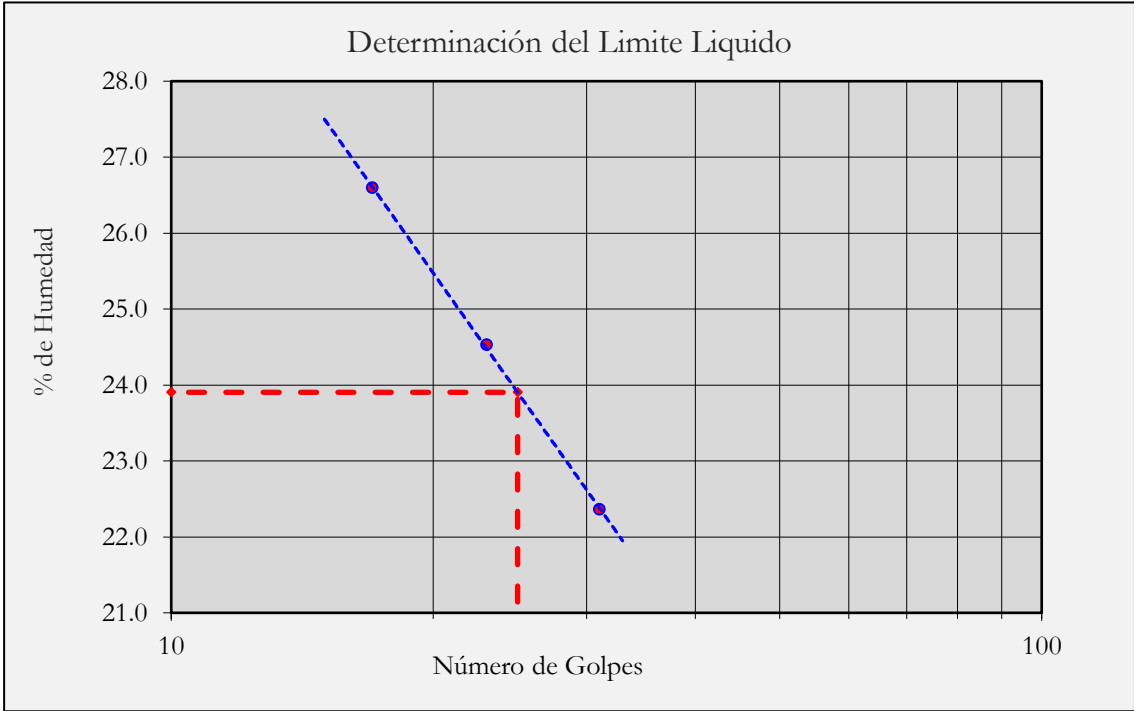
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 24 %	Clasificacion SUCS : GP-GM
0.05	3.11	13.98	306.8	15.14	I.P : 3 %	Clasificacion AASHTO : A-1-a(0)



Observaciones :	
-----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Quellouno - Chahuares	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30	DERECHO	N 8601066	E 767439

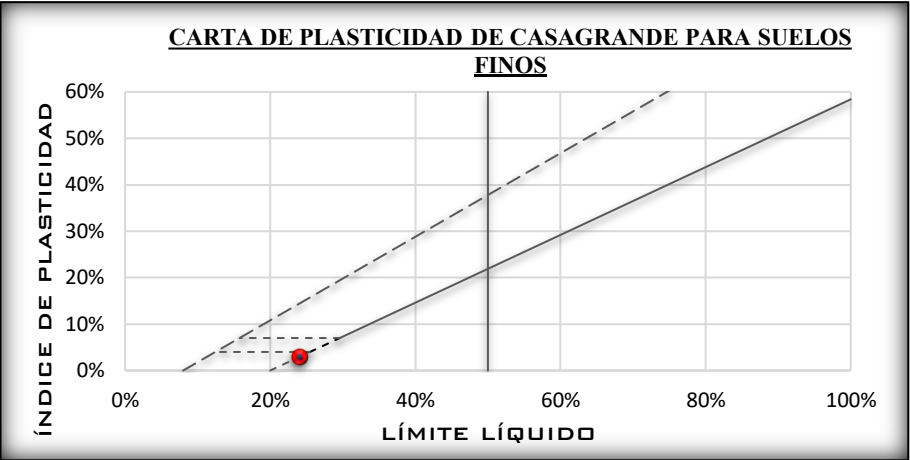
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG						
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2
N.º de Golpes	31	23	17	Recipiente N.º	15	22
Recipiente N.º	3	6	12	Recip. + Suelo Húmedo	18.63	17.26
Recip. + Suelo Húmedo	56.90	58.10	60.21	Recip. + Suelo Seco	15.99	14.91
Recip. + Suelo Seco	50.91	51.53	52.71	Peso Recipiente	3.82	3.81
Peso del Recipiente	24.13	24.75	24.51	Peso Agua	2.64	2.35
Peso Agua	5.99	6.57	7.50	Peso Suelo Seco	12.17	11.10
Peso Suelo Seco	26.78	26.78	28.20	% de Humedad	21.69	21.17
% de Humedad	22.37	24.53	26.60	L.P. = 21.0%		
	L.L. = 24.0%					



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	24 %
Límite Plástico (L.P.) =	21 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	3 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	213.8	212.6
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1292.5	1321.2
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	1223.7	1249.0
Peso del Agua	gr	68.8	72.2
Peso del Suelo Seco	gr	1009.9	1036.4
Contenido de Humedad	%	6.81	6.97
Contenido de Humedad Promedio	%	6.89	



Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas		
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30	DERECHO	N 8601066	E 767439	

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL

MTC E-117

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g8263
P.are. Que queda en frasco	g1006
Peso neto de suelo	g7270
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g5699
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm33903.4
Porcentaje de Humedad	%6.89
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.86
Densidad de suelo Seco	g/cm31.74
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.16
Observaciones:	

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento
	Quellouno - Chahuares	Quellouno		La Convencion		Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30	DERECHO	04-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm
Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm
Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²
Densidad Seca:	1.770	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.770	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.769	gr/cm ³
Humedad Inic.:	6.89	%	Humedad Inic.:	6.89	%	Humedad Inic.:	6.89	%
Humedad Fin.:	6.78	%	Humedad Fin.:	6.76	%	Humedad Fin.:	6.77	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.00	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.01	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.27	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.48	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.81	kg/cm ²
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.16	0.39	0.50	0.17	0.22	0.50	0.29	0.18
0.99	0.18	0.46	0.99	0.22	0.27	0.99	0.36	0.23
1.49	0.20	0.50	1.49	0.25	0.31	1.49	0.42	0.26
1.99	0.22	0.54	1.99	0.28	0.34	1.99	0.46	0.29
2.48	0.23	0.57	2.48	0.30	0.37	2.48	0.50	0.31
2.98	0.24	0.59	2.98	0.32	0.39	2.98	0.54	0.33
3.48	0.25	0.60	3.48	0.34	0.41	3.48	0.57	0.35
3.97	0.25	0.60	3.97	0.36	0.43	3.97	0.60	0.36
4.47	0.24	0.59	4.47	0.37	0.45	4.47	0.62	0.38
4.97	0.24	0.59	4.97	0.39	0.46	4.97	0.65	0.39
5.46	0.24	0.58	5.46	0.40	0.48	5.46	0.67	0.40
5.96	0.24	0.58	5.96	0.41	0.49	5.96	0.69	0.41
6.45	0.24	0.57	6.45	0.42	0.50	6.45	0.70	0.42
6.95	0.24	0.57	6.95	0.43	0.50	6.95	0.72	0.42
7.45	0.24	0.56	7.45	0.43	0.51	7.45	0.73	0.43
7.94	0.24	0.56	7.94	0.44	0.51	7.94	0.74	0.43
8.44	0.24	0.56	8.44	0.45	0.52	8.44	0.75	0.43
8.94	0.25	0.57	8.94	0.45	0.52	8.94	0.76	0.44
9.43	0.25	0.57	9.43	0.46	0.53	9.43	0.77	0.44
9.93	0.25	0.57	9.93	0.46	0.53	9.93	0.78	0.44
10.43	0.25	0.57	10.43	0.47	0.53	10.43	0.78	0.45
10.92	0.25	0.57	10.92	0.47	0.53	10.92	0.79	0.45
11.42	0.26	0.58	11.42	0.47	0.53	11.42	0.79	0.44
11.92	0.26	0.58	11.92	0.47	0.53	11.92	0.80	0.45
12.41	0.26	0.58	12.41	0.48	0.53	12.41	0.81	0.45
12.91	0.26	0.58	12.91	0.48	0.53	12.91	0.81	0.45
13.41	0.26	0.58	13.41	0.48	0.53	13.41	0.81	0.45
13.90	0.27	0.58	13.90	0.48	0.53	13.90	0.81	0.44

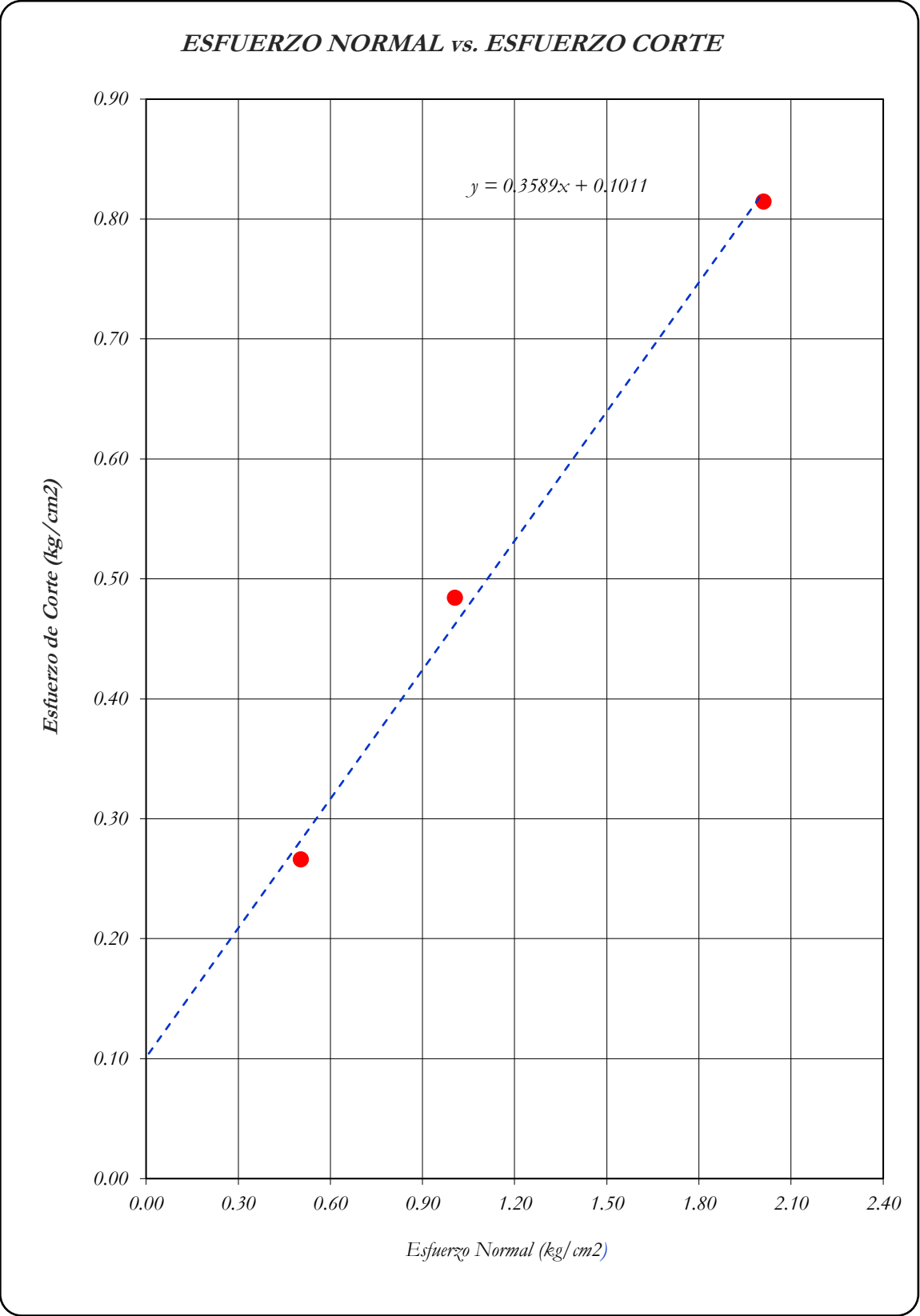
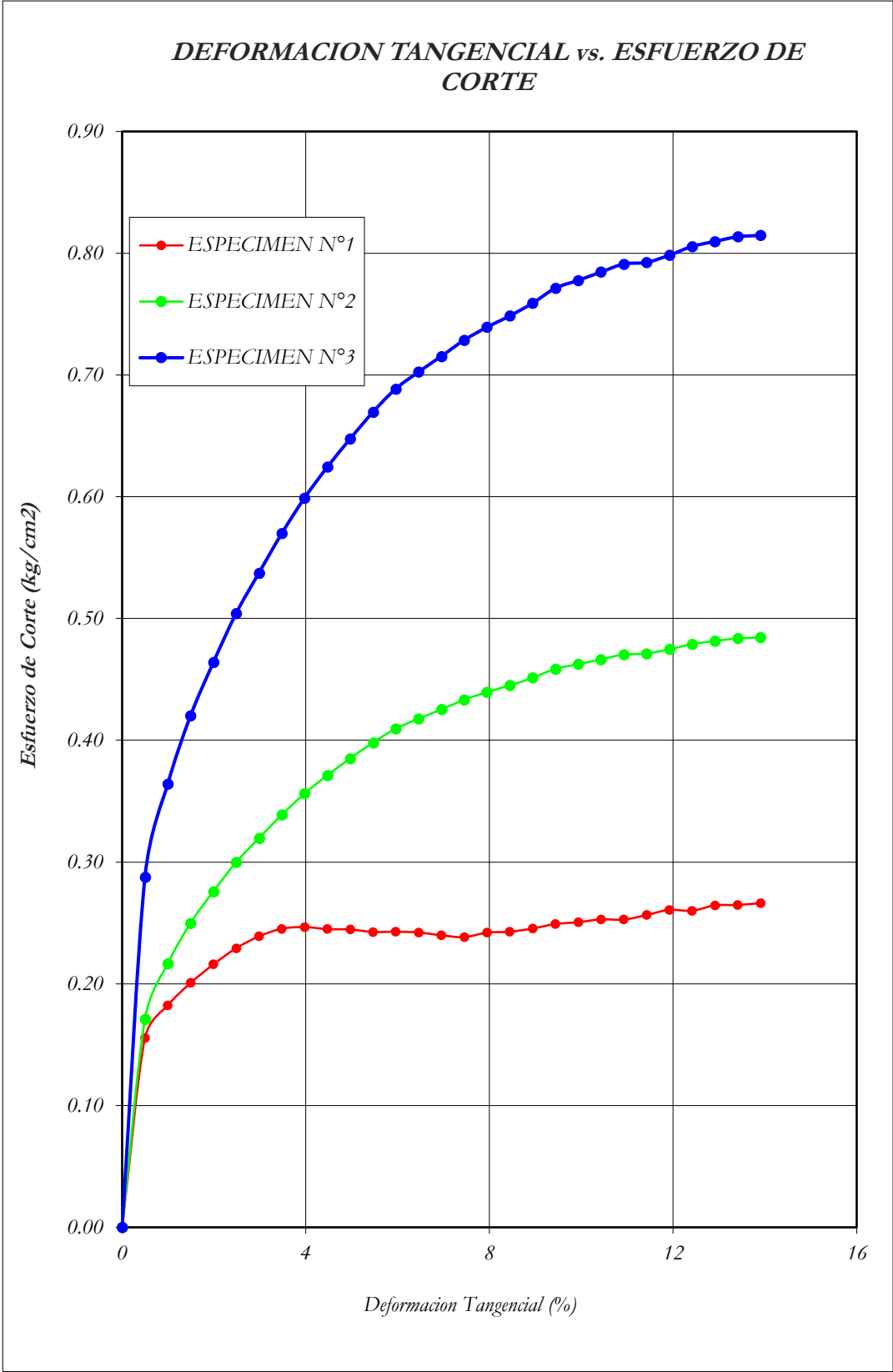
PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	SCM-05	Km. 00+710	E -2	3.30		DERECHO		04-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min



Resultados:	
Cohesión ©	0.11 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	30.9 °

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-06	Km. 01+520	E -3	2	Izquierdo		N 8601065	E 766644

SCM-06	
E -3	Km. 01+520

RESUMEN DE RESULTADOS			
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	7.2 %
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	22.0 %
	MTC E - 111	L.P	19.0 %
	MTC E - 111	I.P	3.0 %
Clasificacion	SUCS		GW-GM
	AASHTO		A-1-a(0)
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.834 g/cm3
Cohesion		C	0.12
Angulo de Friccion		φ	31.39

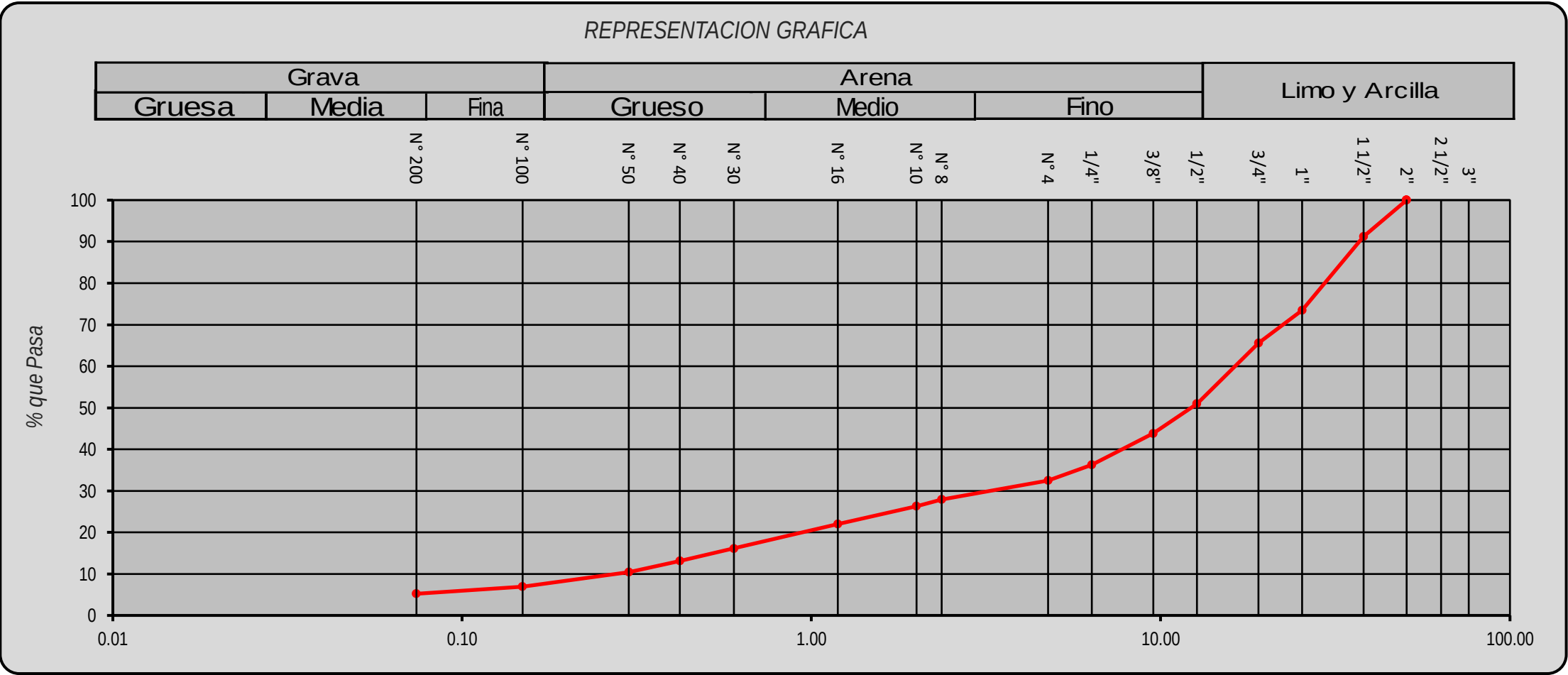
Observaciones	
---------------	--

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"						
Ubicacion :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Quellouno - Chahuares - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma				Fecha :	14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas	
	CM-06	Km. 01+520	E -3	2	Izquierdo	N 8601065	E 766644

Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
<u>Datos de Ensayo</u>			Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"		
Peso Total : 9983.2 gr			% pasa Malla N° 4 : 32.5 %		
Peso de Fraccion : 680.2 gr			% pasa Malla N° 40 : 13.1 %		
Peso Muestra Lavada : 9464.9 gr			% pasa Malla N° 200 : 5.2 %		

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600		0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	876.0	8.8	8.8	91.2	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	1770.0	17.7	26.5	73.5	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	790.0	7.9	34.4	65.6	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	1457.0	14.6	49.0	51.0	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	715.0	7.2	56.2	43.8	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	757.0	7.6	63.8	36.2	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	372.0	3.7	67.5	32.5	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	95.5	4.6	72.1	27.9		
10	2.000	33.0	1.6	73.7	26.3	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	89.2	4.3	78.0	22.0		
30	0.600	124.1	5.9	83.9	16.1	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	62.8	3.0	86.9	13.1	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	57.5	2.7	89.6	10.4		
100	0.149	73.0	3.5	93.1	6.9	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	36.5	1.7	94.8	5.2	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		108.6	5.2	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

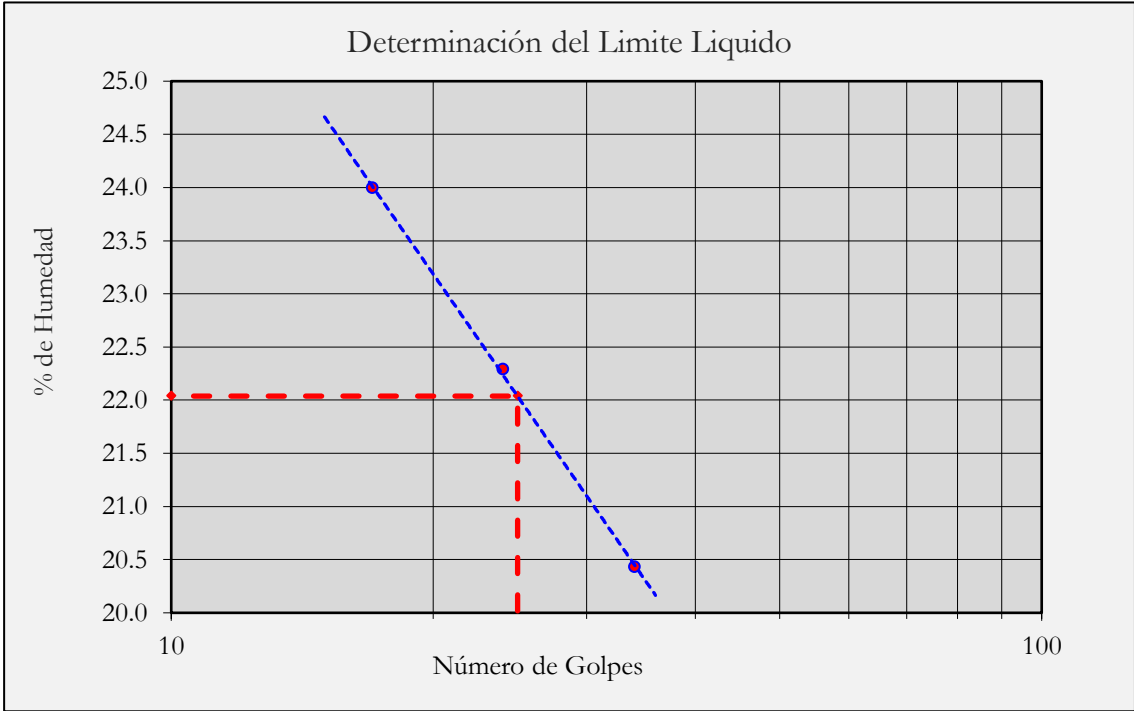
D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 22 %	Clasificacion SUCS : GW-GM
0.25	3.35	16.31	65.4	2.75	I.P : 3 %	Clasificacion AASHTO : A-1-a(0)



Observaciones :

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Quellouno - Chahuares - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 14/10/25
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	CM-06	Km. 01+520	E -3	2	Izquierdo	N 8601065	E 766644

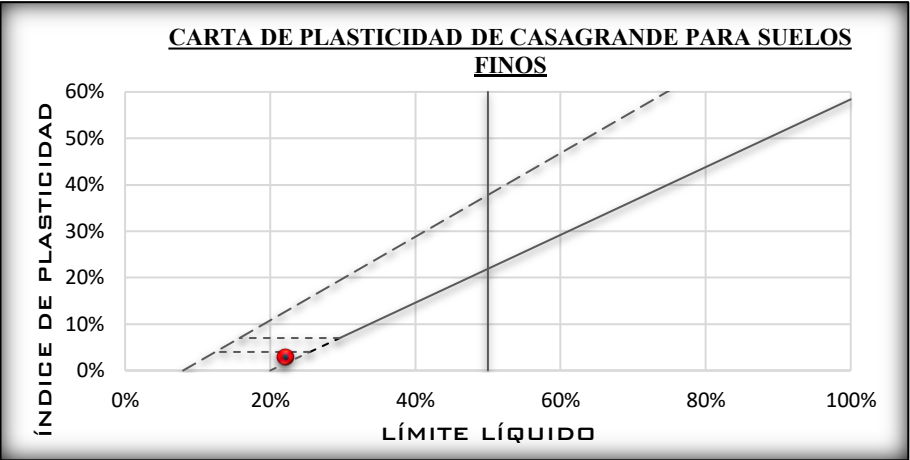
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG						
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2
N.º de Golpes	34	24	17	Recipiente N.º	5	1
Recipiente N.º	11	5	18	Recip. + Suelo Húmedo	22.35	21.95
Recip. + Suelo Húmedo	51.23	53.12	55.62	Recip. + Suelo Seco	19.89	19.55
Recip. + Suelo Seco	46.72	47.95	49.58	Peso Recipiente	7.07	7.13
Peso del Recipiente	24.65	24.76	24.41	Peso Agua	2.46	2.40
Peso Agua	4.51	5.17	6.04	Peso Suelo Seco	12.82	12.42
Peso Suelo Seco	22.07	23.19	25.17	% de Humedad	19.19	19.32
% de Humedad	20.43	22.29	24.00		L.P. = 19.0%	
	L.L. = 22.0%					



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	22.00 %
Límite Plástico (L.P.) =	19.00 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	3.00 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	212.4	213.5
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1134.2	1098.4
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	1072.5	1040.6
Peso del Agua	gr	61.7	57.8
Peso del Suelo Seco	gr	860.1	827.1
Contenido de Humedad	%	7.17	6.99
Contenido de Humedad Promedio	%	7.08	



Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Quellouno - Chahuares - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	CM-06	Km. 01+520	E -3	2	Izquierdo		N 8601065	E 766644

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL

MTC E-117

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g7124
P.are. Que queda en frasco	g2300
Peso neto de suelo	g4102
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g3266
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm32237.0
Porcentaje de Humedad	%7.08
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.83
Densidad de suelo Seco	g/cm31.71
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.14

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia	Departamento
	Quellouno - Chahuares - Remolino		Quellouno		La Convencion	Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	CM-06	Km. 01+520	E -3	2	Izquierdo	14-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

[illegible]

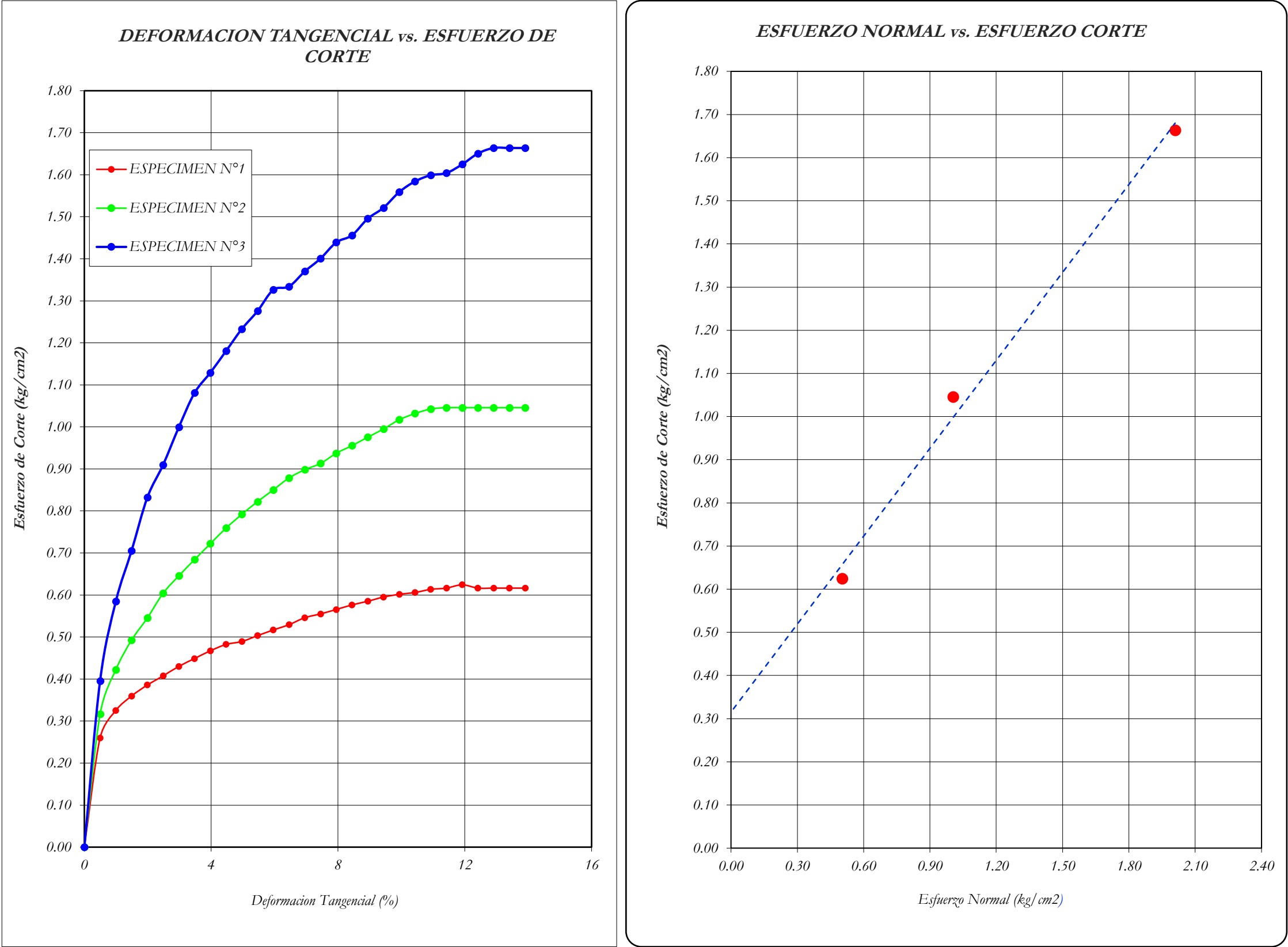
PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Quellouno - Chahuares - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	CM-06	Km. 01+520	E -3	2		Izquierdo		14-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min



Resultados:	
Cohesión ©	0.12 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	31.4 °

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																																
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento																																										
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco																																										
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25																																											
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																																											
	SCM-07	Km. 02+020	E -2	2.5	Derecho	N 8601049	E 766191																																										
SCM-07 E -2 Km. 02+020																																																	
<table><tr><th colspan="4">RESUMEN DE RESULTADOS</th></tr><tr><th>DESCRIPCION</th><th>NORMA</th><th>ENSAYO</th><th>RESULTADOS</th></tr><tr><td>Humedad Natural</td><td>MTC E - 108</td><td>Humedad</td><td>11.5 %</td></tr><tr><td rowspan="3">Limites de Consistencia</td><td>MTC E - 110</td><td>L.L</td><td>23.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>L.P</td><td>20.0 %</td></tr><tr><td>MTC E - 111</td><td>I.P</td><td>3.0 %</td></tr><tr><td rowspan="2">Clasificacion</td><td>SUCS</td><td></td><td>GM</td></tr><tr><td>AASHTO</td><td></td><td>A-1-a(0)</td></tr><tr><td>Densidad de Campo</td><td>MTC E - 117</td><td>Densidad Natural</td><td>1.804 g/cm3</td></tr><tr><td>Cohesion</td><td></td><td>C</td><td>0.15</td></tr><tr><td>Angulo de Friccion</td><td></td><td>φ</td><td>33.68</td></tr></table>									RESUMEN DE RESULTADOS				DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS	Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	11.5 %	Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	23.0 %	MTC E - 111	L.P	20.0 %	MTC E - 111	I.P	3.0 %	Clasificacion	SUCS		GM	AASHTO		A-1-a(0)	Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.804 g/cm3	Cohesion		C	0.15	Angulo de Friccion		φ	33.68
RESUMEN DE RESULTADOS																																																	
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS																																														
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	11.5 %																																														
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	23.0 %																																														
	MTC E - 111	L.P	20.0 %																																														
	MTC E - 111	I.P	3.0 %																																														
Clasificacion	SUCS		GM																																														
	AASHTO		A-1-a(0)																																														
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.804 g/cm3																																														
Cohesion		C	0.15																																														
Angulo de Friccion		φ	33.68																																														
Observaciones																																																	

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-07	E -2	Km. 02+020	2.5	Derecho		N 8601049	E 766191

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica	
0.00		GP-GM		Terreno natural, arena limosa con grava, color marron oscuro, humedo , sin reaccion al HCL, con clastos redondeados y presencia de raices , de consolidacion baja.		
-0.10						
-0.20						
-0.30		GM		Deposito aluvial. Grava mal graduada en 49% , redondeados y achatados, con matriz de arenolimosa en 51%, de clasto mayor de 6", color marron grisaceo, humeda, no tiene reaccion al HCL, presencia de raices, de consolidacion media.		
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.05						
-2.10						
-2.15						
-2.20						
-2.25						
-2.30						
-2.35						
-2.40						
-2.45						
-2.50						

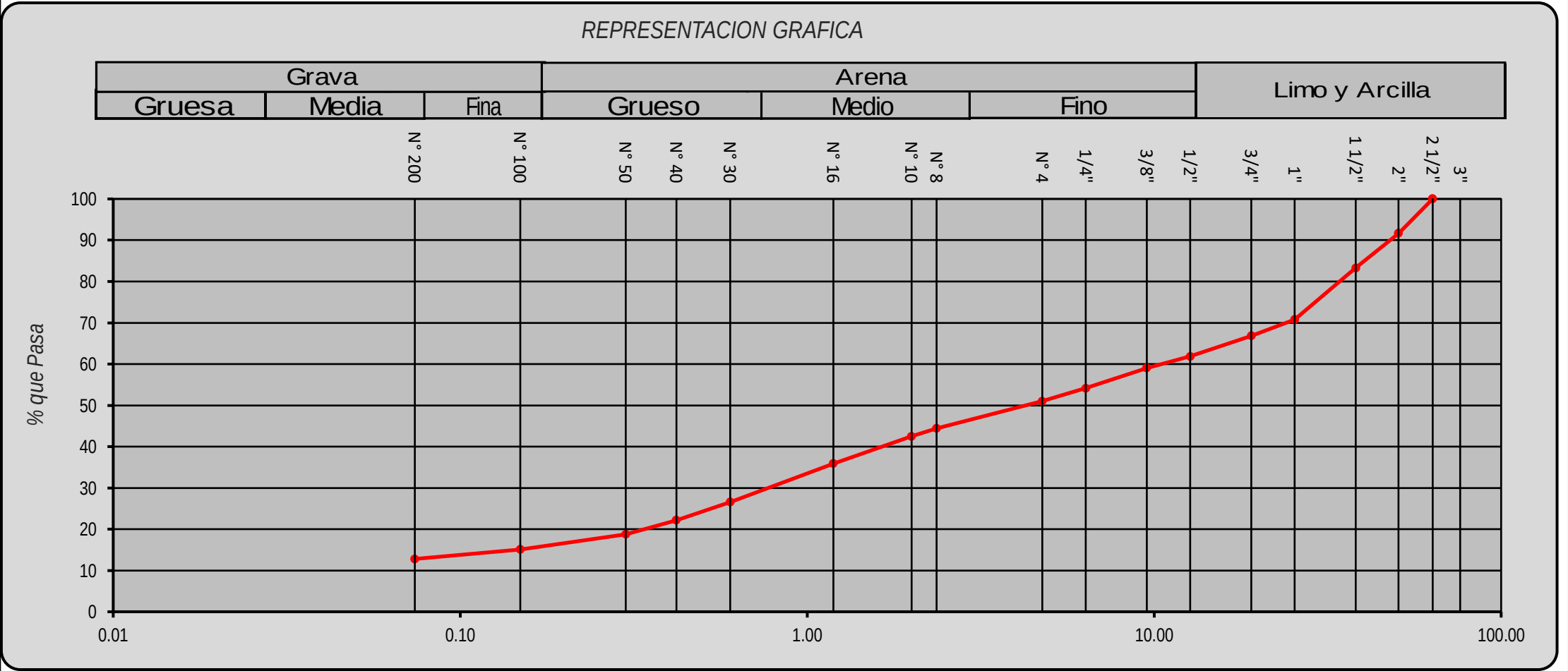
Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 04/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado		Coordenadas	
	SCM-07	Km. 02+020	E -2	2.5	Derecho		N 8601049	E 766191

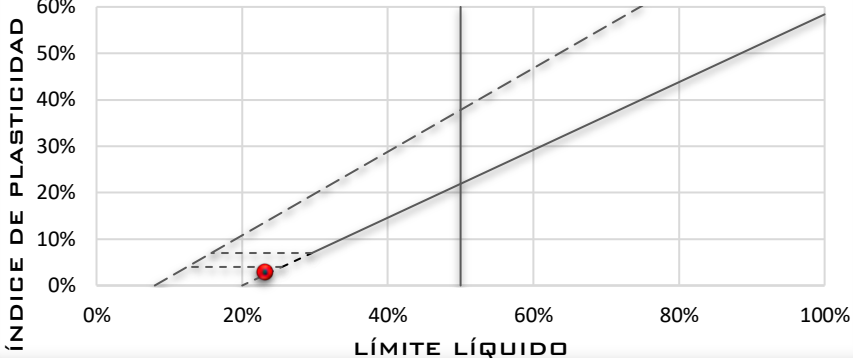
Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
<u>Datos de Ensayo</u>			Tamaño Maximo Nominal : 2"		
Peso Total : 10660.7 gr			% pasa Malla N° 4 : 51.0 %		
Peso de Fraccion : 681.7 gr			% pasa Malla N° 40 : 22.2 %		
Peso Muestra Lavada : 9290.6 gr			% pasa Malla N° 200 : 12.8 %		

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600	886.0	8.3	8.3	91.7	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	896.0	8.4	16.7	83.3	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	1335.0	12.5	29.2	70.8	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	416.0	3.9	33.1	66.9	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	534.0	5.0	38.2	61.9	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	298.0	2.8	40.9	59.1	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	523.0	4.9	45.9	54.1	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	336.0	3.2	49.0	51.0	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	88.0	6.6	55.6	44.4		
10	2.000	26.0	1.9	57.5	42.5	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	87.6	6.6	64.1	35.9		
30	0.600	124.3	9.3	73.4	26.6	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	59.0	4.4	77.8	22.2	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	44.9	3.4	81.2	18.8		
100	0.149	50.0	3.7	84.9	15.1	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	30.1	2.3	87.2	12.8	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		171.8	12.8	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 23 %	Clasificacion SUCS : GM
0.03	0.77	10.50	322.5	1.71	I.P : 3 %	Clasificacion AASHTO : A-1-a(0)



Observaciones :

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																		
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia		Departamento																														
	Chahuares - Quellouno	Echarati - Quellouno	La Convencion		Cusco																														
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25																													
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas																													
	SCM-07	Km. 02+020	E -2	2.5	Derecho	N 8601049	E 766191																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG																																			
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111																															
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2																													
N.º de Golpes	33	24	17	Recipiente N.º	7	1																													
Recipiente N.º	32	26	2	Recip. + Suelo Húmedo	15.22	14.81																													
Recip. + Suelo Húmedo	53.65	55.34	57.02	Recip. + Suelo Seco	13.10	12.75																													
Recip. + Suelo Seco	48.46	49.60	50.69	Peso Recipiente	2.39	2.27																													
Peso del Recipiente	24.87	25.03	25.00	Peso Agua	2.12	2.06																													
Peso Agua	5.19	5.74	6.33	Peso Suelo Seco	10.71	10.48																													
Peso Suelo Seco	23.59	24.57	25.69	% de Humedad	19.79	19.66																													
% de Humedad	22.00	23.36	24.64	L.P. = 20.0%																															
		L.L. = 23.0%																																	
Determinación del Limite Liquido 								Resultados Límite Líquido (L.L.) = 23.00 % Límite Plástico (L.P.) = 20.00 % Índice de Plasticidad (I.P.) = 3.00 %																											
<table><tr><th>IP</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>0 - 3</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>3 - 15</td><td>Ligeramente plástico</td></tr><tr><td>15- 30</td><td>Baja plasticidad</td></tr><tr><td>> 30</td><td>Alta plasticidad</td></tr></table>								IP	Descripción	0 - 3	No plástico	3 - 15	Ligeramente plástico	15- 30	Baja plasticidad	> 30	Alta plasticidad																		
IP	Descripción																																		
0 - 3	No plástico																																		
3 - 15	Ligeramente plástico																																		
15- 30	Baja plasticidad																																		
> 30	Alta plasticidad																																		
ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108 <table><tr><td>Peso de Cápsula (g)</td><td>gr</td><td>199.6</td><td>205.3</td></tr><tr><td>Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)</td><td>gr</td><td>1069.7</td><td>1103.6</td></tr><tr><td>Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)</td><td>gr</td><td>980.1</td><td>1006.2</td></tr><tr><td>Peso del Agua</td><td>gr</td><td>89.6</td><td>97.4</td></tr><tr><td>Peso del Suelo Seco</td><td>gr</td><td>780.5</td><td>800.9</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad</td><td>%</td><td>11.48</td><td>12.16</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">11.82</td></tr></table>				Peso de Cápsula (g)	gr	199.6	205.3	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1069.7	1103.6	Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	980.1	1006.2	Peso del Agua	gr	89.6	97.4	Peso del Suelo Seco	gr	780.5	800.9	Contenido de Humedad	%	11.48	12.16	Contenido de Humedad Promedio	%	11.82		CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE PARA SUELOS FINOS 			
Peso de Cápsula (g)	gr	199.6	205.3																																
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1069.7	1103.6																																
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	980.1	1006.2																																
Peso del Agua	gr	89.6	97.4																																
Peso del Suelo Seco	gr	780.5	800.9																																
Contenido de Humedad	%	11.48	12.16																																
Contenido de Humedad Promedio	%	11.82																																	
Observaciones:																																			

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno		Echarati - Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 04/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-07	Km. 02+020	E -2	2.5	Derecho		N 8601049	E 766191

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL MTC E-117
--

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g7410
P.are. Que queda en frasco	g1708
Peso neto de suelo	g5119
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g4144
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm32838.4
Porcentaje de Humedad	%11.82
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.80
Densidad de suelo Seco	g/cm31.61
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.12

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"																																							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento																																		
	Quellouno - Quellopuyto	Quellouno		La Convencion		Cusco																																		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma																																							
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenadas																																			
	SCM-07	Km. 02+020	2.5	Derecho	N 8601049	E 766191																																		
<table><tr><td colspan="2">Datos del Molde:</td></tr><tr><td>Diametro:</td><td>15.12 cm</td></tr><tr><td>Altura:</td><td>11.80 cm</td></tr><tr><td>Volumen:</td><td>2,118.73 cm3</td></tr></table>							Datos del Molde:		Diametro:	15.12 cm	Altura:	11.80 cm	Volumen:	2,118.73 cm3																										
Datos del Molde:																																								
Diametro:	15.12 cm																																							
Altura:	11.80 cm																																							
Volumen:	2,118.73 cm3																																							
Densidad Mínima - ASTM D - 2049-69																																								
<table><tr><td>Muestra</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td>10,148</td><td>10,116</td><td>10,107</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td>3,570</td><td>3,538</td><td>3,529</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td>1.685</td><td>1.670</td><td>1.666</td></tr></table> <table><tr><td>Densidad Minima =</td><td>1.673 gr/cm3</td></tr></table>							Muestra	1	2	3	Molde	A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)	10,148	10,116	10,107	W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)	3,570	3,538	3,529	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	1.685	1.670	1.666	Densidad Minima =	1.673 gr/cm3								
Muestra	1	2	3																																					
Molde	A1	A2	A3																																					
W Suelo Humedo+Molde (gr)	10,148	10,116	10,107																																					
W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578																																					
W Suelo (gr)	3,570	3,538	3,529																																					
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	1.685	1.670	1.666																																					
Densidad Minima =	1.673 gr/cm3																																							
Densidad Máxima - ASTM D - 2049-69																																								
<table><tr><td>Muestra</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Molde</td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr><tr><td>W Suelo Humedo+Molde (gr)</td><td>11,992</td><td>12,044</td><td>12,036</td></tr><tr><td>W Molde (gr)</td><td>6,578</td><td>6,578</td><td>6,578</td></tr><tr><td>W Suelo (gr)</td><td>5,414</td><td>5,466</td><td>5,458</td></tr><tr><td>Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)</td><td>2.555</td><td>2.580</td><td>2.576</td></tr><tr><td>Porcentaje de Humedad (%)</td><td>11.82</td><td>11.82</td><td>11.82</td></tr><tr><td>Densidad Máxima (gr/cm3)</td><td>2.285</td><td>2.307</td><td>2.304</td></tr></table> <table><tr><td>Densidad Maxima =</td><td>2.299 gr/cm3</td></tr></table>							Muestra	1	2	3	Molde	A1	A2	A3	W Suelo Humedo+Molde (gr)	11,992	12,044	12,036	W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578	W Suelo (gr)	5,414	5,466	5,458	Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	2.555	2.580	2.576	Porcentaje de Humedad (%)	11.82	11.82	11.82	Densidad Máxima (gr/cm3)	2.285	2.307	2.304	Densidad Maxima =	2.299 gr/cm3
Muestra	1	2	3																																					
Molde	A1	A2	A3																																					
W Suelo Humedo+Molde (gr)	11,992	12,044	12,036																																					
W Molde (gr)	6,578	6,578	6,578																																					
W Suelo (gr)	5,414	5,466	5,458																																					
Densidad Suelo Humedo (gr/cm3)	2.555	2.580	2.576																																					
Porcentaje de Humedad (%)	11.82	11.82	11.82																																					
Densidad Máxima (gr/cm3)	2.285	2.307	2.304																																					
Densidad Maxima =	2.299 gr/cm3																																							
Determinación Densidad Relativa																																								
<table><tr><td>Densidad Mínima</td><td>g/cm3</td><td>1.673</td></tr><tr><td>Densidad Natural</td><td>g/cm3</td><td>1.804</td></tr><tr><td>Densidad Máxima</td><td>g/cm3</td><td>2.299</td></tr></table>							Densidad Mínima	g/cm3	1.673	Densidad Natural	g/cm3	1.804	Densidad Máxima	g/cm3	2.299																									
Densidad Mínima	g/cm3	1.673																																						
Densidad Natural	g/cm3	1.804																																						
Densidad Máxima	g/cm3	2.299																																						
CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA :																																								
<table><tr><td>DENSIDAD RELATIVA</td><td>%</td><td>58.01</td></tr></table>			DENSIDAD RELATIVA	%	58.01	Dr = $\frac{\gamma.Nat - \gamma.Min}{\gamma.Max. - \gamma.Min} \times \frac{\gamma.Max.}{\gamma.Nat}$																																		
DENSIDAD RELATIVA	%	58.01																																						
<table><tr><td colspan="2">Resultados:</td></tr><tr><td>Cohesión ©</td><td>0.15 kg/cm2</td></tr><tr><td>Angulo de fricción (f)</td><td>33.7 °</td></tr></table>							Resultados:		Cohesión ©	0.15 kg/cm2	Angulo de fricción (f)	33.7 °																												
Resultados:																																								
Cohesión ©	0.15 kg/cm2																																							
Angulo de fricción (f)	33.7 °																																							
Observaciones :																																								

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3	Izquierdo		N 8601155	E 764901

SCM-08	
E -3	Km. 05+580

RESUMEN DE RESULTADOS			
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	5.7 %
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	24.0 %
	MTC E - 111	L.P	21.0 %
	MTC E - 111	I.P	3.0 %
Clasificacion	SUCS		GW-GM
	AASHTO		A-1-a(0)
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.826 g/cm3
Cohesion		C	0.12
Angulo de Friccion		φ	30.41

Observaciones	
---------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-08	E -3	Km. 05+580	3	Izquierdo		N 8601155	E 764901

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica
0.00		GP-GM		Terreno natural, arena limosa con grava, color marron oscuro, humedo , sin reaccion al HCL, con clastos redondeados y presencia de raices, de consistencia baja.	
-0.10					
-0.20					
-0.30					
-0.40					
-0.50		GP-SM		Material de relleno. Grava con arena fina mal graduada y limo, de baja tenacidad, baja plasticidad, media dilatancia, grava 60% y finos 40%, débil reaccion al HCL, cosnsitencia suave, de consistenci baja.	
-0.60					
-0.70					
-0.80					
-0.90					
-1.00					
-1.10					
-1.20					
-1.30		GM		Deposito coluvial. Grava mal graduada en 46% , subangulosos y alargados, con matriz de limoarenosa en 54%, color marron rojizo, con bolones puntuales mayor de 10", humeda en el lugar, no tiene reaccion al HCL, presencia de raices, de sonsolidacion baja.	
-1.40					
-1.50					
-1.60					
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					
-2.10					
-2.20					
-2.30					
-2.40					
-2.50					
-2.60					
-2.70					
-2.80					
-2.90					
-3.00					

Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 14/10/25
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3	Izquierdo	N 8601155	E 764901

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG

Límite Líquido - MTC E 110			
Ensayo	1	2	3
N.º de Golpes	35	25	18
Recipiente N.º	23	41	48
Recip. + Suelo Húmedo	54.32	56.04	58.43
Recip. + Suelo Seco	49.04	50.02	51.54
Peso del Recipiente	25.25	24.94	24.87
Peso Agua	5.28	6.02	6.89
Peso Suelo Seco	23.79	25.08	26.67
% de Humedad	22.19	24.00	25.83
L.L. = 24.0%			

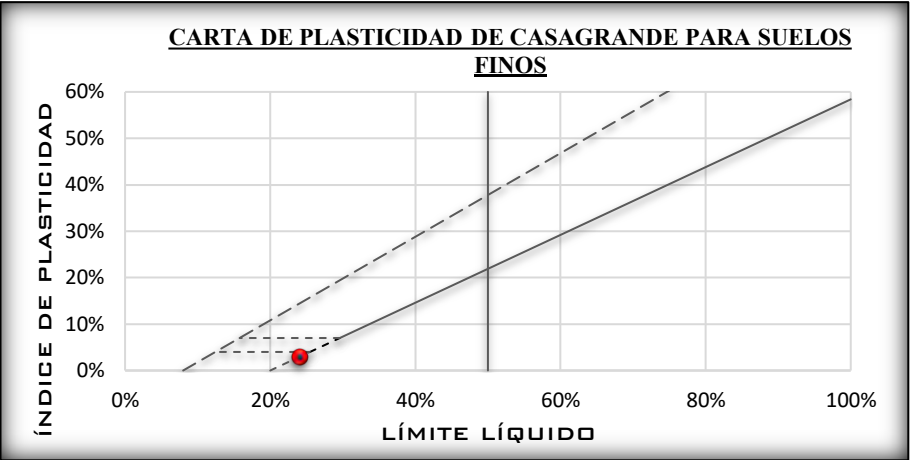
Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2
Recipiente N.º	11	16
Recip. + Suelo Húmedo	20.78	21.02
Recip. + Suelo Seco	19.47	19.68
Peso Recipiente	13.24	13.42
Peso Agua	1.31	1.34
Peso Suelo Seco	6.23	6.26
% de Humedad	21.03	21.41
L.P. = 21.0%		



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	24.00 %
Límite Plástico (L.P.) =	21.00 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	3.00 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	214.4	213.6
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1142.0	1107.5
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	1025.1	994.2
Peso del Agua	gr	116.9	113.3
Peso del Suelo Seco	gr	810.7	780.6
Contenido de Humedad	%	5.65	14.51
Contenido de Humedad Promedio	%	10.08	



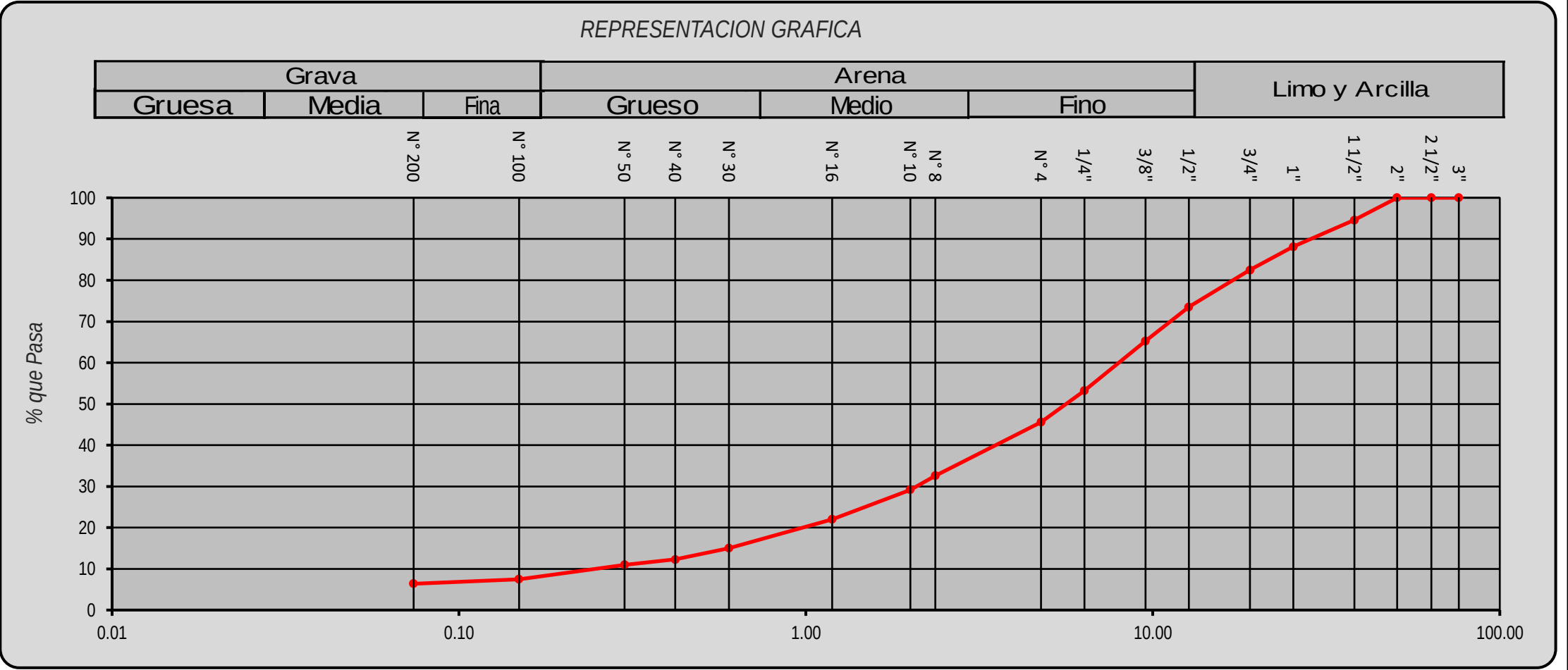
Observaciones:

Proyecto :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 14/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado		Coordenadas	
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3	Izquierdo		N 8601155	E 764901

Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
<u>Datos de Ensayo</u>			Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"		
Peso Total : 7896.0		gr	% pasa Malla N° 4 : 45.6 %		
Peso de Fraccion : 413		gr	% pasa Malla N° 40 : 12.3 %		
Peso Muestra Lavada : 7395.9		gr	% pasa Malla N° 200 : 6.4 %		

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	427.0	5.4	5.4	94.6	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	511.0	6.5	11.9	88.1	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	447.0	5.7	17.5	82.5	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	707.0	9.0	26.5	73.5	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	651.0	8.2	34.7	65.3	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	954.0	12.1	46.8	53.2	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	601.0	7.6	54.4	45.6	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	118.2	13.0	67.4	32.6		
10	2.000	30.7	3.4	70.8	29.2	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	64.8	7.2	78.0	22.0		
30	0.600	63.8	7.0	85.0	15.0	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	24.5	2.7	87.7	12.3	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	12.0	1.3	89.0	11.0		
100	0.149	31.3	3.5	92.5	7.5	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	10.3	1.1	93.6	6.4	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		57.4	6.4	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 24 %	Clasificacion SUCS : GW-GM
0.26	2.09	7.91	30.8	2.15	I.P : 3 %	Clasificacion AASHTO : A-1-a(0)



Observaciones :

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar	Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno		La Convencion		Cusco		
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 14/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas		
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3	Izquierdo	N 8601155	E 764901	

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL

MTC E-117

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g6357
P.are. Que queda en frasco	g3164
Peso neto de suelo	g2045
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g1635
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm31119.9
Porcentaje de Humedad	%5.65
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.83
Densidad de suelo Seco	g/cm31.73
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.14
Observaciones :	

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia	Departamento
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion	Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3	Izquierdo	14-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

[illegible]

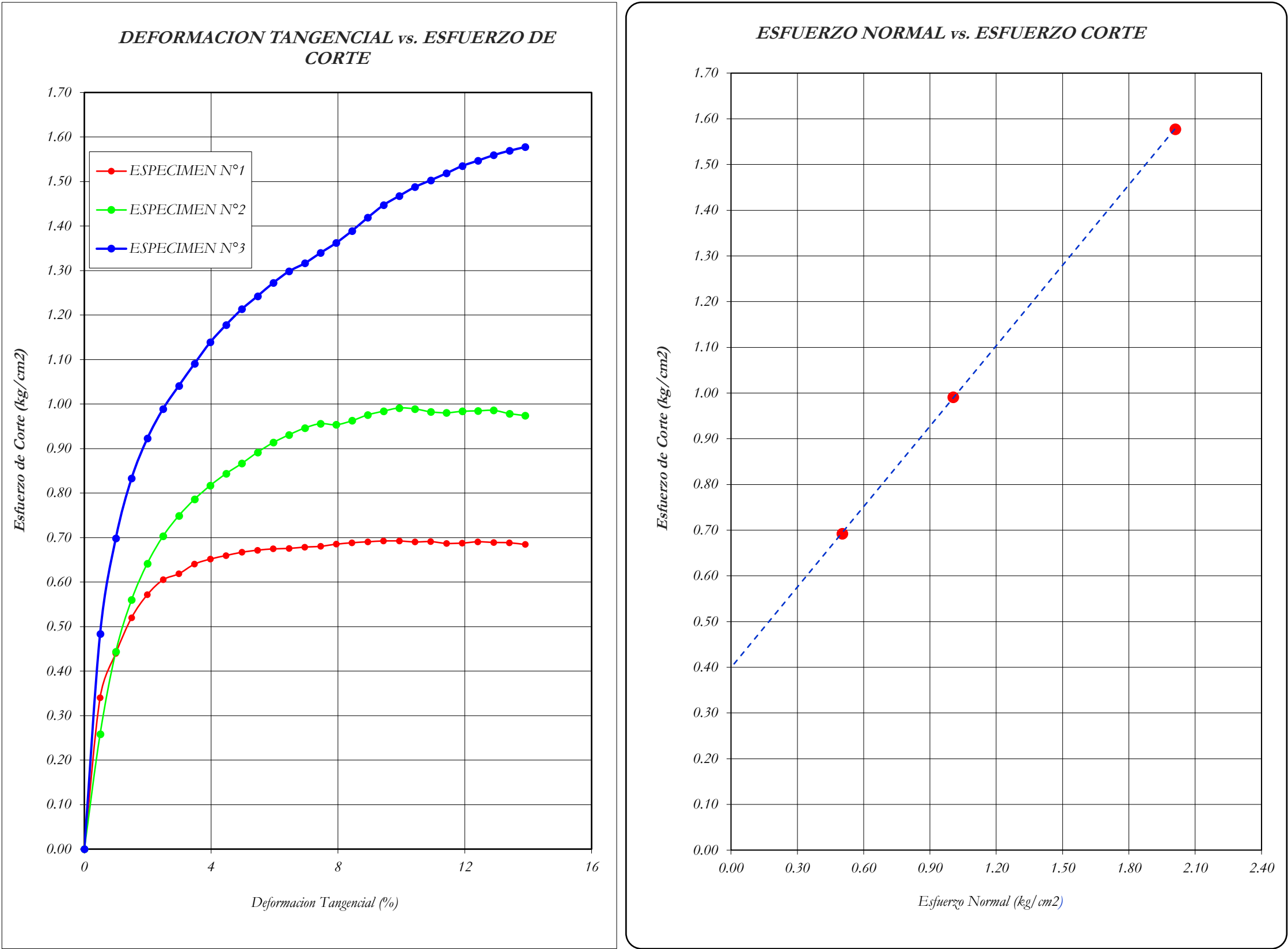
PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	SCM-08	Km. 05+580	E -3	3		Izquierdo		14-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min



Resultados:	
Cohesión ©	0.12 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	30.4 °

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-09	Km. 05+690	E -3	3	Izquierdo		N 8601255	E 764932

SCM-09

E -3

Km. 05+690

RESUMEN DE RESULTADOS			
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	8.8 %
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	24.0 %
	MTC E - 111	L.P	21.0 %
	MTC E - 111	I.P	3.0 %
Clasificacion	SUCS		GW-GM
	AASHTO		A-1-a(0)
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.809 g/cm3
Cohesion		C	0.11
Angulo de Friccion		φ	31.52

Observaciones	
---------------	--

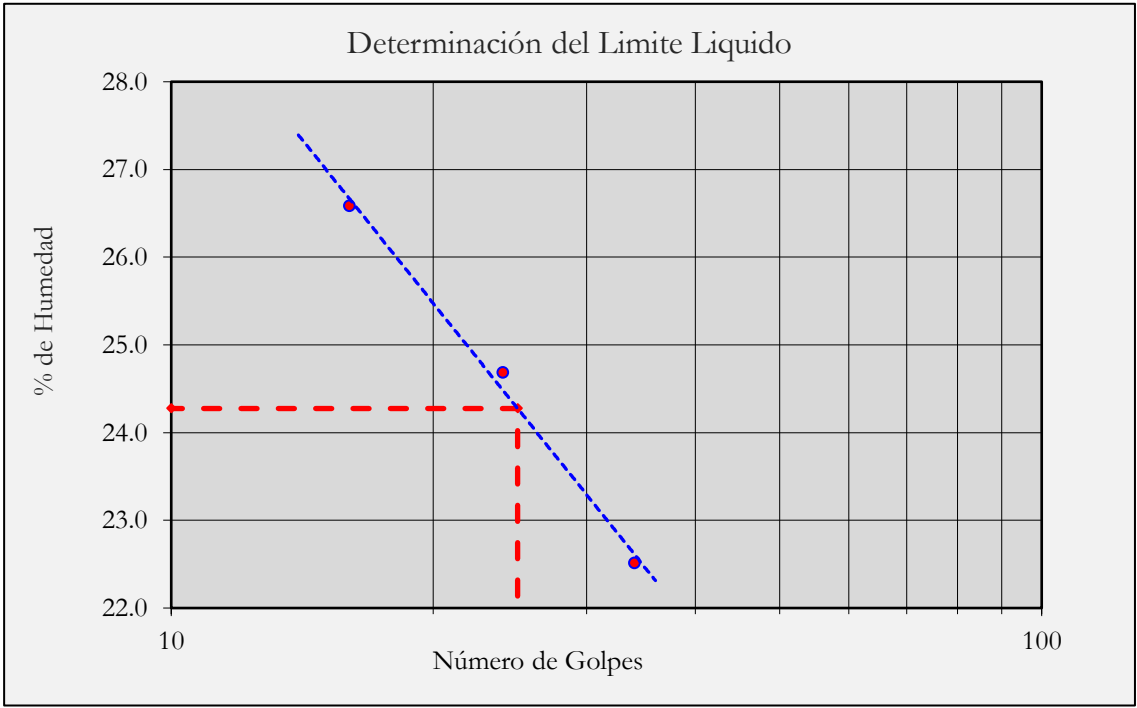
Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-09	E -3	Km. 05+690	3	Izquierdo		N 8601255	E 764932

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica
0.00		GP-GM		Terreno natural, arena limosa con grava, color marron oscuro, humedo , sin reaccion al HCL, con clastos redondeados y presencia de raices	
-0.10					
-0.20					
-0.30					
-0.40		GP-SM		Material de relleno. Grava con arena fina mal graduada y limo, de baja tenacidad, baja plasticidad, media dilatancia, grava 60% y finos 40%, débil reaccion al HCL, cosnsitencia media, presencia de bloques puntuales como material de mejoramiento.	
-0.50					
-0.60					
-0.70					
-0.80					
-0.90					
-1.00					
-1.10					
-1.20		GP-GM		Deposito coluvial. Grava mal graduada en 49% , subangulosos y alargados, con matriz de limoarenoso en 51%, color marron claro, con bloques puntuales mayor de 10", humeda, no tiene reaccion al HCL, presencia de raices, de consolidacion media.	
-1.30					
-1.40					
-1.50					
-1.60					
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					
-2.10					
-2.20					
-2.30					
-2.40					
-2.50					
-2.60					
-2.70					
-2.80					
-2.90					
-3.00					

Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 04/10/25
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-09	Km. 05+690	E -3	3	Izquierdo	N 8601255	E 764932

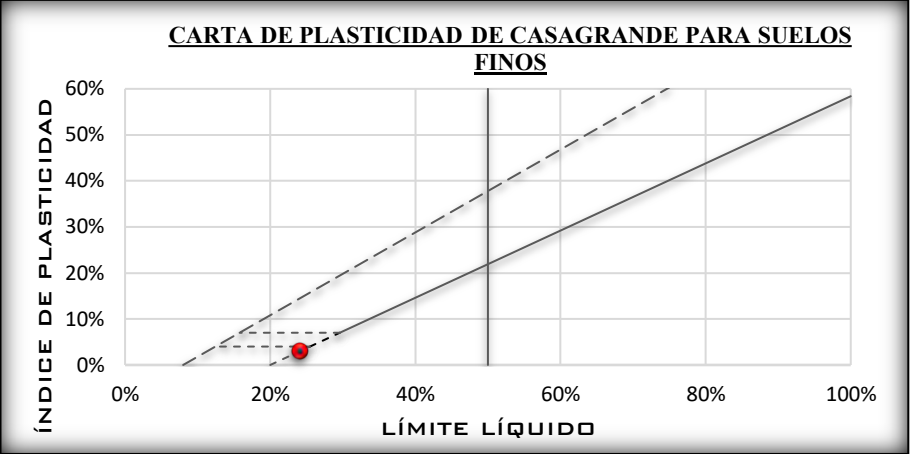
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG						
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2
N.º de Golpes	34	24	16	Recipiente N.º	12	51
Recipiente N.º	2	7	34	Recip. + Suelo Húmedo	22.04	21.85
Recip. + Suelo Húmedo	58.23	60.10	62.13	Recip. + Suelo Seco	20.59	18.76
Recip. + Suelo Seco	52.13	53.21	54.29	Peso Recipiente	13.62	3.82
Peso del Recipiente	25.04	25.30	24.80	Peso Agua	1.45	3.09
Peso Agua	6.10	6.89	7.84	Peso Suelo Seco	6.97	14.94
Peso Suelo Seco	27.09	27.91	29.49	% de Humedad	20.80	20.68
% de Humedad	22.52	24.69	26.59		L.P. = 21.0%	
	L.L. = 24.0%					



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	24.00 %
Límite Plástico (L.P.) =	21.00 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	3.00 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	203.6	205.1
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	1124.9	1087.0
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	1050.5	1017.0
Peso del Agua	gr	74.4	70.0
Peso del Suelo Seco	gr	846.9	811.9
Contenido de Humedad	%	8.78	8.62
Contenido de Humedad Promedio	%	8.70	



Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicacion :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 04/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-09	Km. 05+690	E -3	3	Izquierdo	N 8601255	E 764932

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL MTC E-117
--

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g6403
P.are. Que queda en frasco	g1512
Peso neto de suelo	g4129
Peso de arena en embudo	g1558
P. neto de arena empleada	g3333
Densidad de arena	g/cm31.46
Volumen de hueco	cm32282.9
Porcentaje de Humedad	%8.70
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.81
Densidad de suelo Seco	g/cm31.66
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.13
Observaciones:	

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia	Departamento
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion	Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	SCM-09	Km. 05+690	E -3	3	Izquierdo	04-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm	Altura Inicial:	2.5	cm
Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm	Lado de caja :	5.0	cm
Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²	Area Inicial:	19.9	cm ²
Densidad Seca:	1.705	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.705	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.704	gr/cm ³
Humedad Inic.:	8.70	%	Humedad Inic.:	8.70	%	Humedad Inic.:	8.70	%
Humedad Fin.:	8.53	%	Humedad Fin.:	8.54	%	Humedad Fin.:	8.53	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.00	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.01	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.72	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.14	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.69	kg/cm ²
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.26	0.66	0.50	0.28	0.35	0.50	0.58	0.36
0.99	0.34	0.85	0.99	0.43	0.54	0.99	0.71	0.45
1.49	0.39	0.96	1.49	0.50	0.62	1.49	0.79	0.49
1.99	0.42	1.04	1.99	0.54	0.67	1.99	0.86	0.54
2.48	0.44	1.08	2.48	0.58	0.72	2.48	0.93	0.58
2.98	0.45	1.12	2.98	0.62	0.76	2.98	1.00	0.61
3.48	0.47	1.15	3.48	0.65	0.79	3.48	1.06	0.65
3.97	0.48	1.18	3.97	0.67	0.82	3.97	1.13	0.68
4.47	0.50	1.21	4.47	0.71	0.86	4.47	1.18	0.71
4.97	0.51	1.24	4.97	0.74	0.89	4.97	1.22	0.73
5.46	0.53	1.27	5.46	0.77	0.92	5.46	1.26	0.75
5.96	0.54	1.29	5.96	0.79	0.94	5.96	1.31	0.78
6.45	0.55	1.31	6.45	0.81	0.97	6.45	1.36	0.81
6.95	0.56	1.33	6.95	0.83	0.98	6.95	1.40	0.82
7.45	0.57	1.34	7.45	0.86	1.01	7.45	1.42	0.83
7.94	0.58	1.36	7.94	0.89	1.03	7.94	1.46	0.85
8.44	0.59	1.37	8.44	0.91	1.06	8.44	1.49	0.86
8.94	0.60	1.39	8.94	0.94	1.08	8.94	1.51	0.87
9.43	0.61	1.41	9.43	0.97	1.11	9.43	1.53	0.88
9.93	0.62	1.41	9.93	0.99	1.13	9.93	1.53	0.88
10.43	0.63	1.43	10.43	1.02	1.15	10.43	1.55	0.88
10.92	0.64	1.45	10.92	1.04	1.17	10.92	1.57	0.89
11.42	0.66	1.48	11.42	1.05	1.18	11.42	1.58	0.89
11.92	0.68	1.51	11.92	1.07	1.20	11.92	1.61	0.90
12.41	0.69	1.53	12.41	1.10	1.22	12.41	1.63	0.90
12.91	0.70	1.55	12.91	1.11	1.23	12.91	1.65	0.91
13.41	0.71	1.56	13.41	1.13	1.25	13.41	1.67	0.92
13.90	0.72	1.58	13.90	1.14	1.24	13.90	1.69	0.92

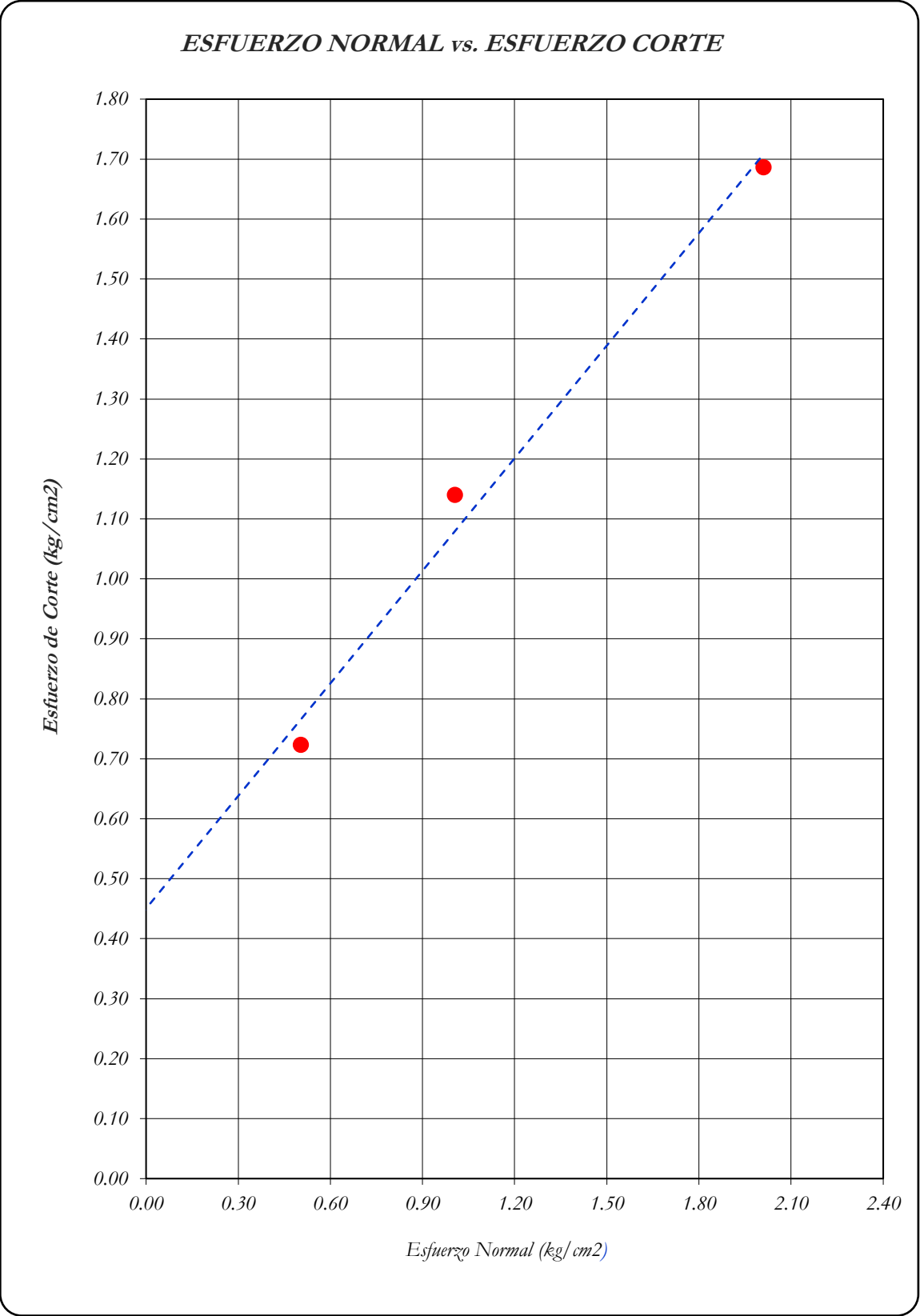
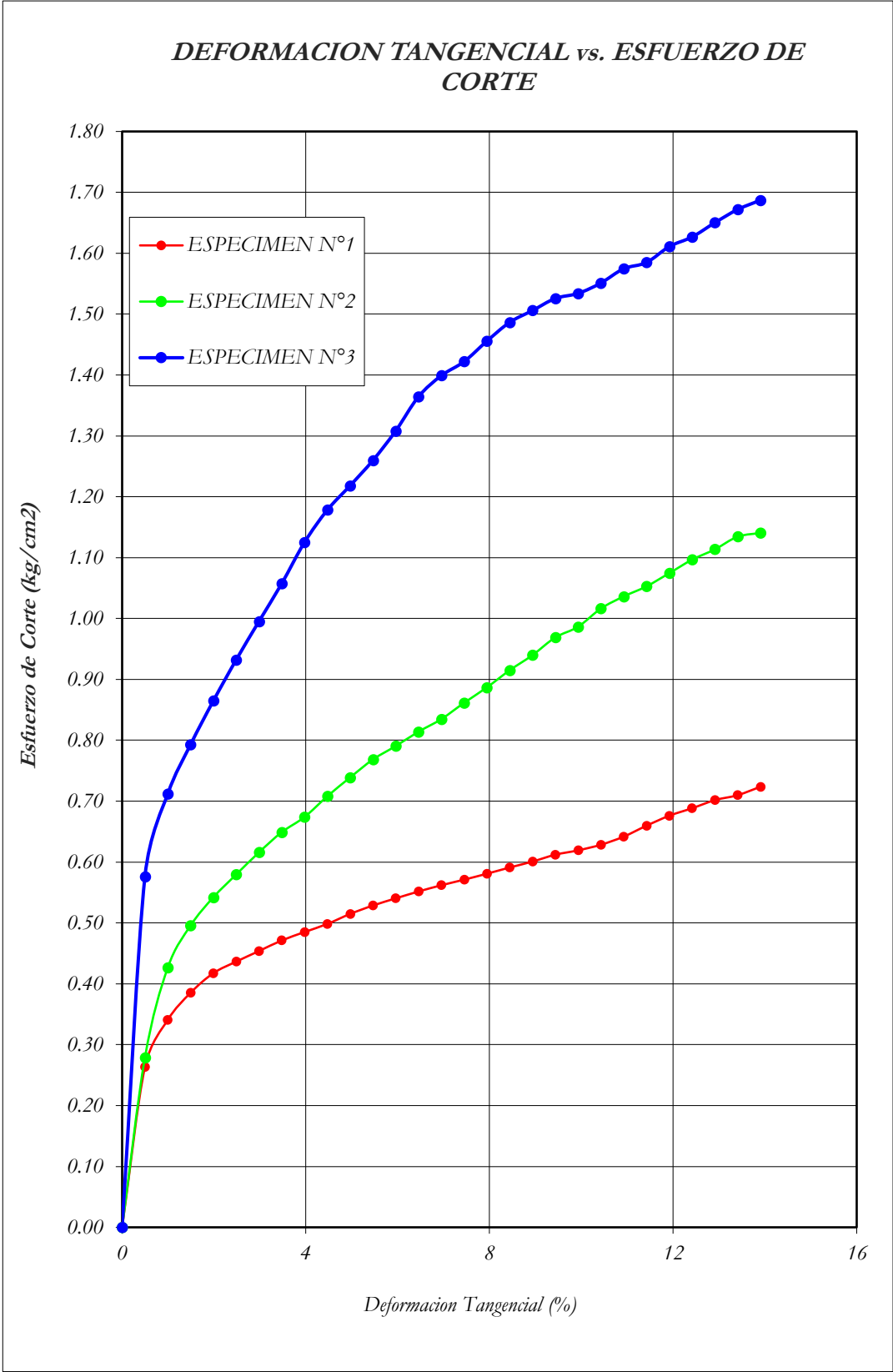
PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	SCM-09	Km. 05+690	E -3	3		Izquierdo		04-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min



Resultados:	
Cohesión ©	0.11 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	31.5 °

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 27/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10	Derecho		N 8603695	E 766980

SCM-10

E -2

Km. 09+600

RESUMEN DE RESULTADOS			
DESCRIPCION	NORMA	ENSAYO	RESULTADOS
Humedad Natural	MTC E - 108	Humedad	9.7 %
Limites de Consistencia	MTC E - 110	L.L	32.0 %
	MTC E - 111	L.P	21.0 %
	MTC E - 111	I.P	11.0 %
Clasificacion	SUCS		GC
	AASHTO		A-2-6(0)
Densidad de Campo	MTC E - 117	Densidad Natural	1.864 g/cm3
Cohesion		C	0.32
Angulo de Friccion		φ	26.99

Observaciones	
---------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”							
Ubicacion :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento	
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco	
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 27/10/25		
Datos de la Muestra :	Calicata	Estrato	Progresiva	Profundidad	Lado		Coordenadas	
	SCM-10	E -2	Km. 09+600	3.10	Derecho		N 8603695	E 766980

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Prof. (m.)		Estrato/ Clasif.	Simbologia	Descripción	Imagen fotográfica
0.00		GM-GC		Terreno natural, arena arcillosa con grava, color marron oscuro, seco , sin reaccion al HCL, con clastos angulos y abundante presencia de raices de compacidad media.	
-0.05					
-0.10					
-0.15					
-0.20					
-0.30					
-0.60		GC		Grava mal graduada en 30% , subredondeadas y achatadas, con matriz de arcilla arenosa en 70%, con clasto entre 3"- 5" de diametro, color marron oscuro, estrato humedo, no tiene reaccion al HCL. De compacidad media	
-0.70					
-0.80					
-0.90					
-1.00					
-1.10					
-1.20					
-1.30					
-1.40					
-1.50					
-1.60					
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					
-2.10					
-2.20					
-2.30					
-2.40					
-2.50					
-2.60					
-2.70					
-2.80					
-3.00					
-3.10					

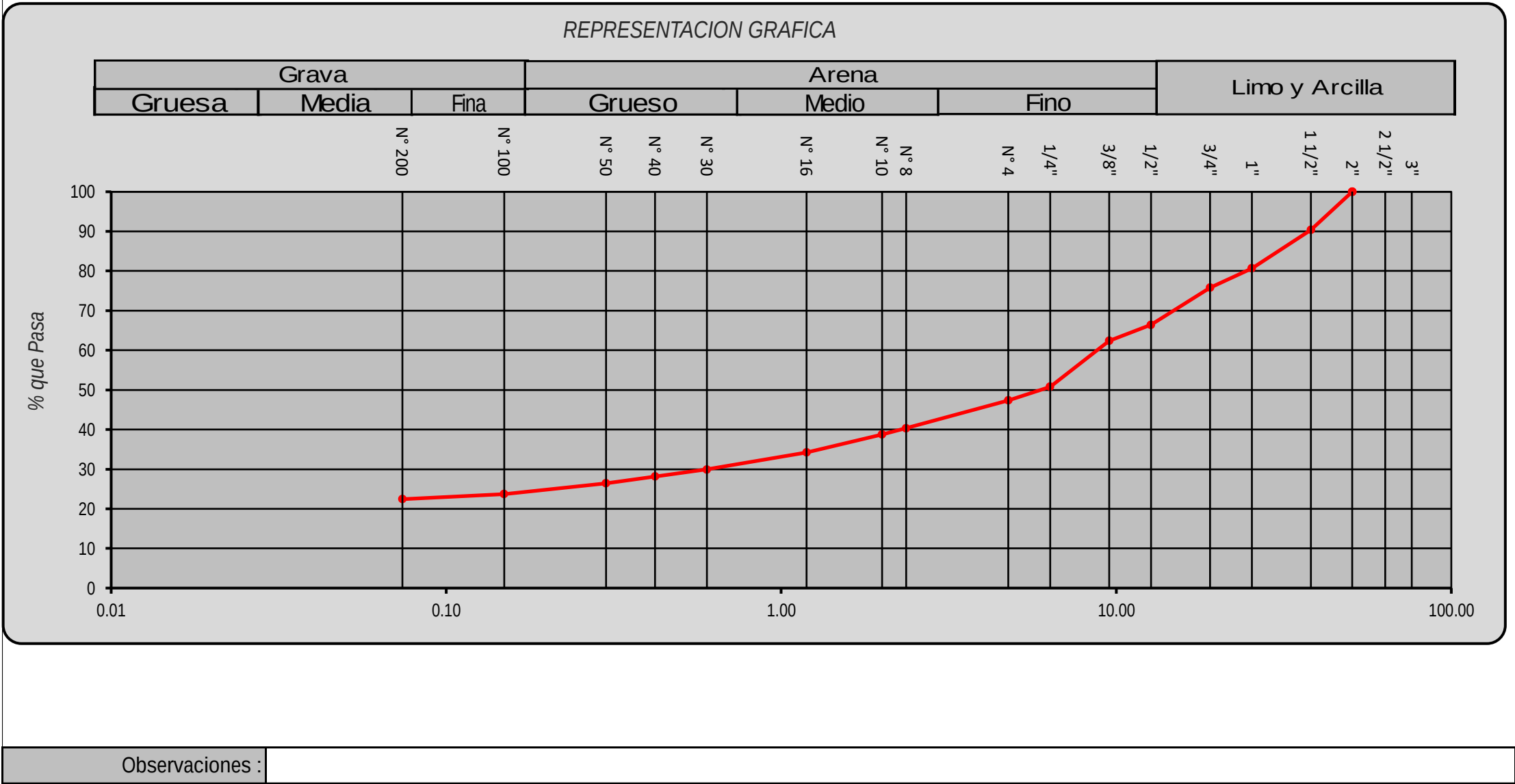
Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicacion :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma				Fecha :	27/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas	
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10	Derecho	N 8603695	E 766980

Greanulometria - MTC E 107			Datos para la Clasificacion		
Datos de Ensayo			Tamaño Maximo Nominal : 1 1/2"		
Peso Total : 10689.2 gr			% pasa Malla N° 4 : 47.3 %		
Peso de Fraccion : 661.6 gr			% pasa Malla N° 40 : 28.1 %		
Peso Muestra Lavada : 8290.4 gr			% pasa Malla N° 200 : 22.4 %		

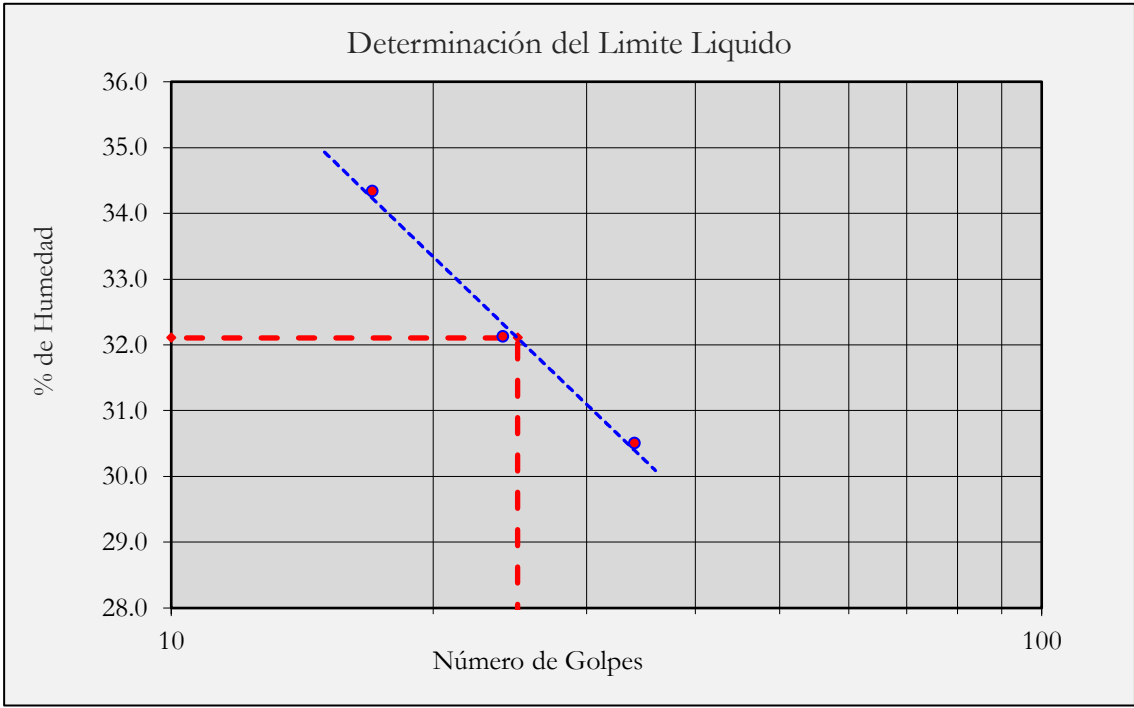
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Tabla de clasificación SUCS	
Tamiz	mm.	(g)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200				0.0	Símbolo	NOMBRES TÍPICOS
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
2"	50.600		0.0	0.0	100.0	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
1 1/2"	38.100	1031.0	9.6	9.6	90.4	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
1"	25.400	1035.0	9.7	19.3	80.7	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
3/4"	19.050	518.0	4.8	24.2	75.8	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
1/2"	12.700	1006.0	9.4	33.6	66.4	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
3/8"	9.525	430.0	4.0	37.6	62.4	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
1/4"	6.350	1239.0	11.6	49.2	50.8	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
No4	4.760	371.0	3.5	52.7	47.3	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
8	2.360	98.5	7.0	59.7	40.3		
10	2.000	22.4	1.6	61.3	38.7	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
16	1.190	62.5	4.5	65.8	34.2		
30	0.600	59.6	4.3	70.1	29.9	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
40	0.420	25.0	1.8	71.9	28.1	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
50	0.300	24.0	1.7	73.6	26.4		
100	0.149	37.8	2.7	76.3	23.7	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
200	0.074	18.1	1.3	77.6	22.4	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
< 200		313.7	22.4	100		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	L.L : 32 %	Clasificacion SUCS : GC
0.00	0.55	8.53	80629.6	338.91	I.P : 11 %	Clasificacion AASHTO : A-2-6(0)



Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicación :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma						Fecha : 27/10/25
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10	Derecho	N 8603695	E 766980

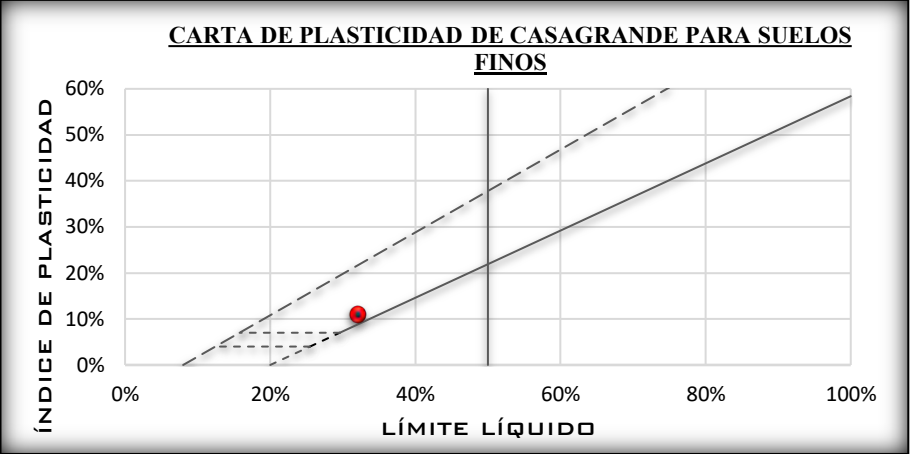
LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG						
Límite Líquido - MTC E 110				Límite Plástico - MTC E 111		
Ensayo	1	2	3	Ensayo	1	2
N.º de Golpes	34	24	17	Recipiente N.º	8	12
Recipiente N.º	12	6	28	Recip. + Suelo Húmedo	27.43	27.63
Recip. + Suelo Húmedo	30.86	32.43	34.54	Recip. + Suelo Seco	25.13	25.32
Recip. + Suelo Seco	26.76	27.98	29.30	Peso Recipiente	14.03	14.09
Peso del Recipiente	13.32	14.13	14.04	Peso Agua	2.30	2.31
Peso Agua	4.10	4.45	5.24	Peso Suelo Seco	11.10	11.23
Peso Suelo Seco	13.44	13.85	15.26	% de Humedad	20.72	20.57
% de Humedad	30.51	32.13	34.34		L.P. = 21.0%	
	L.L. = 32.0%					



Resultados	
Límite Líquido (L.L.) =	32.00 %
Límite Plástico (L.P.) =	21.00 %
Índice de Plasticidad (I.P.) =	11.00 %

IP	Descripción
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15- 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL - MTC E 108			
Peso de Cápsula (g)	gr	149.1	151.3
Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	gr	909.8	910.2
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	gr	842.6	843.9
Peso del Agua	gr	67.2	66.3
Peso del Suelo Seco	gr	693.5	692.6
Contenido de Humedad	%	9.69	9.57
Contenido de Humedad Promedio	%	9.63	



Observaciones:	
----------------	--

Proyecto :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”						
Ubicacion :	Lugar	Distrito	Provincia	Departamento			
	Chahuares - Quellouno - Remolino	Quellouno	La Convencion	Cusco			
Solicitante :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					Fecha : 27/10/25	
Datos de la Muestra :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Coordenadas	
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10	Derecho	N 8603695	E 766980

DETERMINACION DENSIDAD NATURAL

MTC E-117

DENSIDAD NATURAL MEDIANTE EN CONO DE ARENA	
Nº de muestra	1
Peso de arena + frasco	g6385
P.are. Que queda en frasco	g2215
Peso neto de suelo	g3275
Peso de arena en embudo	g1778.63
P. neto de arena empleada	g2391.37
Densidad de arena	g/cm31.36
Volumen de hueco	cm31757.1
Porcentaje de Humedad	%9.63
Densidad de suelo Humedo	g/cm³1.86
Densidad de suelo Seco	g/cm31.70
Densidad de suelo Saturado	g/cm32.16

Observaciones :

PROYECTO :	"Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025"					
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia	Departamento
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion	Cusco
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma					
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad	Lado	Fecha
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10	Derecho	27-10-25

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	2.54	cm	Altura Inicial:	2.54	cm	Altura Inicial:	2.54	cm
Lado de caja :	5.04	cm	Lado de caja :	5.04	cm	Lado de caja :	5.04	cm
Area Inicial:	19.91	cm ²	Area Inicial:	19.91	cm ²	Area Inicial:	19.91	cm ²
Densidad Seca:	1.697	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.697	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.695	gr/cm ³
Humedad Inic.:	9.63	%	Humedad Inic.:	9.63	%	Humedad Inic.:	9.63	%
Humedad Fin.:	9.53	%	Humedad Fin.:	9.55	%	Humedad Fin.:	9.51	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.00	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.01	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.57	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.85	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.34	kg/cm ²
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.17	0.42	0.50	0.25	0.32	0.50	0.28	0.18
0.99	0.23	0.58	0.99	0.34	0.43	0.99	0.49	0.31
1.49	0.27	0.67	1.49	0.40	0.50	1.49	0.60	0.37
1.99	0.30	0.75	1.99	0.45	0.56	1.99	0.69	0.43
2.48	0.32	0.80	2.48	0.48	0.59	2.48	0.76	0.47
2.98	0.34	0.84	2.98	0.51	0.62	2.98	0.83	0.51
3.48	0.36	0.89	3.48	0.54	0.66	3.48	0.88	0.54
3.97	0.39	0.94	3.97	0.57	0.70	3.97	0.92	0.56
4.47	0.41	0.99	4.47	0.60	0.73	4.47	0.97	0.59
4.97	0.42	1.02	4.97	0.63	0.76	4.97	1.01	0.61
5.46	0.44	1.06	5.46	0.66	0.79	5.46	1.05	0.63
5.96	0.46	1.09	5.96	0.68	0.81	5.96	1.10	0.66
6.45	0.47	1.12	6.45	0.70	0.83	6.45	1.14	0.68
6.95	0.48	1.13	6.95	0.71	0.84	6.95	1.18	0.70
7.45	0.49	1.15	7.45	0.72	0.85	7.45	1.21	0.71
7.94	0.50	1.16	7.94	0.74	0.86	7.94	1.24	0.72
8.44	0.51	1.19	8.44	0.76	0.88	8.44	1.26	0.73
8.94	0.52	1.20	8.94	0.77	0.89	8.94	1.28	0.74
9.43	0.52	1.20	9.43	0.77	0.89	9.43	1.30	0.74
9.93	0.53	1.21	9.93	0.79	0.90	9.93	1.30	0.74
10.43	0.54	1.22	10.43	0.80	0.91	10.43	1.31	0.75
10.92	0.54	1.23	10.92	0.81	0.91	10.92	1.33	0.75
11.42	0.55	1.23	11.42	0.82	0.92	11.42	1.33	0.74
11.92	0.56	1.24	11.92	0.83	0.92	11.92	1.33	0.74
12.41	0.56	1.24	12.41	0.83	0.92	12.41	1.34	0.74
12.91	0.56	1.24	12.91	0.83	0.92	12.91	1.34	0.74
13.41	0.56	1.23	13.41	0.83	0.91	13.41	1.34	0.74
13.90	0.57	1.23	13.90	0.84	0.92	13.90	1.34	0.73
14.40	0.57	1.23	14.40	0.84	0.91	14.40	1.34	0.73
14.90	0.57	1.22	14.90	0.84	0.91	14.90	1.33	0.72
15.39	0.57	1.23	15.39	0.85	0.91	15.39	1.33	0.71
15.89	0.57	1.22	15.89	0.85	0.91	15.89	1.33	0.71

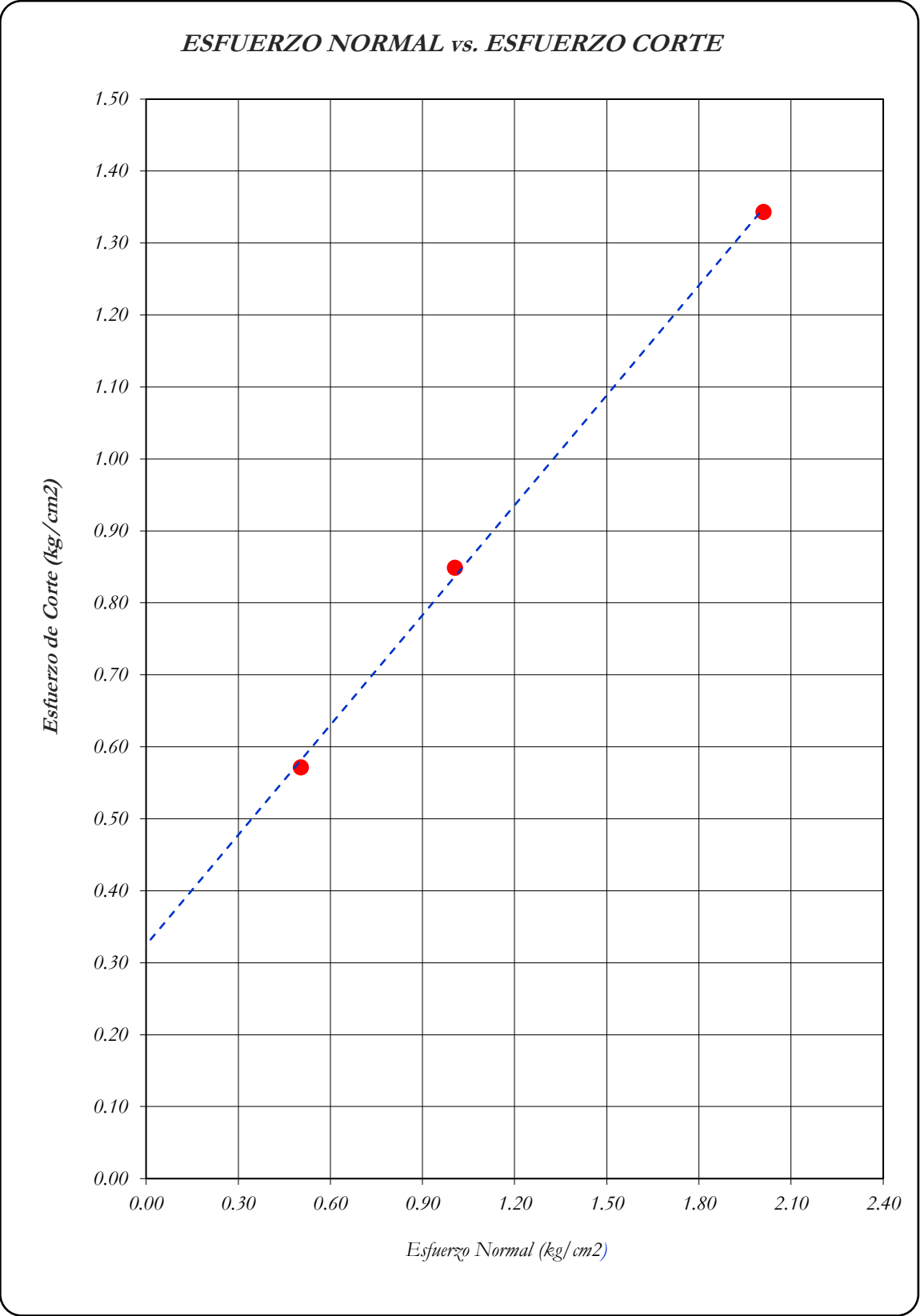
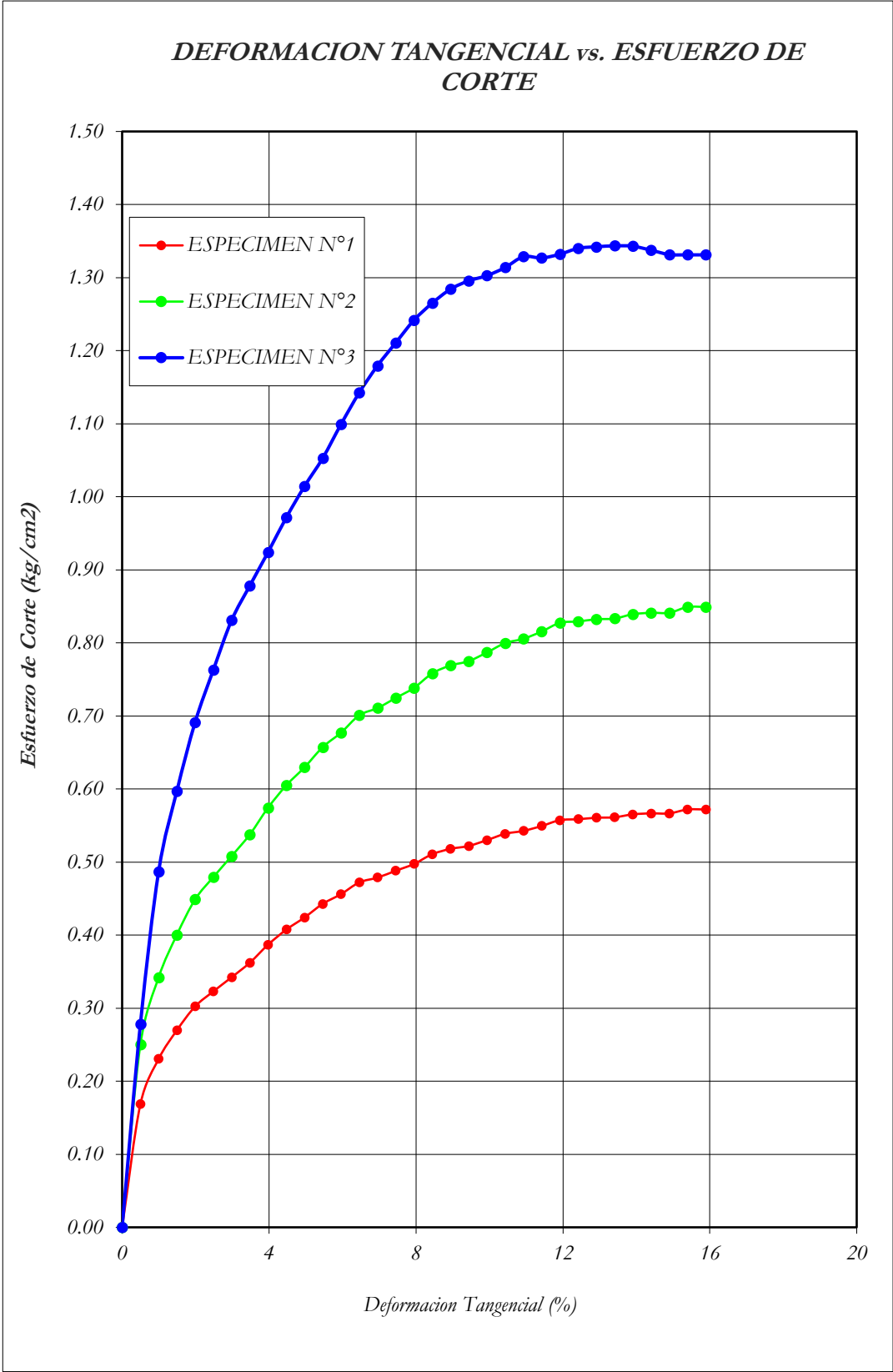
PROYECTO :	“Estudio Geológico, Geotécnico para el Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular de la Carretera Departamental Cu-105 en el Tramo Chahuares - Quellouno - Remolino, Distritos Echarati - Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco - 2025”								
UBICACION :	Lugar		Distrito		Provincia		Departamento		
	Chahuares - Quellouno - Remolino		Quellouno		La Convencion		Cusco		
SOLICITANTE :	Anthony Edward Quispe Torres y Lizbeth Anabel Soto Achapuma								
DATOS DE MUESTRA :	Calicata	Progresiva	Estrato	Profundidad		Lado		Fecha	
	SCM-10	Km. 09+600	E -2	3.10		Derecho		27-10-25	

STANDARD TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS

ASTM D 3080 / D 3080M - 11

VELOCIDAD DE CORTE

0.50 mm/min



Resultados:	
Cohesión ©	0.32 kg/cm2
Angulo de fricción (f)	27.0 °

CANTERAS

FICHA DE INVENTARIO DE CANTERAS

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD INTERURBANA EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 TRAMO: EMP.PE-28 B (DV. QUELLOUNO) - LOROHUACHANA - PTE. QUESQUENTO - TURIJHUAY - YANATILE - COLCA, PTE. PACCHAC - PTE MANTO - PAUCARPATA - QUELLOPUITO, DISTRITOS DE QUELLOUNO, CALCA DE LAS PROVINCIAS DE LA CONVENCION, CALCA - CUSCO.

DENOMINACIÓN DE CANTERA: CANTERA 01 - Chahuares

DEPARTAMENTO: CUSCO CÓDIGO: C-01

LOCALIZACIÓN	
CARRETERA:	CU-105
TRAMO:	Quellopuito - Quellouno
KM o REFERENCIA:	01+250
LADO:	Izquierdo
ACCESO:	A 500mts de la progresiva 00+000 - desvío Chahuares hacia Palma real



COORDENADAS UTM (ZONA 18L)

ESTE: 767087.97

NORTE: 8600823.91

ACCESO	
PAVIMENTO:	☒
AFIRMADO:	☐
TROCHA:	☐
SENDERO:	☐
SIN ACCESO:	☐

PROPIEDAD	
PRIVADA:	☐
PÚBLICA:	☒
MTC:	☐

TIPO DE CANTERA	FORMACIÓN ROCOSA	GRUPO:
	(Las características indicadas posteriormente corresponden al material triturado)	
	DEPÓSITO: ALUVIAL	PLAYA PERMANENTE ☒
	COLUVIAL	PLAYA ESTACIONAL ☐

CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL	
MATERIAL	MATERIAL ALUVIAL, CONSTITUIDO DE GRAVAS Y CANTOS RODADOS EN PLAYAS DE RIO.
COLOR	GRIS
ESTADO	SUELTO
FORMA:	REDONDEADA: ☒ SUBREDONDEADA: ☐ SUBANGULOSA: ☐ ANGULOSA: ☐

POTENCIA DE CANTERA		EXPLOTACIÓN	
ÁREA :	99546 m²	EN EXPLOTACIÓN: ☒	CON EXPLOSIVOS: ☐
VOLUMEN	398184 m³	EN RESERVA: ☐	SIN EXPLOSIVOS: ☐
		AGOTADA: ☐	PÚBLICA: ☐

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN

CAPA	RELLENO	SUBBASE	BASE	MEZCLA ASFÁLTICA	CONCRETO
EXTRAC. DIRECTA					
ZARANDEADO					
CHANCADO					
CHANCADO Y ZARANDEO	X	X	X		
LAVADO	X	X	X		
FILLER					
ADITIVO					
SECADO					
MEZCLA					

OBSERVACIONES

Esta cantera puede ser usada como Material de Mejoramiento para Subrasante, Dosificación en Subbase y Base.

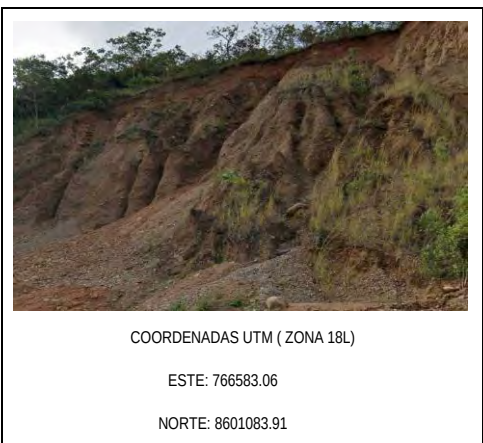
FICHA DE INVENTARIO DE CANTERAS

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD INTERURBANA EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 TRAMO: EMP. PE-28 B (DV. QUELLOUNO) – LOROHUACHANA – PTE. QUESQUENTO – TURUHUAY – YANATILE – COLCA, PTE. PACCHAC – PTE MANTO – PAUCARPATA – QUELLOPUITO, DISTRITOS DE QUELLOUNO, CALCA DE LAS PROVINCIAS DE LA CONVENCIÓN, CALCA - CUSCO.

DENOMINACIÓN DE CANTERA: CANTERA 02 - CHAHUARES

DEPARTAMENTO: CUSCO CÓDIGO: C-02

LOCALIZACIÓN	
CARRETERA:	CU-105
TRAMO:	Quellopuito - Quellouno
KM o REFERENCIA:	01+600
LADO:	Derecho
ACCESO:	A 0km de la vía.



ACCESO	
PAVIMENTO:	☒
AFIRMADO:	☐
TROCHA:	☐
SENDERO:	☐
SIN ACCESO:	☐

PROPIEDAD	
PRIVADA:	☐
PÚBLICA:	☒
MTC:	☐

TIPO DE CANTERA	- FORMACIÓN ROCOSA	☐	GRUPO:	
	(Las características indicadas posteriormente corresponden al material triturado)			
	- DEPÓSITO: ALUVIAL	☒	PLAYA PERMANENTE	☐
	COLUVIAL	☐	PLAYA ESTACIONAL	☐

CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL	
MATERIAL	MATERIAL ALUVIAL DE CERRO, CONSTITUIDO POR GRAVAS ALTERADAS PARA RELLENOS.
COLOR	MARRON GRISACEO
ESTADO	SEMICOMPACTADO
FORMA:	REDONDEADA: ☐
	SUBREDONDEADA: ☒
	SUBANGULOSA: ☐
	ANGULOSA: ☐

POTENCIA DE CANTERA		EXPLOTACIÓN	
ÁREA :	12198 m²	EN EXPLOTACIÓN:	☐
VOLUMEN	182970 m³	CON EXPLOSIVOS:	☐
		EN RESERVA:	☒
		SIN EXPLOSIVOS:	☐
		AGOTADA:	☐
		PÚBLICA:	☐

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN

CAPA	RELLENO	SUBBASE	BASE	MEZCLA ASFÁLTICA	CONCRETO
PROCESAMIENTO	EXTRAC. DIRECTA				
	ZARANDEADO				
	CHANCADO				
	CHANCADO Y ZARANDEO	X	X		
	LAVADO	X	X		
	FILLER				
	ADITIVO				
	SECADO				
MEZCLA					

OBSERVACIONES

Esta cantera puede ser usada como Material de Mejoramiento para Subrasante, Dosificación en Subbase.

FICHA DE INVENTARIO DE CANTERAS

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-105 EN EL TRAMO CHAHUALES - QUELLOUNO - REMOLINO, DISTRITOS ECHARATI-QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO DEL CUSCO

DENOMINACIÓN DE CANTERA: CANTERA 03

DEPARTAMENTO: CUSCO CÓDIGO: C-03

LOCALIZACIÓN	
CARRETERA:	CU-105
TRAMO:	Quellopuito - Quellouno
KM o REFERENCIA:	14+000
LADO:	IZQUIERDO
ACCESO:	A 0km de la via.



COORDENADAS UTM (ZONA 18L)

ESTE: 769705.62

NORTE: 8604722.22

ACCESO	
PAVIMENTO:	☒
AFIRMADO:	☐
TROCHA:	☐
SENDERO:	☐
SIN ACCESO:	☐

PROPIEDAD	
PRIVADA:	☐
PÚBLICA:	☒
MTC:	☐

TIPO DE CANTERA	- FORMACIÓN ROCOSA ☐	GRUPO:
	(Las características indicadas posteriormente corresponden al material triturado)	
	- DEPÓSITO: ALUVIAL ☐	PLAYA PERMANENTE ☐
	COLUVIAL ☒	PLAYA ESTACIONAL ☐

CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL	
MATERIAL	MATERIAL COLUVIO-DELUVIAL DE CERRO CONSTITUIDO DE GRAVAS
COLOR	MARRON GRISACEO
ESTADO	SEMICOMPACTADO
FORMA:	REDONDEADA: ☐
	SUBREDONDEADA: ☐
	SUBANGULOSA: ☒
	ANGULOSA: ☐

POTENCIA DE CANTERA		EXPLOTACIÓN	
ÁREA :	20184 m²	EN EXPLOTACIÓN: ☐	CON EXPLOSIVOS: ☐
VOLUMEN	302760 m³	EN RESERVA: ☒	SIN EXPLOSIVOS: ☐
		AGOTADA: ☐	PÚBLICA: ☐

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN

	CAPA	RELLENO	SUBBASE	BASE	MEZCLA ASFÁLTICA	CONCRETO
PROCESAMIENTO	EXTRAC. DIRECTA	X				
	ZARANDEADO					
	CHANCADO					
	CHANCADO Y ZARANDEO	X	X			
	LAVADO	X	X			
	FILLER					
	ADITIVO					
	SECADO					
	MEZCLA		X			

OBSERVACIONES

Esta cantera puede ser usada como Material de Mejoramiento para Subrasante, Rellenos y Dosificación en Subbase.

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES

RESUMEN TIPO DE MATERIAL EXISTENTE

UBICACIÓN		DISTANCIA (m)	CLASIFICACION DEL MATERIAL			TIPO DE MATERIAL LITOLOGIA	TIPO DE MATERIAL EN LONGITUD (m)				ASPECTOS LITOESTRATIGRAFICOS PREDOMINANTES
PROG. (KM)			MATERIAL SUELTO %	ROCA SUELTA%	ROCA FIJA%		MATERIAL SUELTO (MS)	ROCA SUELTA (RS)	ROCA FIJA (RF)	%	
DE	A										
00+000	00+170	170.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	170	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+170	00+200	30.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	30	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+200	00+230	30.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	30	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+230	00+270	40.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	40	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+270	00+310	40.00	100	0	0	DEPOSITO ALUVIAL - FLUVIAL	40	0	0	100%	DEPOSITO ALUVIAL DISPUESTO SOBRE DEPOSITOS FLUVIALES, DISPUESTOS SOBRE UNA QUEBRADA, CON PRESENCIA DE AGUA SUPEFICIAL, METRIZ COMPUESTA POR LIMO Y ARENA EN MAYOR PROPORCION.
00+310	00+580	270.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	270	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+580	00+600	20.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	20	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+600	00+630	30.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	30	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+630	00+640	10.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	10	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
00+640	00+850	210.00	100	0	0	DEPOSITO ALUVIAL - FLUVIAL	210	0	0	100%	DEPOSITO ALUVIAL PREDOMINANTE DISPUESTO SOBRE DEPOSITOS FLUVIALES, DISPUESTOS SOBRE UNA QUEBRADA, CON PRESENCIA DE AGUA SUPEFICIAL.
00+850	00+970	120.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	72	48	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA

00+970	01+030	60.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	18	42	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
01+030	01+180	150.00	30	70	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	45	105	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
01+180	01+260	80.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	24	56	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
01+260	01+320	60.00	30	70	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	18	42	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
01+320	01+490	170.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	51	119	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
01+490	01+530	40.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	24	16	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
01+530	01+590	60.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	60	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
01+590	01+850	260.00	100	0	0	DEPOSITO ALUVIAL	260	0	0		DEPOSITO ALUVIAL DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE DE CONO, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS REDONDEADOS A SUB REDONDEADOS Y SUB ANGULOS CON MATRICES QUE VAN DE LIMO ARENOSAS A LIMO ARCILLOS EN LAS PARTES MAS ALTAS.
01+850	01+990	140.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	140	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
01+990	02+060	70.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	70	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
02+060	02+110	50.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	50	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
02+110	02+120	10.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	10	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
02+120	02+290	170.00	100	0	0	ROCA FRACTURADA	170	0	0	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.

02+290	02+340	50.00	0	30	70	DEPOSITO COLUVIAL	0	15	35	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
02+340	02+690	350.00	100	0	0	ROCA FRACTURADA	350	0	0	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
02+690	02+710	20.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	6	14	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
02+710	02+780	70.00	100	0	0	ROCA FRACTURADA	70	0	0	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
02+780	03+100	320.00	0	15	85	AFLORAMIENTO ROCOSO	0	48	272	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO, COMPUESTA POR METARENISCAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON UN DIQUE DE SIENOGANITO GRIS BLANQUECINO CONMINERALOGIA ORTOCLASA Y MINERALES MAFICOS DE HORNBLENDA Y BIOTITA.
03+100	03+650	550.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	330	220	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
03+650	04+100	450.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	450	0	0		DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
04+100	04+110	10.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	6	4	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
04+110	04+210	100.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	60	40	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
04+210	04+320	110.00	0	40	60	ROCA FRACTURADA	0	44	66	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
04+320	04+380	60.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL	36	24	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
04+380	04+400	20.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL	12	8	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
04+400	04+440	40.00	0	40	60	ROCA FRACTURADA	0	16	24	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.

04+440	04+450	10.00	0	40	60	ROCA FRACTURADA	0	4	6	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
04+450	04+570	120.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	72	48	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
04+570	04+600	30.00	0	40	60	DEPOSITO COLUVIAL	0	12	18	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
04+600	04+850	250.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	150	100	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
04+850	04+990	140.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	42	98	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
04+990	05+000	10.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	3	7	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
05+000	05+040	40.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	12	28	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
05+040	05+050	10.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	3	7	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
05+050	06+280	1230.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	369	861	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
06+280	07+000	720.00	100	0	0	DEPOSITO ALUVIAL - FLUVIAL	720	0	0	100%	DEPOSITO ALUVIAL DISPUESTO SOBRE DEPOSITOS FLUVIALES, DISPUESTOS SOBRE UNA QUEBRADA, CON PRESENCIA DE AGUA SUPEFICIAL, METRIZ COMPUESTA POR LIMO Y ARENA EN MAYOR PROPORCION.
07+000	07+150	150.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	150	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.
07+150	07+250	100.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	60	40	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
07+250	07+600	350.00	0	30	70	DEPOSITO COLUVIAL - ALUVIAL	0	105	245	100%	DEPOSITO COLUVIO-ALUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS Y SUB REDONDEADOS, CON MATRIZ LIMO ARENOSA, PLASTICIDAD BAJA.

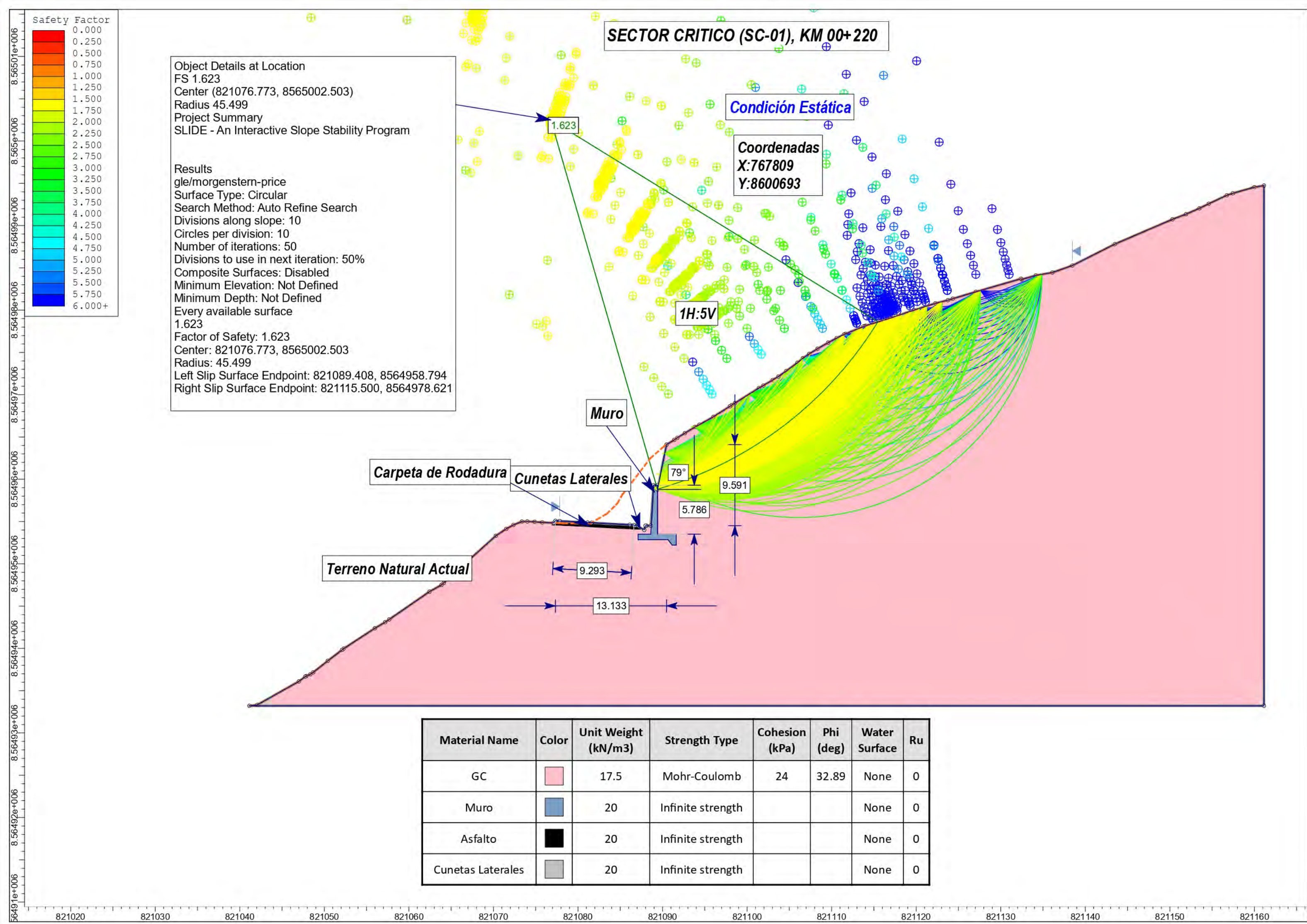
07+600	07+800	200.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	120	80	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
07+800	07+830	30.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	9	21	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
07+830	07+870	40.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	12	28	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
07+870	07+900	30.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	9	21	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
07+900	08+350	450.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	450	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
08+350	08+450	100.00	0	30	70	ROCA FRACTURADA	0	30	70	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO FRACTURADO, COMPUESTA POR PIZARRAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON DEPOSITOS AISLADOS DE LIMOS Y ARENAS.
08+450	08+560	110.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	110	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
08+560	08+700	140.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	84	56	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
08+700	08+760	60.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	60	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
08+760	08+870	110.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	66	44	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
08+870	09+050	180.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	108	72	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA

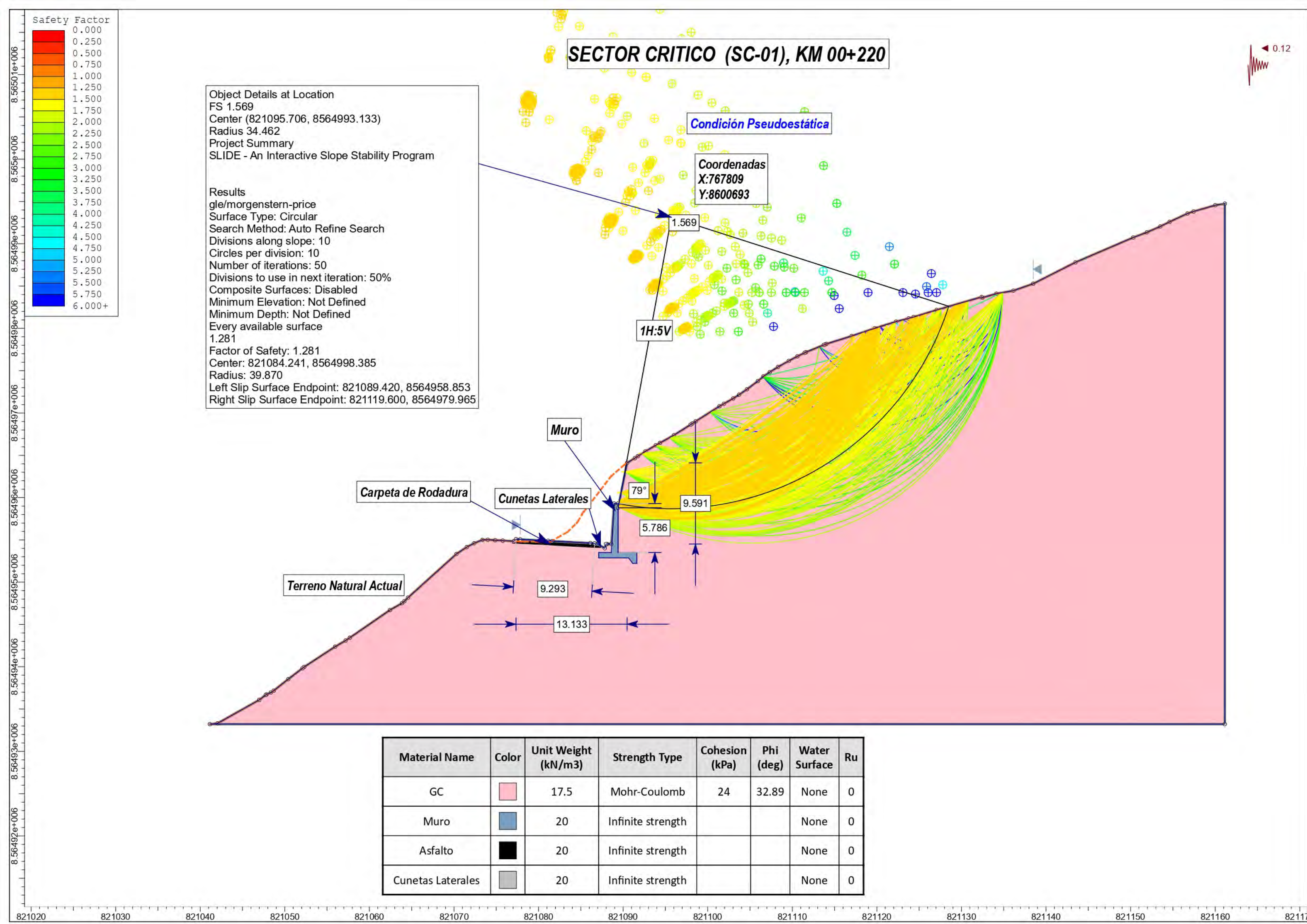
09+050	09+130	80.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	48	32	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
09+130	09+200	70.00	0	15	85	AFLORAMIENTO ROCOSO	0	10.5	59.5	100%	AFLORAMIENTO ROCOSO, COMPUESTA POR METARENISCAS, GRISES CLARAS A OSCURAS, CON UN DIQUE DE SIENOGRAFITO GRIS BLANQUECINO CON MINERALOGÍA ORTOCLASA Y MINERALES MÁFICOS DE HORNBLENDA Y BIOTITA.
09+200	09+600	400.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	240	160	0		DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
09+600	09+550	-50.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	-30	-20	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
09+550	09+600	50.00	60	40	0	DEPOSITO COLUVIAL - DELUVIAL	30	20	0	100%	DEPÓSITO COLUVIAL DE LADERA CONSTITUIDO POR MATERIAL SUELTO ACUMULADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TALUD DE DIFERENTES ESPESORES, EL CUAL INCLUYE INTERCALACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCA. EN PROFUNDIDAD, ESTE DEPÓSITO DESCANSA SOBRE UN SUSTRATO DE ROCA FRACTURADA
09+600	09+720	120.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	120	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.
09+720	09+840	120.00	100	0	0	DEPOSITO ALUVIAL	120	0	0	100%	DEPOSITO ALUVIAL DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE DE CONO, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS REDONDEADOS A SUB REDONDEADOS Y SUB ANGULOS CON MATRICES QUE VAN DE LIMO ARENOSAS A LIMO ARCILLOS EN LAS PARTES MAS ALTAS.
09+840	10+050	310.00	100	0	0	DEPOSITO COLUVIAL	310	0	0	100%	DEPOSITO COLUVIAL DE LADERA DE TALUD DISPUESTOS SOBRE LA SUPERFICIE, MOLDEANDO LA LADERA COMPUESTA POR UN SUELO GRAVOSO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS.

TOTAL KM 10050.00

RESUMEN DEL % DE LONGITUD DE MATERIALES			
TIPO DE MATERIAL	%	LONGITUD (m)	DESCRIPCION GEOTECNICA
MATERIAL SUELTO	0.60	6071	MATERIAL CUATERNARIO CONSOLIDADO GRAVAS, LIMOS Y ARCILLAS
ROCA SUELTA	0.20	1982	ROCA FRACTURADAS SEDIMENTARIA, IGNEA Y/O METAMORFICA
ROCA FIJA	0.21	2098	ROCA FIJA SEDIMENTARIA, IGNEA Y/O METAMORFICA
TOTAL	1.00	10050	

ESTABILIDAD DE TALUDES





SECTOR CRITICO - SC-02, KM 00+620

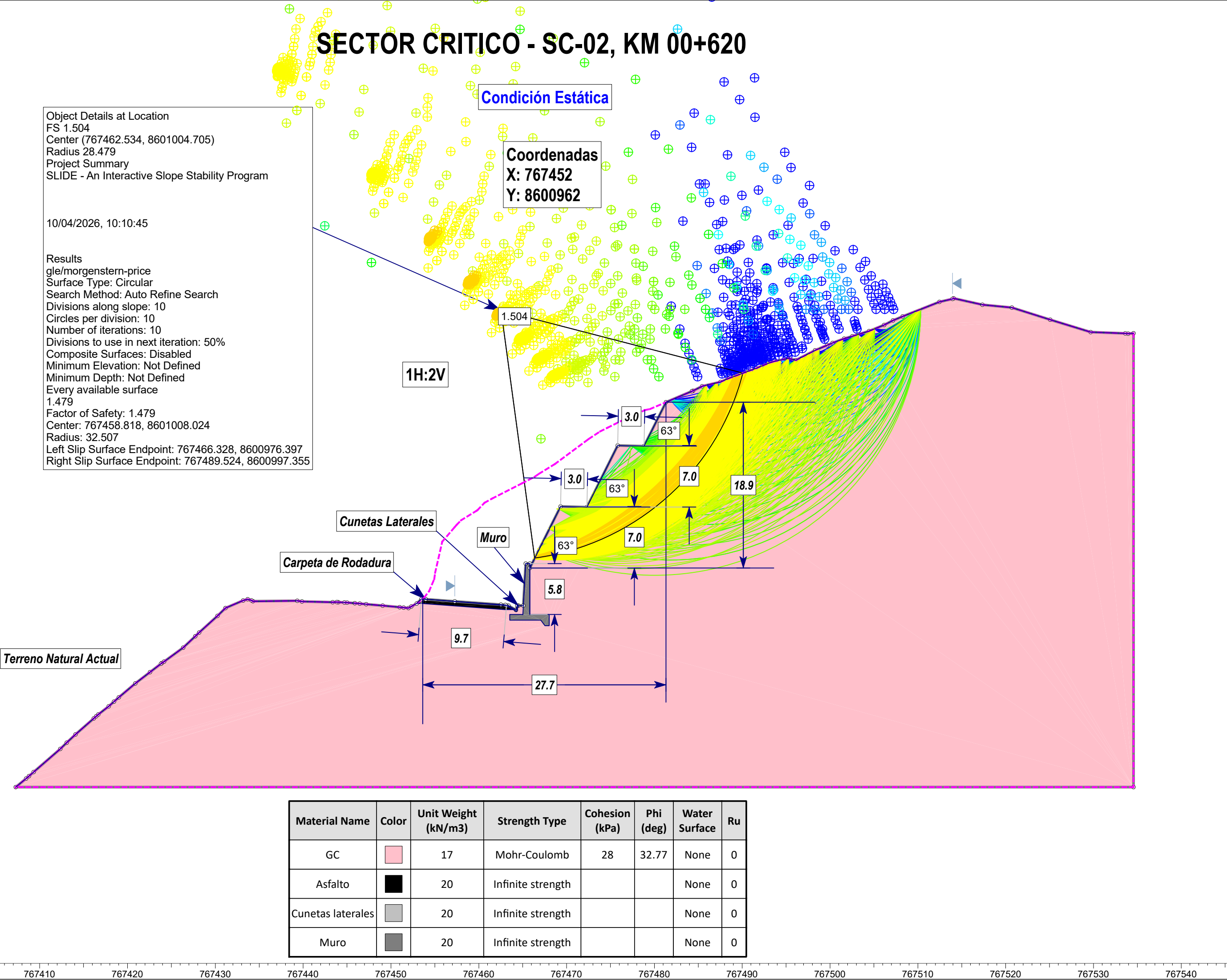
Condición Estática

Coordenadas
X: 767452
Y: 8600962

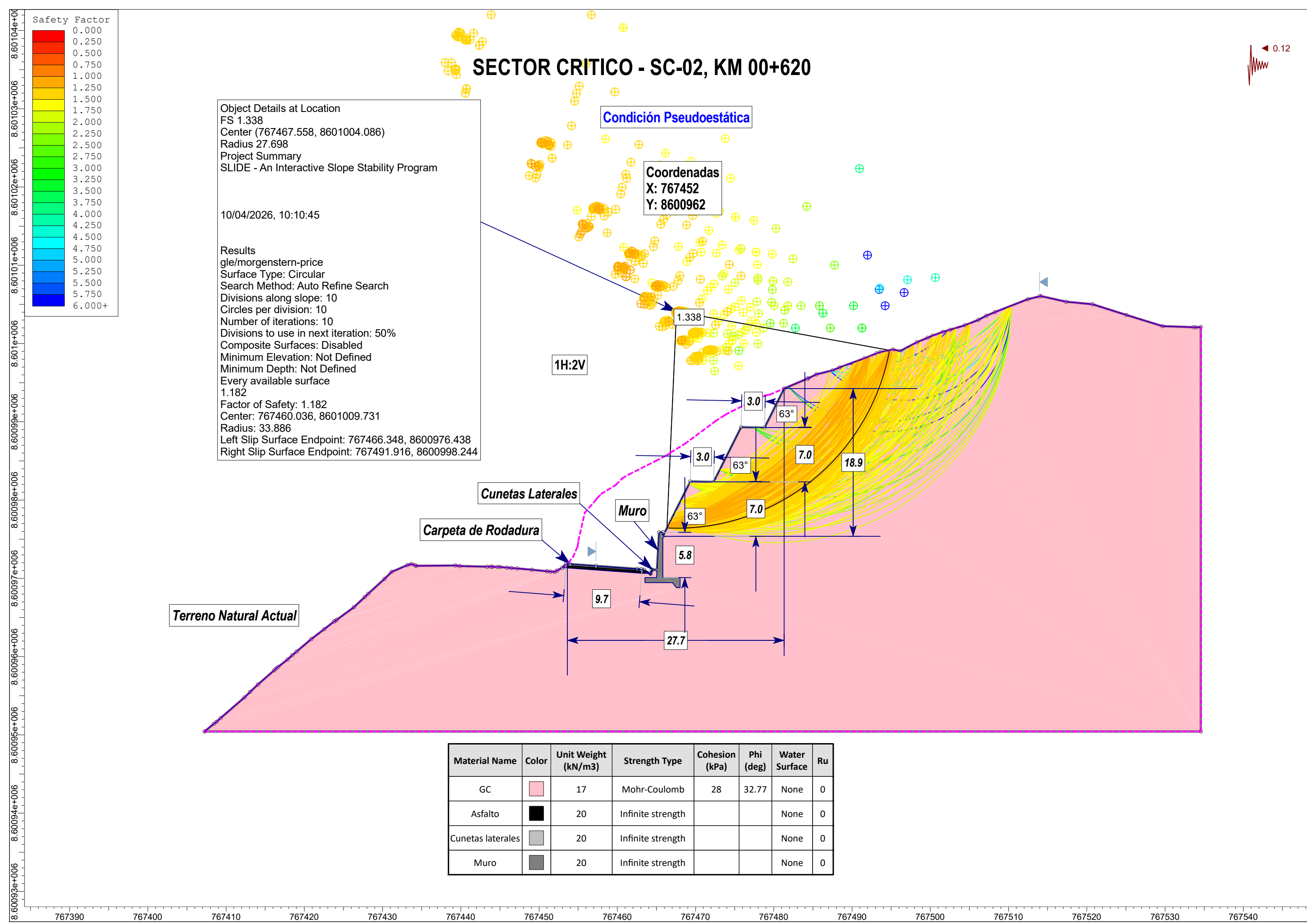
Object Details at Location
FS 1.504
Center (767462.534, 8601004.705)
Radius 28.479
Project Summary
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

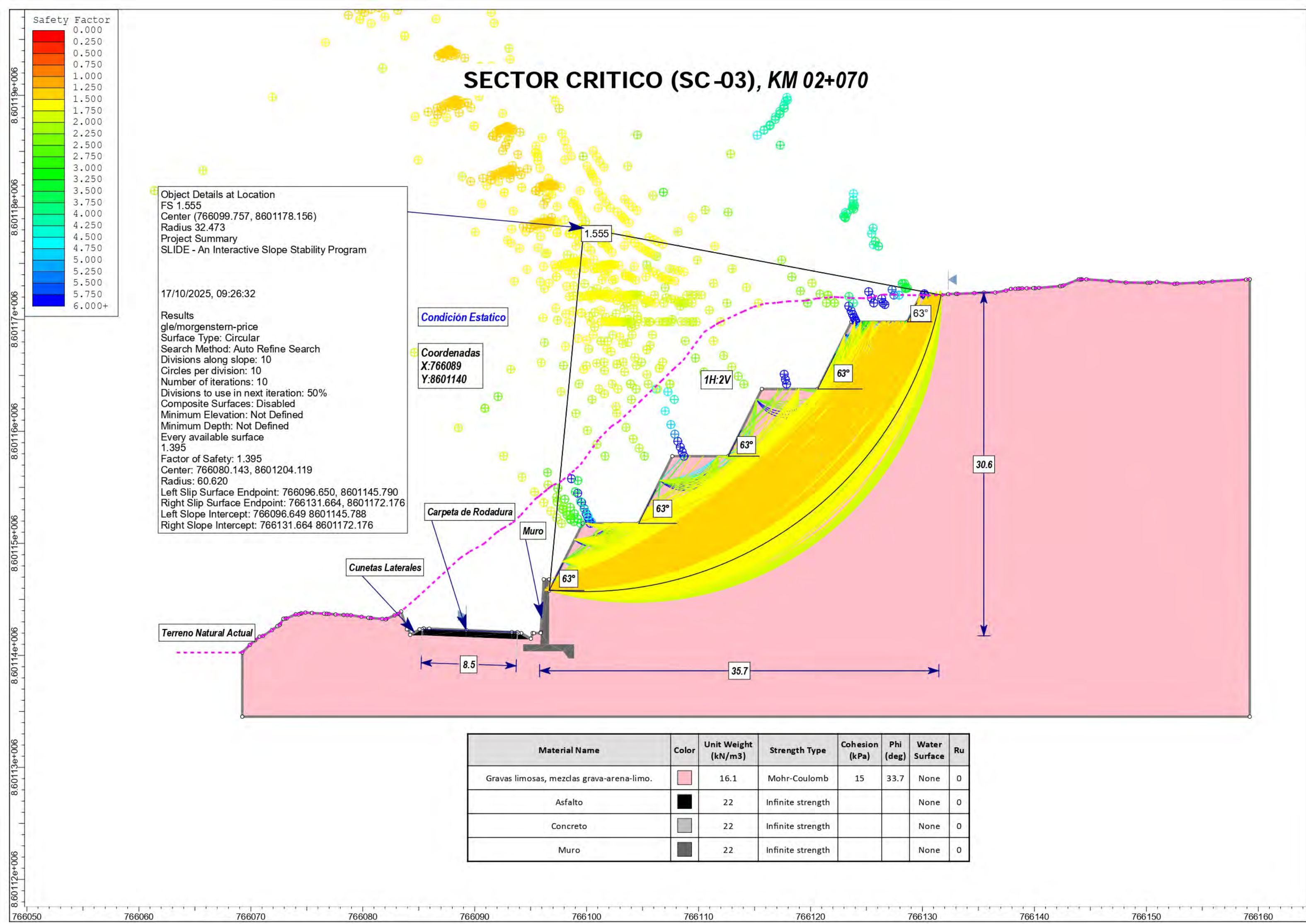
10/04/2026, 10:10:45

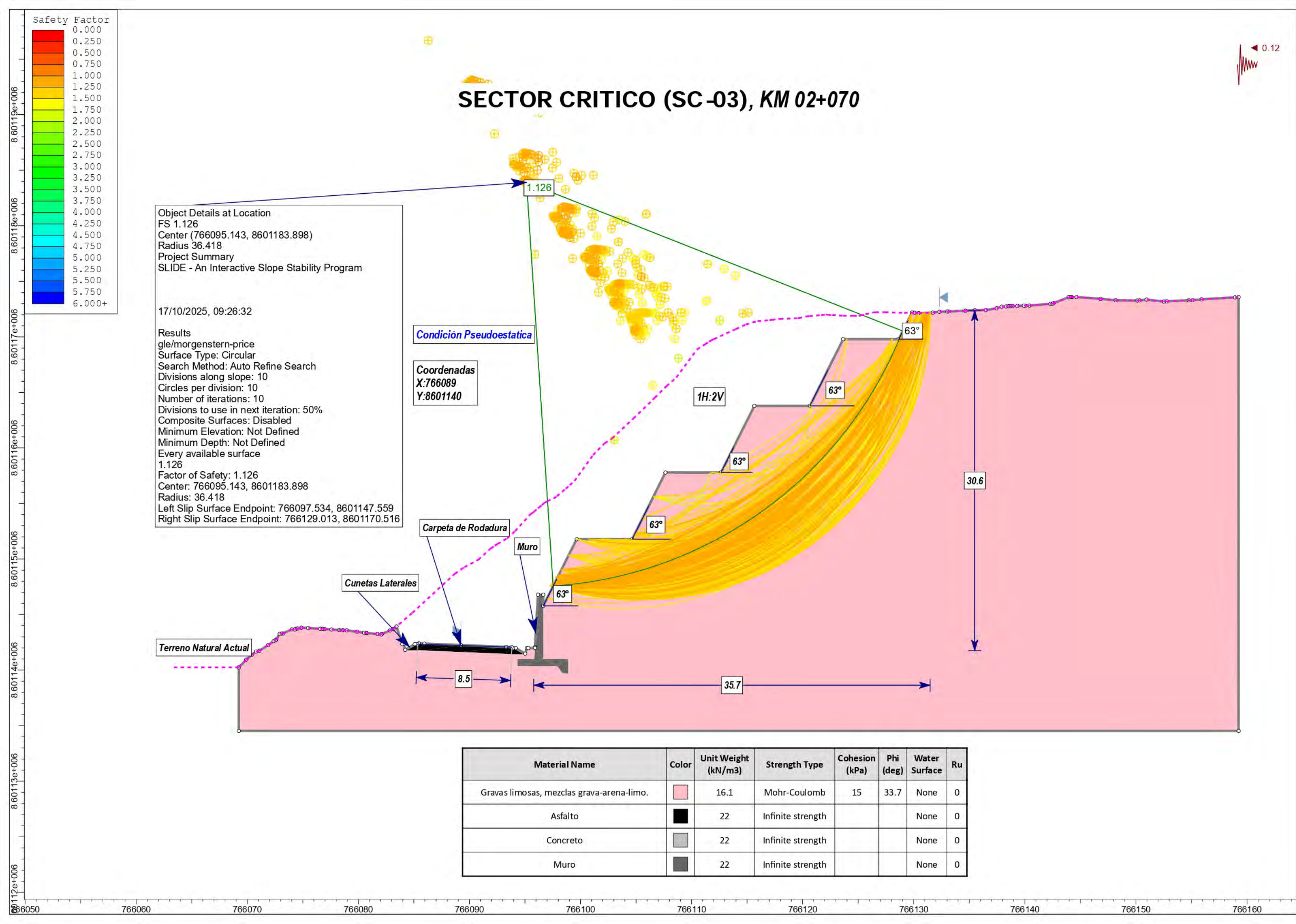
Results
gle/morgenstern-price
Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 10
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Every available surface
1.479
Factor of Safety: 1.479
Center: 767458.818, 8601008.024
Radius: 32.507
Left Slip Surface Endpoint: 767466.328, 8600976.397
Right Slip Surface Endpoint: 767489.524, 8600997.355

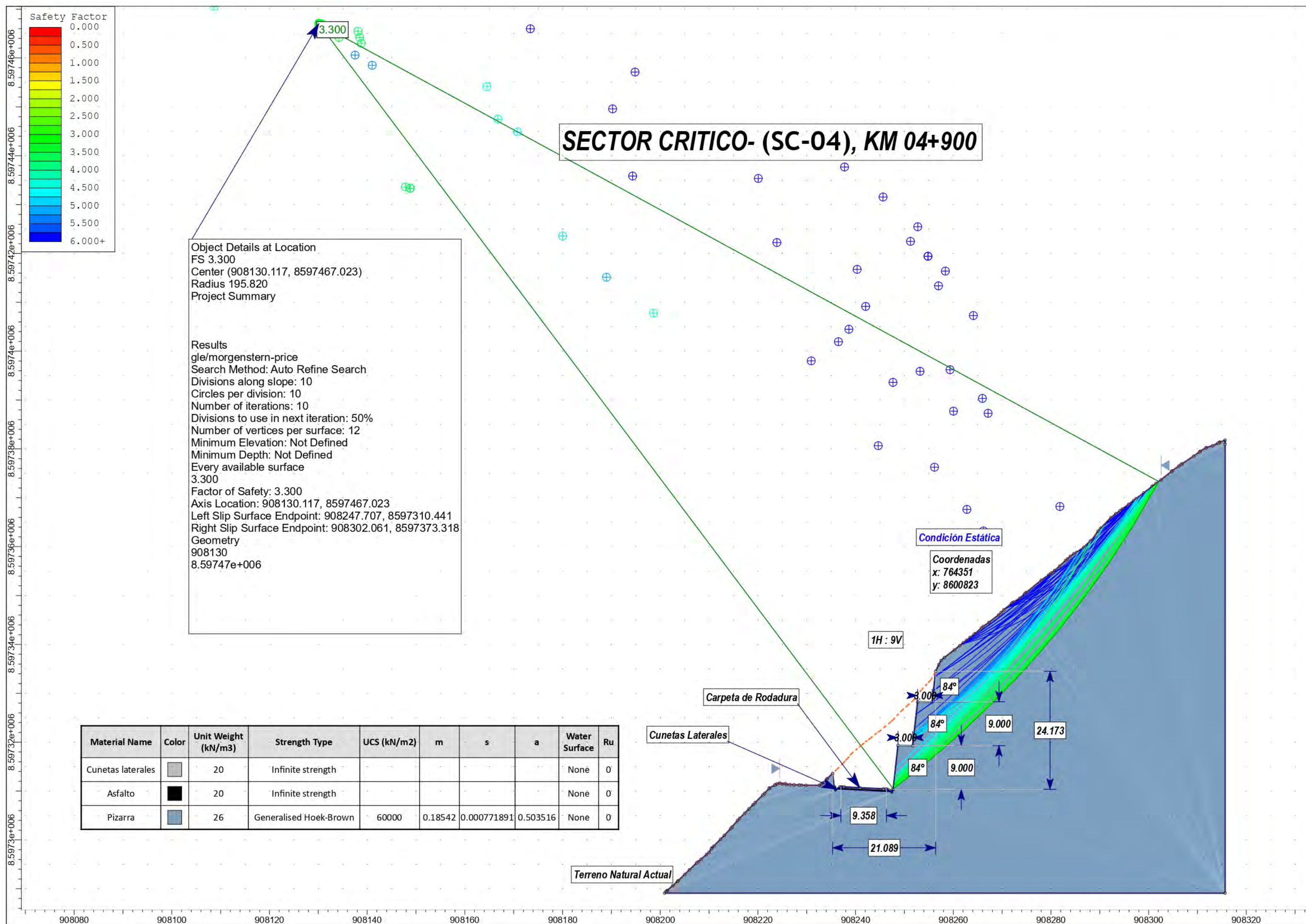


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
GC		17	Mohr-Coulomb	28	32.77	None	0
Asfalto		20	Infinite strength			None	0
Cunetas laterales		20	Infinite strength			None	0
Muro		20	Infinite strength			None	0

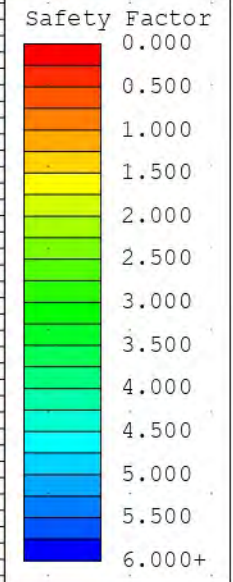








SECTOR CRITICO-(SC-04), KM 04+900



Object Details at Location

FS 2.359
Center (908211.961, 8597396.862)
Radius 95.672
Project Summary

Results

gle/morgenstern-price
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 10
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Number of vertices per surface: 12
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Every available surface
2.359
Factor of Safety: 2.359
Axis Location: 908211.961, 8597396.862
Left Slip Surface Endpoint: 908247.703, 8597310.404
Right Slip Surface Endpoint: 908302.469, 8597373.615
Geometry
908212
8.5974e+006

Condición Pseudoestática

Coordenadas
x: 764351
y: 8600823

1H : 9V

Carpeta de Rodadura

Cunetas Laterales

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	UCS (kN/m2)	m	s	a	Water Surface	Ru
Cunetas laterales		20	Infinite strength					None	0
Asfalto		20	Infinite strength					None	0
Pizarra		26	Generalised Hoek-Brown	60000	0.18542	0.000771891	0.503516	None	0

Terreno Natural Actual

0.12