

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



**TESIS**

**“ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITO CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE”**

**PRESENTADA POR:**

Bach. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ

Bach. ABEL CONDORI QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO GEÓLOGO

**ASESOR:**

Mgt. IVÁN CÁCERES ANGULO

**CUSCO-PERU**

**2023**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: "ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MESORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-CHILLVACA - ATUNLOMA EMP. 103 (MAMOGPAMPA) Y ACCESO BESV. CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITO CONDORIS - INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑEFE, REGION LAMBAYEQUE" presentado por: ISAAC ZIGUIAR GUTIERREZ con DNI Nro.: 77662408 presentado por: JIBEL CONDORI QUISPE con DNI Nro.: 47824019 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO GEOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...2... veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de ...7...%.

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 se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica 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 la primera página del reporte del Sistema Antiplagio,

Cusco, 12 de Julio de 2023



Firma

Post firma: Ivan Careres Angulo

Nro. de DNI: 77948756

ORCID del Asesor: 0000-0003-1959-3275

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: [oid:272598245862284](https://doi.org/10.21203/272598245862284)

NOMBRE DEL TRABAJO

**"ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO P  
ARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITA  
CIÓN DEL CAMINO VECINAL - CHILLVAC**

AUTOR

**Isaac / Abel Aguilar / Condori**

RECUENTO DE PALABRAS

**34119 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**203911 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**205 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**32.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 13, 2023 6:23 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 13, 2023 6:26 PM GMT-5****● 7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



## DEDICATORIA

*Con todo el cariño, amor y admiración que les tengo a mis amados padres Tomas Aguilar Alanocca y Felicitas Gutiérrez Mamani, por todo su esfuerzo, sacrificio para cumplir con su deber de educar a sus hijos.*

*A mis queridos hermanos Ismael Jacob Aguilar Gutiérrez,  
Evangelina Aguilar Gutiérrez, por sus constante e invaluable  
Apoyo en todo este camino de la vida universitaria y profesional.*

*A mi asesor de tesis Ing. Iván Cáceres Angulo, por todo el apoyo y dedicación que puso al impulsarnos para desarrollar esta tesis de la mejor manera posible.*

### **ISAAC AGUILAR GUTIERREZ**

*Con todo el cariño, amor y admiración que les tengo a mis amados padres Julián Condori Ccoyori y Paula Quispe Huisa, por todo su esfuerzo, sacrificio para cumplir con su deber de educar a sus hijos. Asimismo, agradecer a todos mis hermanos y hermanas.*

*A toda mi familia y amigos que en mi vida universitaria y Profesional me han brindado su apoyo incondicional*

*A mi asesor de tesis Ing. Iván Cáceres Angulo, por todo el apoyo y dedicación que puso al impulsarnos para desarrollar esta tesis de la mejor manera posible.*

### **ABEL CONDORI QUISPE**



## AGRADECIMIENTOS

*Primero y sobre todas las cosas agradecer a Dios por protegernos y guiarnos en este arduo camino de la vida profesional y familiar , por fortalecer e iluminar nuestro corazón y mente , por poner en nuestro camino a todas esas personas que nos conocen y que nos apoyaron de alguna manera para seguir adelante sin desfallecer.*

*Agradecer a nuestra alma mater la tricentenario casa de estudios Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por habernos formado para la vida profesional con el apoyo de todos sus docentes.*

*A nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Geológica a nuestros docentes que lo conforman, personal administrativo, etc.*

*Agradecer a nuestro asesor Mgt. Iván Cáceres Angulo, Mgt. Edison Mattos Ojeda, dra. Josefina Escalante Gutierrez y Mgt. Feliz A.L. Miranda Gastañaga, por la orientación prestada para la culminación de dicho trabajo de Tesis.*

*Finalmente a nuestros familiares y a todas las personas que nos conocen un caluroso abrazo y agradecimiento siempre estarán en nuestro corazón.*



## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
INDICE DE FIGURAS.....	7
INDICE DE TABLAS .....	8
INDICE DE FOTOGRAFIAS .....	9
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	13
CAPITULO I.....	15
1.1 UBICACIÓN.....	15
1.1.1 UBICACIÓN POLITICA .....	15
1.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	15
1.2 ACCESSIBILIDAD .....	18
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	18
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA PRINCIPAL .....	18
1.3.3 FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	19
1.4.- OBJETIVOS .....	19
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	20
1.6 HIPÓTESIS.....	21
1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL .....	21
1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS .....	21
1.7 VARIABLES DE INVESTIGACION .....	21
1.7. 1 VARIABLES INDEPENDIENTES:.....	21
1.7.2 VARIABLES DEPENDIENTES:.....	21
1.8 METODOLOGIA DE TRABAJO .....	22
1.8.1 ETAPA DE PRE-CAMPO.....	22
1.8.2 ETAPA DE CAMPO I.....	22
1.8.3 ETAPA DE CAMPO II.....	22
1.8.4 ETAPA DE POST-CAMPO .....	24
1.8.5 ETAPA DE GABINETE.....	24
1.8.6 ETAPA FINAL .....	24
1.9 NORMATIVA UTILIZADA .....	25
CAPITULO II .....	30
2. MARCO TEORICO.....	30



2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	30
2.2 BASES TEORICAS .....	34
2.3 CONCEPTOS BASICOS.....	48
CAPITULO III .....	51
3. GEOMORFOLOGIA .....	51
3.1 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS REGIONALES .....	51
a) CORDILLERA OCCIDENTAL .....	51
b) ALTIPLANICIES .....	51
c) VALLES .....	52
d) MONTAÑAS DE MOCHUMI.....	52
e) MONTAÑAS DE PUCARÁ.....	52
3.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES .....	57
a) Unidad Montaña.....	60
b) Unidad Ladera de Montaña .....	61
c) Unidad Valle Intramontano .....	62
CAPITULO IV .....	64
4. GEOLOGIA Y GEODINAMICA.....	64
4.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	64
4.2 GEOLOGIA LOCAL .....	70
4.3 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE FUNDACIÓN DEL PUENTE LINDEROS .....	76
4.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	79
4.4.1 FALLAMIENTO .....	80
4.4.2 PLEGAMIENTO .....	81
4.5 ASPECTOS GEODINAMICOS .....	82
4.5.1 GEODINÁMICA EXÓGENA .....	82
a) Derrumbe de Material de Taludes .....	84
b) Deslizamiento de Laderas .....	84
c) Eventos Aluviónicos .....	86
4.5.2 GEODINÁMICA ENDÓGENA .....	87
CAPITULO V .....	89
5. GEOTECNIA .....	90
5.1 Clasificación de Materiales y Taludes de Corte / Relleno .....	90
5.2 Estudio de Mecánica de Suelos .....	94
5.3 Análisis de Estabilidad de Taludes.....	97
5.4 Análisis de Estabilidad de la Plataforma.....	103
a) Aspectos Problema Observados en la vía.....	111
b) Propuestas de Solución a las problemáticas en la vía.....	112



5.5 Fundación de la Subestructura del Puente Linderos .....	117
a) Contexto Geológico de la Fundación .....	118
b) Condiciones de Cimentación de la Subestructura .....	125
c) Parámetros Sísmicos de Diseño .....	126
d) Tipo de Suelo y Clase de Sitio .....	126
e) Factores de Sitio .....	129
f) Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica .....	129
g) Zonificación Sísmica.....	130
h) Características Geométricas de la Subestructura.....	130
i) Parámetros Geotécnicos de Diseño de la Fundación.....	130
j) Capacidad de Carga del Sustrato de Fundación .....	134
k) Asentamientos Presuntos.....	135
l) Análisis de Agresividad al Concreto .....	138
CONCLUSIONES .....	140
RECOMENDACIONES .....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	143
ANEXOS.....	144
Anexo 01: Matriz de Consistencia. ....	144
Anexo 02: Plano de Ubicación.....	144
Anexo 03: Plano geomorfológico local.....	144
Anexo 04: Plano Geológico Regional.....	144
Anexo 05: Plano Geológico Local Vial I.....	144
Anexo 06: Plano Geológico Local Vial II.....	144
Anexo 07: Plano Geológico Local Vial III .....	144
Anexo 08: Plano Geológico – Geotécnico Puente Linderos. ....	144
Anexo 09: Análisis de estabilidad de taludes.....	144
Anexo 10: Ensayos de laboratorio. ....	144



## INDICE DE FIGURAS

Figura N <sup>o</sup> . 1 Área de estudio. Fuente: Google Earth.....	16
Figura N <sup>o</sup> . 2. Plano de ubicación de la zona de estudio (Anexo 02). Fuente: elaboración propia. ..	17
Figura N <sup>o</sup> . 3. Partes de un talud.....	41
Figura N <sup>o</sup> . 4. Clasificación movimientos terreno Varnes (1978).....	42
Figura N <sup>o</sup> . 5. Superficie de rotura más frecuentes, a) deslizamientos rotacionales; b) Deslizamientos traslacionales. ....	43
Figura N <sup>o</sup> . 6. Clasificación de los métodos de cálculo. ....	46
Figura N <sup>o</sup> . 7. Mapa Geomorfológico del cuadrángulo de Incahuasi (13-e). ....	53
Figura N <sup>o</sup> . 8 Mapa Geomorfológico de la zona de estudio (Anexo 03). Fuente: Elaboración propia. ....	59
Figura N <sup>o</sup> . 9. Mapa geológico del cuadrángulo de Incahuasi (Anexo 04). Fuente: Geología del cuadrángulo de Incahuasi INGEMMET. ....	65
Figura N <sup>o</sup> . 10. Columna estratigráfica regional, derivada de la carta geológica nacional. Fuente: Carta geológica nacional. INGEMMET.....	66
Figura N <sup>o</sup> . 11. Unidades de intrusión volcánica. Fuente: Carta Geológica de Incahuasi. INGEMMET.....	69
Figura N <sup>o</sup> . 12. Plano geológico del puente linderos. Fuente: Elaboración propia. ....	78
Figura N <sup>o</sup> . 13. Emplazamiento de las estructuras que delimitan el dominio estructural que prevalece en la zona de emplazamiento del proyecto. Fuente: Carta geológica Nacional.INGEMMET.....	79
Figura N <sup>o</sup> . 14. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura N <sup>o</sup> . 15. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.....	102
Figura N <sup>o</sup> . 16. Propuesta de solución y la construcción de estructura de suelo reforzado del tipo Terramesh. Fuente: Elaboración Propia. ....	113
Figura N <sup>o</sup> . 17. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.....	114
Figura N <sup>o</sup> . 18. Conformación de un terraplén en la vía para estabilización en la vía. Fuente: Elaboración Propia.....	115
Figura N <sup>o</sup> . 19. Conformación de un terraplén en la vía para estabilización en la vía. Fuente: Elaboración Propia.....	116
Figura N <sup>o</sup> . 20. Análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas. Fuente: Elaboración Propia. ....	116
Figura N <sup>o</sup> . 21. Análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas. Fuente: Elaboración Propia. ....	117
Figura N <sup>o</sup> . 22. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.0 seg. Fuente: IBC-2012.....	127
Figura N <sup>o</sup> . 23. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 1.0 seg. Fuente: IBC-2012.....	127
Figura N <sup>o</sup> . 24. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.2 seg. Fuente: IBC-2012.....	128



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación política de la zona de estudio.....	15
Tabla 2. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	15
Tabla 3. Coordenadas UTM del inicio y final de los tramos a analizar y estudiar.....	15
Tabla 4. Itinerario de acceso a la zona de estudio.....	18
Tabla 5. Clasificación de calidad de la roca según el RQD.....	37
Tabla 6. Espaciamiento entre discontinuidades.....	38
Tabla 7. Clasificación geomecanica RMR de Bienamski.....	40
Tabla 8. Calidad del macizo rocoso con relación al índice RMR.....	40
Tabla 9. Método de equilibrio limite más utilizados (modificado de Duncan y Wright, 1980; Abramson et. al. , 2002; Alonso , E., 2005).....	48
Tabla 10. Cuadro de principales sistemas de fallamiento.....	80
Tabla 11. Características del tramo I empalme - Atunloma - Puente Mamagpampa.....	94
Tabla 12. Características del tramo II Atunloma – Congona.....	94
Tabla 13. Relación de calicatas realizadas para el presente estudio.....	95
Tabla 14. Resultados de los ensayos en laboratorio, para el caso de la sub rasante se considera el CBR al 95% de la densidad seca máxima del ensayo de proctor modificado.....	97
Tabla 15. Propiedades físicas, mecánicas y granulométricas para la estabilización de taludes.....	99
Tabla 16. Registro estratigráfico de la columna de perforación que se reporta en el informe respectivo se detalla en la tabla siguiente.....	120
Tabla 17. Registro estratigráfico de la columna de perforación N°02.....	123
Tabla 18. Clasificación sísmica IBC - 2012.....	128
Tabla 19. Resultados de la clasificación sísmica IBC – 2012.....	129
Tabla 20. Valores de los factores de sitio.....	129
Tabla 21. Coeficiente de respuesta sísmica Elástica.....	130
Tabla 22. Parámetros de campo y ponderación respectiva del afloramiento rocoso.....	132
Tabla 23. Parámetros geotécnicos de diseño, derivados de las muestras MPLD-1, MPLD-2 Y MPLI- 2.....	133
Tabla 24. Capacidad de carga del sustrato de fundación.....	135
Tabla 25. Capacidad de carga última y estado límite de resistencia.....	135
Tabla 26. Asentamientos presuntos en el apoyo derecho.....	136
Tabla 27. Asentamientos presuntos en el apoyo izquierdo.....	137
Tabla 28. Análisis de agresividad de concreto.....	138



## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Al fondo el cerro Andahuayla de la cordillera occidental en el sector de Palo Verde.	54
Fotografía 2. Altiplanicies, sector alto de Marayhuaca.	54
Fotografía 3. Valle del río La Leche con zonas de cultivo, sector el Limón.	55
Fotografía 4. Valle del río Huancabamba, sector de Pucará.	55
Fotografía 5. Montañas de Mochumi, sector de Pampas.	56
Fotografía 6. Montañas de Pucará, sector del mismo nombre.	56
Fotografía 7. Inicio y Final del TRAMO I.	60
Fotografía 8. Inicio y final TRAMO II.	60
Fotografía 9. Unidad Montañosa.	61
Fotografía 10. Unidad Ladera de Montaña.	61
Fotografía 11. Unidad Valle Intramontañosa.	63
Fotografía 12. Depósitos Coluviales.	71
Fotografía 13. Depósitos Aluviales.	72
Fotografía 14. Depósitos Fluviales.	73
Fotografía 15. Depósitos Aluvionicos.	74
Fotografía 16. Formación Volcánico Porculla.	75
Fotografía 17. Afloramientos evidentes en la quebrada Linderos.	77
Fotografía 18. Deslizamiento de laderas, afectando la plataforma.	85
Fotografía 19. Se puede apreciar en la fotografía la evidencia de los sucesos aluvionicos.	87
Fotografía N° 20. Excavación de calicatas en los tramos de carretera.	97
Fotografía 21. Talud de corte de la vía, que se ha desarrollado sobre un depósito coluvio-aluvial, constituido por un agregado de grava en una matriz fina conformada por limo arenoso.	98
Fotografía 22. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 00+000 AL Km 00+500, Vista de km 00+000, pueblo de Mamagpampa, vista de depósito coluvial con pendiente suave.	104
Fotografía 23. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 01+500 AL Km 01+500. En cuanto a la litoestratigrafía se aprecia material coluvio arcillo-arenoso.	104
Fotografía 24. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 02+000 AL Km 02+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena, en sectores se aprecia interestratificación de arenisca.	104
Fotografía 25. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 03+000 AL Km 03+500, A lo largo del tramo km 03+00 a km 03+500 se aprecia material volcánico andesítico generalmente en los primeros tramos de la vía.	105
Fotografía 26. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 04+000 AL Km 04+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla.	105
Fotografía 27. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 05+000 AL Km 05+500, Vista panorámica del km 05+00 donde se aprecia depósitos coluviales cubriendo, limonita con gravas.	105
Fotografía 28. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 06+000 AL Km 06+500, Vista panorámica del km 06+00 donde se aprecia depósitos coluviales cubriendo, limonita con gravas.	106
Fotografía 29. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 07+000 AL Km 07+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia aglomerados y brecha de explosión, clastos cuarcíticos en matriz andesítica afanítica.	106
Fotografía 30. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 08+000 AL Km 08+500, en este tramo carretero se observa conglomerados con elementos volcánicos, intercalados con aglomerados andesíticos.	106
Fotografía 31. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 09+000 AL Km 09+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena.	107



<i>Fotografía 32. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 10+000 AL Km 10+500, En este tramo carretero se observa toba alterada por intemperismo. ....</i>	<i>107</i>
<i>Fotografía 33. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 11+000 AL Km 11+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla. ....</i>	<i>107</i>
<i>Fotografía 34. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 12+000 AL Km 12+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla. ....</i>	<i>108</i>
<i>Fotografía 35. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 15+000 AL Km 15+500 , en cuanto a la litoestratigrafia se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena, en sectores se aprecia interestratificación de arenisca. ....</i>	<i>108</i>
<i>Fotografía 36. Tramo Empalme LA_103 – Mamagpampa, Km 16+000 AL Km 17+850, final del tramo carretero Empalme LA-103- Mamagpampa. Donde la litoestratigrafia es de material aluvionico de arcillo arenoso. ....</i>	<i>108</i>
<i>Fotografía 37. Tramo Atunloma – Congona, Km 00+000 AL Km 00+500, Inicio del tramo Atunloma- Congona donde se aprecia material deposito coluvial compuesto de limos y arcilla. ...</i>	<i>109</i>
<i>Fotografía 38. Tramo Atunloma – Congona, Km 01+000 AL Km 01+500, Vista panorámica del km 01+00 donde se aprecia material conformada por limo arenoso. ....</i>	<i>109</i>
<i>Fotografía 39. Tramo Atunloma – Congona, Km 02+000 AL Km 02+500, Vista panorámica del km 01+00 donde se aprecia material conformada por limo arenoso. Con un pendiente pronunciado. ....</i>	<i>109</i>
<i>Fotografía 40. Tramo Atunloma – Congona, Km 03+000 AL Km 03+500, en el tramo carretero se observa material coluvial de limo arenoso. ....</i>	<i>110</i>
<i>Fotografía 41. Tramo Atunloma – Congona, Km 04+000 AL Km 04+500, en este tramo en km 04+00 tiene un pendiente pronunciado, con desprendimiento de material coluvial de gravas y limo arenoso. ....</i>	<i>110</i>
<i>Fotografía 42. Tramo Atunloma – Congona, Km 05+000 AL Km 06+830, final del tramo Atunloma- Congona este km está compuesto por material grava y limo arenoso. ....</i>	<i>110</i>
<i>Fotografía 43. Brecha de explosión andesitica. ....</i>	<i>119</i>
<i>Fotografía 44. Testigos de perforación 01 del puente linderos proyectado. ....</i>	<i>121</i>
<i>Fotografía 45. Brecha de explosión andesitica, que aflora en la superficie. ....</i>	<i>122</i>
<i>Fotografía 46. Testigos de perforación 02 del puente linderos proyectado. ....</i>	<i>125</i>
<i>Fotografía 47. Afloramiento rocoso, para un análisis y valoración cualitativa con el método Bieniawski conocido como RMR. ....</i>	<i>131</i>
<i>Fotografía 48. Ensayo de laboratorio carga uniaxial. ....</i>	<i>134</i>



## RESUMEN

La presente investigación esta avocada al estudio geológico y geotécnico para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. LA-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp.103 (Mamagpampa) y Acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque, enfocado principalmente en realizar una caracterización geológica el cual nos permitirá determinar los parámetros geotécnicos; en basea los datos de campo y los datos físico – mecánicas, de estabilidad y de la recopilación de los diversos materiales presentes en la zona. Ante la problemática del acceso se ha planteado realizar este estudio geológico y geotécnico para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal, la falta de acceso adecuado dificulta que los habitantes de la zona puedan llegar de manera rápida y oportuna a servicios esenciales como atención médica y educación, entre otros. Además, el transporte de productos hacia los mercados provinciales se ve obstaculizado debido a las limitaciones en las vías de acceso ubicada en las jurisdicciones distritales de Cañaris e Incahuasi provincia de Ferreñafe del departamento de Lambayeque, en términos de su emplazamiento geográfico, se encuentra en la parte alta de la vertiente.

El propósito principal es establecer los parámetros Geológicos y Geotécnicos para garantizar el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal, así como determinar el entorno geológico, geomorfológico, estructural y finalmente determinar las características físicas – mecánicas de estabilidad y consolidación de los diversos materiales presentes en la zona.

La naturaleza de la fisiografía y de la geomorfología que definen el contexto de emplazamiento del tramo I del proyecto, comprenden desde la parte alta cordillerana, en el divortium acuarium regional, inmediaciones de la cabecera de la cuenca de la quebrada linderos y el Tramo II comprenden una planicie aluvial donde se asienta la localidad de Atunloma, entre dos colinas que separan dos valles tributarios del Río Huancabamba, el



Drenaje local es de tipo dendrítico, se evidencia bien desarrollado y tiene por colector principal al río Huancabamba así mismo los modelado morfo genético regional evidencia la prevalencia de procesos erosivos fluviales conjuntamente con sollevamientos tectónicos acelerados y el marco que configura el contexto geológico de la región que hospeda el proyecto, se encuentra definido por un pilar tectónico conformado por un núcleo plutónico de composición tonalítica y edad cretácica final - terciaria inicial, el cual se encuentra hospedado en la pila sedimentaria que conforma el anticlinorium andino y aflora en una franja elongada al NW.

El análisis de susceptibilidad geodinámica a flujos aluviónicos permitió concluir que solo existe una zona en la quebrada Magmapampa que se muestra susceptible a impactos potenciales de fenómenos geodinámicos particularmente intensos y de esta naturaleza; en general los fenómenos de geodinámica registrados a lo largo del camino son de baja intensidad y entre las progresivas 16+560 y 16+605 se documenta un único sector donde el talud de corte de la vía excavado sobre material arcillo limoso, se encuentra afecto a deformación por deslizamiento de material suelto.

Como propuesta de solución en el sector de las progresivas 16+560 y 16+605 se plantea la construcción de una estructura retentiva de suelo reforzado a efectos de mantener confinada la plataforma y, de un muro tipo gavión caja como pantalla de proyección del talud superior, así mismo la construcción del puente Linderos como una estructura compuesta por una losa y vigas de concreto armado de 31,6 m de luz, apoyadas sobre dos estribos de concreto armado.

#### PALABRAS CLAVES:

- Mejoramiento
- Rehabilitación
- Estudio Geológico
- Estudio Geotécnico
- Geodinámica
- Camino Vecinal
- Susceptibilidad



## ABSTRACT

The present investigation is dedicated to the geological and geotechnical study for the improvement and rehabilitation of the Emp neighborhood road. LA-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp.103 (Mamagpampa) and Access Dev. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Cañaris – Incahuasi Districts, Ferreñafe Province, Lambayeque Region, focused mainly on carrying out a geological characterization which will allow us to determine the geotechnical parameters; based on the data obtained from the field and the physical-mechanical, stability and consolidation data of the different materials existing in the area. Given the problem of access, it has been proposed to carry out this geological and geotechnical study for the improvement and rehabilitation of the local road, the difficult access prevents the inhabitants from having quick and timely access to basic health, education and other services. Likewise, it is difficult to transfer the products to the provincial and regional markets for their commercialization, the study area is located in the district jurisdictions of Cañaris and Incahuasi, province of Ferreñafe, department of Lambayeque, in terms of its geographical location, it is located in the upper part of the slope.

The main objective of this research is to determine the Geological and Geotechnical parameters to guarantee the improvement and rehabilitation of the local road, as well as to determine the geological, geomorphological, structural environment and finally to determine the physical characteristics - mechanics of stability and consolidation of the different existing materials. in the zone.

The nature of the physiography and geomorphology that define the location context of section I of the project, ranges from the high mountain range, in the regional divortium aquarium, near the headwaters of the basin of the quebrada boundaries and Section II includes an alluvial plain where the town of Atunloma sits, between two hills that separate two tributary valleys of the Huancabamba River, the local drainage is of the dendritic type, it is evidenced well



developed and has the Huancabamba river as its main collector, likewise the regional morphogenetic modeling evidence the prevalence of fluvial erosive processes together with accelerated tectonic uplifts and the framework that configures the geological context of the region that hosts the project, is defined by a tectonic pillar made up of a plutonic core of tonalitic composition and late Cretaceous - early Tertiary age, which is hosted in the sedimentary pile that makes up the Andean anticlinorium and outcrops in an elongated strip to the NW.

The analysis of geodynamic susceptibility to alluvionic flows allowed us to conclude that there is only one area in the Magmapampa stream that is susceptible to potential impacts of particularly intense geodynamic phenomena of this nature; In general, the geodynamic phenomena recorded along the road are of low intensity and between survey stations 16+560 and 16+605 a single sector is documented where the cut slope of the road, excavated on silty clay material, is affected by deformation by sliding of loose material.

As a solution proposal in the sector of survey stations 16+560 and 16+605, the construction of a reinforced soil retentive structure is proposed in order to keep the platform confined, and a gabion-type box wall as a projection screen for the upper slope. Likewise, the construction of the Linderos bridge as a structure made up of a slab and reinforced concrete beams with a span of 31.6 m, supported on two reinforced concrete abutments.



## CAPITULO I

### 1.1 UBICACIÓN

#### 1.1.1 UBICACIÓN POLITICA

La ubicación del proyecto se sitúa en las jurisdicciones distritales de Cañarís e Incahuasi.

<b>DISTRITOS</b>	Cañarís Incahuasi
<b>PROVINCIA</b>	Ferreñafe
<b>DEPARTAMENTO</b>	Lambayeque
<b>REGIÓN</b>	Lambayeque

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

#### 1.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

En términos de su emplazamiento geográfico, se encuentra en la parte alta de la vertiente occidental del río Huancabamba que discurre por un valle interandino emplazado en el sector Norte de la Cordillera Occidental de los Andes.

<b>ALTITUD PROMEDIO</b>	3200 msnm
<b>LATITUD SUR</b>	06°03'10" y 06°08'59"
<b>LONGITUD OESTE</b>	79°20'11" y 79°20'08"

*Tabla 2. Ubicación geográfica de la zona de estudio.*

El comienzo y el final de la vía que se plantea intervenir mediante el presente proyecto, son concordantes con las coordenadas UTM siguientes:

<b>TRAMO I EMPALME LA-103 - MAMAGPAMPA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTITUD</b>
Inicio	684160	9319981	3664 msnm
Final	687481	9327276	3116 msnm
<b>TRAMO II ATUNLOMA - CONGONA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTITUD</b>
Inicio	685631	9327795	3160 msnm
Final	684070	9330191	2762 msnm

*Tabla 3. Coordenadas UTM del inicio y final de los tramos a analizar y estudiar.*

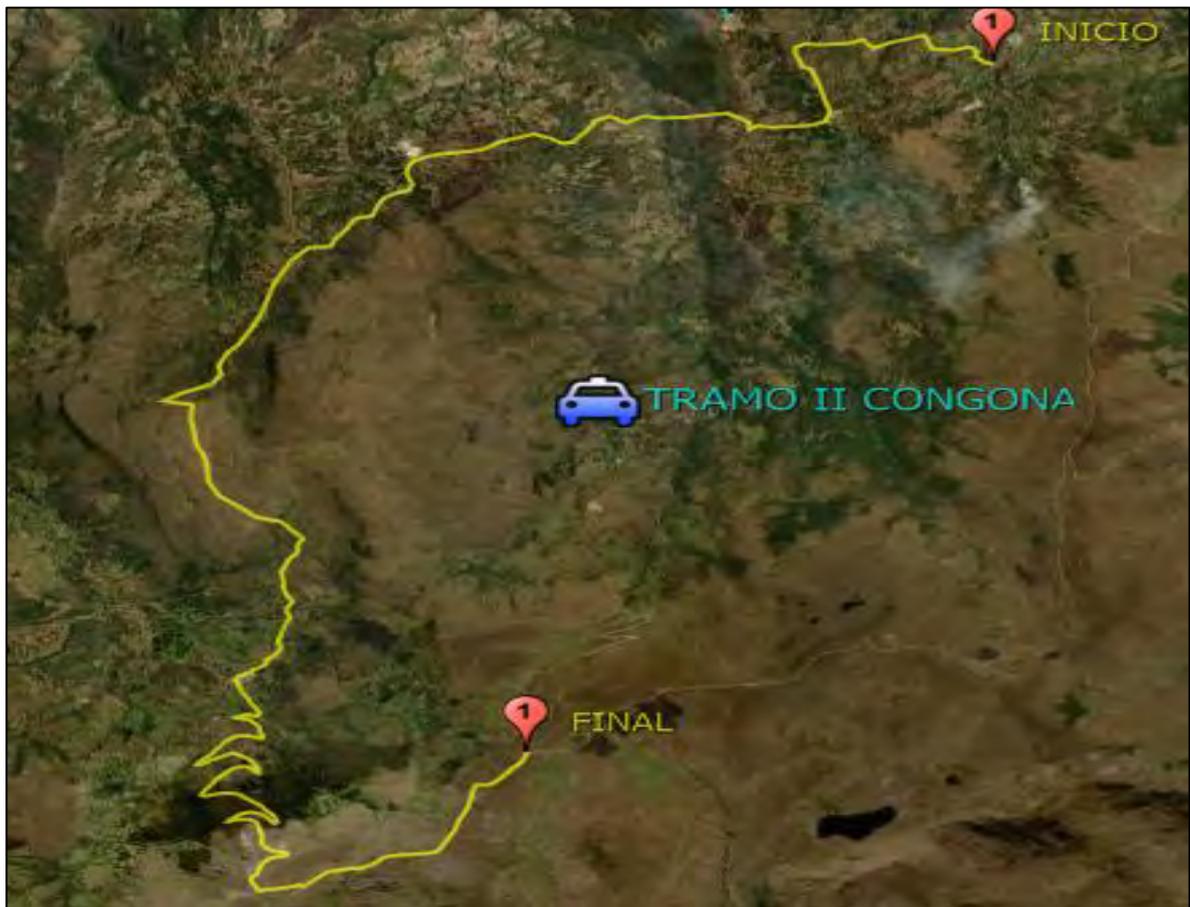
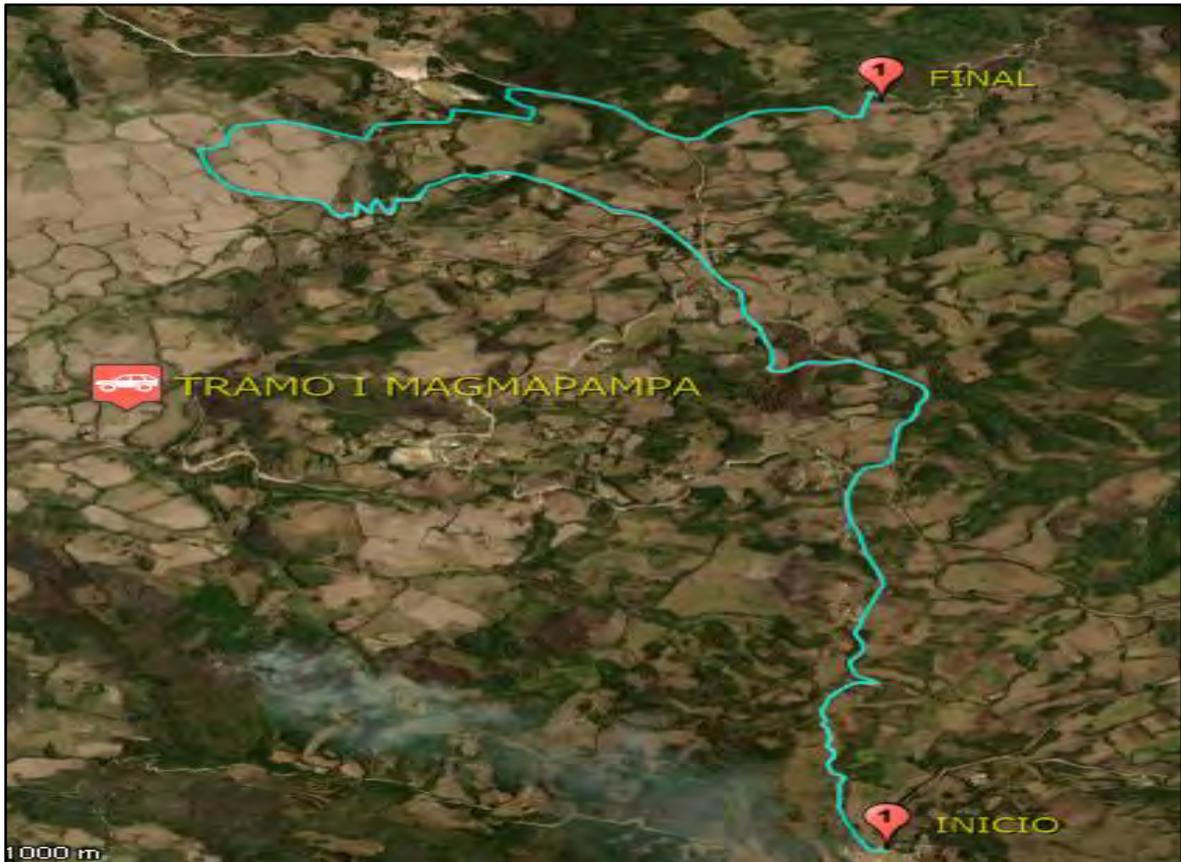


Figura N<sup>o</sup>. 1 Área de estudio. Fuente: Google Earth.





## 1.2 ACCESSIBILIDAD

Se sigue el itinerario establecido que se detalla en el cuadro siguiente.

CARRETERA	TRAMO	DISTANCIA (KM)
CHICLAYO - INCAHUASI	CHICLAYO - REP. UYURPAMPA	153,70
REP. UYURPAMPOA - UYURPAMPA	REP. UYURPAMPA - UYURPAMPA	10,20
UYURPAMPA - ATUNLOMA	UYURPAMPA - EMP. LA-103	64,00
<b>TOTAL</b>		<b>227.90</b>

Tabla 4. Itinerario de acceso a la zona de estudio.

## 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La conservación de carreteras garantiza la seguridad y beneficios económicos y sociales al permitir la movilidad de la población. Comprende actividades técnicas para preservar y mantener en buen estado la infraestructura vial, asegurando un servicio óptimo. El mantenimiento constante y las rehabilitaciones cuando sean necesarias son fundamentales para lograr una conservación eficiente.

En la actualidad, la carretera en el distrito de Cañaris, Provincia de Ferreñafe, Región de Lambayeque, presenta deficiencias técnicas. Los sistemas de drenaje son insuficientes, los radios de curva no cumplen con los estándares mínimos establecidos y las secciones transversales no son adecuadas. Además, la pendiente del camino vecinal obstaculiza el acceso ágil y oportuno a los servicios fundamentales como atención médica y educación. Esta circunstancia también dificulta el traslado de productos hacia los mercados, incrementando los costos y repercutiendo en el precio final del producto. Es necesario realizar mejoras y rehabilitaciones en la carretera para superar estos desafíos y buscar mejoras en las condiciones que afectan el bienestar y el nivel de vida de la comunidad.



### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA PRINCIPAL

- ❖ ¿Cómo son los parámetros geológicos y geotécnicos para garantizar el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque?

### 1.3.3 FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

#### Problema específico 1:

- ❖ ¿Cuál es el entorno geológico, geomorfológico y estructural sobre el cual se realizara el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque?

#### Problema específico 2:

- ❖ ¿Cuáles son las características físico – mecánicas de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales existentes en la zona necesarios para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque?

## 1.4.- OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar los parámetros Geológicos y Geotécnicos para garantizar el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca –



Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañarís – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

##### Objetivo específico 1:

- ❖ Determinar el entorno Geológico, Geomorfológico y Estructural sobre el cual se realizara el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañarís – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.

##### Objetivo específico 2:

- ❖ Determinar las características físico - mecánicas de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales existentes en la zona necesarios para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañarís – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El estudio tiene como finalidad establecer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales del tramo involucrado en el proyecto, para posteriormente plantear las recomendaciones acordes al resultado final de la evaluación in situ y gabinete, realizar las mejoras correspondientes; de esta manera garantizar una estructura sólida competente y sostenible para el tránsito y consecuente mejora en el desarrollo social, económico, educacional de salud, etc. de las poblaciones beneficiadas con el proyecto.



## 1.6 HIPÓTESIS

### 1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

- ❖ La caracterización geológica permitirá, determinar los parámetros geotécnicos; en función a los datos obtenidos de campo y los datos físico – mecánicas, de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales existentes en la zona.

### 1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

#### Hipótesis específico 1:

- ❖ Se determinó el entorno geológico, geomorfológico y estructural el cual permitirá el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distrito Cañarís – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.

#### Hipótesis específico 2:

Se determinó las características físico - mecánicas de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales el cual permitirá el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo progreso – Congona, Distritos Cañarís – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.

## 1.7 VARIABLES DE INVESTIGACION

**1.7.1 VARIABLES INDEPENDIENTES:** Geología, geotecnia.

**1.7.2 VARIABLES DEPENDIENTES:** Mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona.



## **1.8 METODOLOGIA DE TRABAJO**

El estudio se fundamentará en un estudio detallado, que se realizará considerando las etapas sucesivas:

### **1.8.1 ETAPA DE PRE-CAMPO**

Se realizara un análisis exhaustivo de esta situación detallado de la documentación previa relacionada con la habilitación del camino vecinal. EMP. LA-103 – CHILLVACA - ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITO CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE, donde se encuentra proyectado el presente trabajo, Se enfocará principalmente en las investigaciones realizadas hasta el momento geológico - geotécnicas realizadas. Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los estudios previos llevados a cabo por la entidad y otras instituciones.

### **1.8.2 ETAPA DE CAMPO I**

Se llevará a cabo un mapeo geológico y topográfico detallado de la zona con el fin de caracterizar tanto su geología como su morfología. Además, se realizará un análisis del control estructural de la zona utilizando el mapa base resultante.

### **1.8.3 ETAPA DE CAMPO II**

#### **ESTUDIO DE TOPOGRAFIA, TRAZO Y DISEÑO VIAL**

A través del uso de una Estación Electrónica Total Topcon con láser infrarrojo para realizar la detección precisa a partir de los puntos de control establecidos en la poligonal secundaria de trazo. Estos puntos garantizarán que los planos generados cumplan con los parámetros cartográficos del sistema UTM. Asimismo, se realizarán mediciones topográficas en diferentes secciones del terreno, utilizando



escalas adecuadas para capturar todos los detalles del terreno de manera completa.

El alcance de las tareas topográficas implica:

- ✚ Se procederá a definir y trazar el eje de la poligonal de apoyo, que servirá como referencia para la proyección del eje de la vía. Lo cual se llevara a cabo la ejecución con el objetivo de minimizar la cantidad de movimiento de tierras necesarias.
- ✚ Levantamiento topográfico de la calzada actual.
- ✚ Levantamiento topográfico de los bordes de caminos.
- ✚ Las marcas en el terreno han sido utilizadas para señalar los vértices (PIs) de la Poligonal de Apoyo y de la Poligonal Definitiva, así como los puntos de inicio (PC) o finalización (PT) de curvas.
- ✚ Las coordenadas UTM en el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84), específicamente la Zona 17 M, que corresponde a la ubicación del proyecto en este sector. Estas coordenadas se emplearon como referencia geodésica para los trabajos de mapeo y trazado del proyecto.
- ✚ Los puntos de referencia (BM) en roca sólida se instala en áreas adecuadamente resguardadas, haciendo referencia a otros puntos fijos y con indicaciones en el terreno, y están ubicados fuera del alcance de las labores de movimiento de tierras.
- ✚ Será necesario realizar labores de mantenimiento y limpieza en los cauces de los ríos, cursos de agua más pequeños y áreas propensas a deslizamientos que atraviesen la carretera. Estas acciones se llevarán a cabo en las obras complementarias y estructuras, utilizando levantamientos topográficos detallados para una mejor planificación.



- ✚ La zona de levantamiento topográfico se extiende a lo ancho para permitir la planificación de obras adicionales, como cunetas laterales, zanjas de drenaje, aliviaderos y estructuras de ingeniería. Esta zona abarca incluso una distancia de hasta 20 metros a cada lado del eje de la carretera existente.
- ✚ Asimismo, se llevará a cabo el levantamiento topográfico de las canteras utilizadas.

Durante estas fases se realizará 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.

#### **1.8.4 ETAPA DE POST-CAMPO**

Se llevara a cabo una recopilación y análisis integral de todos los estudios previos tanto en el campo como en el laboratorio.

Se examinarán los resultados obtenidos y se clasificarán las características geotécnicas y mecánicas de los materiales usados en la construcción en la carretera.

#### **1.8.5 ETAPA DE GABINETE**

Se realizará el procesamiento y la corrección de la información recopilada en el campo, así como la verificación de las hipótesis planteadas. A partir de este análisis, se obtendrán los resultados finales. Posteriormente, se redactará el informe que recopilará todos los hallazgos, conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio realizado.

#### **1.8.6 ETAPA FINAL**

Al final del proyecto se realizara la Sustentación final de tesis.



## 1.9 NORMATIVA UTILIZADA

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

### Interpretación y Análisis de Resultados

- Norma E - 050, Suelos y Cimentaciones.
- Norma E - 030, Diseño Sismo resistente.

### Ensayos en Laboratorio

Manual De Ensayos De Materiales (EM-2016)

#### ➤ ENSAYO DE CAMPO

Los ensayos de campo fueron realizados en campo de acorde al TDR y para el EJE DE LA PRESA, CANTERA DE SUELO, Y VASO DE LA PRESA:

- Ensayo de Densidad de Campo
- Ensayo de Auscultación con el equipo DPL
- Ensayo de infiltración
- Resistencia de la roca por el número de golpes

#### ➤ PERMEABILIDAD EN CAMPO (INFILTRACIÓN)

**ASTM D2434-22:** Standard Test Method for Permeability of Granular Soils

Este estándar de prueba Proporciona importante información sobre la capacidad de drenaje de los suelos y su comportamiento hidráulico que permitirá determinar qué tan permeables son los suelos granulares y cómo pueden gestionar el paso del agua y proporciona valores representativos. Este ensayo es especialmente útil para suelos que se



encuentran en depósitos naturales utilizados en terraplenes o como capas base en pavimentos.

- **ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU MEDIANTE EL METODO DEL CONO DE ARENA**

**ASTM D422:** Standard Test Method for particle -Size of Solis

- **MTC E 117: ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITO MEDIANTE EL METODO DEL CONO DE ARENA**

Establecer el procedimiento estándar de ensayo para medir la densidad y el peso unitario del suelo mediante el in situ utilizando el método del cono de arena.

El método es aplicado para medir la densidad in-situ en el lugar de los diferentes materiales como, agregados, mezcla de suelos u otro material similar.

- **ENSAYOS DE LABORATORIO**

El Estudio de Mecánica de Suelos ha seguido las pautas y recomendaciones referidas en torno al manual de ensayos de materiales, incluyendo las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials) y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se han utilizado diversas referencias como base de consulta para analizar y comprender los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y en el campo, así como para determinar si los materiales analizados cumplen con los estándares establecidos por la normativa vigente, se han utilizado las siguientes referencias como base de consulta:

- **GRANULOMETRIA (CLASIFICACION SUCS)**



**ASTM D422:** Standard Test Method for particle -Size of Solis

**MTC E 201:** Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

Este método permite tamizar mediante una muestra de suelo de diferentes tamaños y desarrollar el porcentaje de suelo que pasa por cada tamiz, hasta el de 74 mm. (N.º 200).

#### ➤ **INDICE DE CONSISTENCIA**

**NTP 339.129:** Método de Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.

**MTC E 110:** Determinación del límite líquido de los suelos

**MTC E 101:** Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (IP)

Es un parámetro el límite líquido que define la humedad contenida en un suelo se encuentra en un estado intermedio entre estados líquido y plástico. El límite plástico, por otro lado, el nivel más bajo de humedad en el que el suelo puede formar barritas de 3.2 mm (1/8") de diámetro.

Estos límites, son bastante utilizados en correlación con otras propiedades junto con el índice de plasticidad, para evaluar su comportamiento ingenieril. Estas propiedades incluyen su compresibilidad, permeabilidad, capacidad de compactación, contracción-expansión y resistencia al corte. Al correlacionar estos límites con estas propiedades, se obtiene información importante para el diseño y la evaluación de estructuras y obras de ingeniería en suelos.

#### ➤ **CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

**MTC E 101:** Determinación del contenido de humedad de un suelo



**ASTM D 2216:** Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture)  
Content of Soil and Rock

El procedimiento de ensayo busca establecer el volumen de humedad de un suelo. El cual se define como la relación, dada en porcentaje, entre el peso del agua presente en una masa específica de suelo y el peso de las partículas sólidas del mismo.

#### ➤ **PERMEABILIDAD EN LABORATORIO**

**ASTM D2434-22:** Standard Test Method for Permeability of Granular Soils

El método abarca el coeficiente de permeabilidad por un método de cabeza de manera consecutiva para el flujo laminar de agua mediante los suelos granulares.

Se centra en obtener valores significativos de la permeabilidad de estos suelos, ya sea en depósitos naturales utilizados en terraplenes o como capas base en pavimentos, para evaluar su capacidad de drenaje en aplicaciones de ingeniería.

#### ➤ **COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**

**MTC E 115:** Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado).

**NTP 339.141:** Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

**ASTM D 1557:** Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

Los procedimientos de este ensayo describen la compactibilidad utilizados en Laboratorio, para poder diagnosticar Peso Unitario Seco de los suelos (curva de



compactación) y la relación entre el Contenido de Agualo cual se realiza compactando los suelos en un molde de diámetro de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) teniendo un diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).



## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Se dispone de pocos estudios anteriores, enfocados a la geología específicamente, algunos de los cuales se han llevado a cabo de manera exhaustiva, analizando en detalle sus aspectos relevantes, entre ellos podemos mencionar:

- **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL CHAUNE VACA DE MONTE DE 11 KM DE LONGITUD, EN EL CANTÓN PALENQUE DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS**

#### **AUTORES:**

- MARLON STEVEN MAIGUA TOVAR
- REBECA DAYANARA MERCHÁN MALAVÉ

#### **La libertad- ecuador-2022**

En base al desarrollo y análisis realizado de la tesis, se recabo las siguientes conclusiones

- ❖ Se ha observado que el suelo a nivel sub-rasante es una mezcla de limo arcilloso altamente compresible, con una mayor proporción de limo que arcilla. En la capa de rodadura, se utilizó un suelo aluvial sustraído de los ríos cercanos cercano como mejora para la sub-rasante. Sin embargo, con el tiempo, el medio ambiente y el uso continuo, se ha determinado que este suelo aluvial no cumple con las especificaciones técnicas y requiere ser reemplazado durante la rehabilitación de la vía de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15).



❖ Se ha destacado que a pesar de no encontrar un nivel freático durante las excavaciones realizadas, el principal obstáculo de los suelos encontrados en la sub-rasante se relaciona con su falta de compactación. Estos suelos se evaluaron principalmente en estado suelto, presentan una alta probabilidad de experimentar deformaciones durante el proceso de rehabilitación de la capa de rodadura de la carretera. Estas deformaciones serían más significativas si se proyectan terraplenes sobre este material. Desde una perspectiva geotécnica, no representa un peligro en términos de expansión, ya que los porcentajes de hinchamiento son muy bajos. Sin embargo, se muestra que las condiciones de drenaje en la sub-rasante son de mala calidad. Por lo tanto, necesario implementar un sistema de drenaje superficial adecuado, con las dimensiones y requisitos adecuados, para evitar la saturación excesiva de los suelos limo arcillosos y de los materiales utilizados en la rehabilitación de la sub-rasante, que se utilizarán como capa de rodadura.

➤ **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO NUEVA LUZ – RAMAL YOQUIRI, DISTRITO DE QUELLAUNO – LA CONVENCION – CUSCO**

**AUTORES:**

- ING. CLAUDIO GREGORIO CCOPA OLAVE

En base al desarrollo y análisis realizado en esta tesis, se han obtenido las siguientes conclusiones:

❖ El SUB-RASANTE se categoriza como “SUB-RASANTE MUY BUENA”, cuyos valores de CBR son mayores al 21%. El material cumple con la norma y su requerimiento mínimo para ser utilizado como SUB-RASANTE ya sea en corte



o en rellenos. A la profundidad excavada el cual no se detectó presencia de nivel freático.

- ❖ Para el material de cantera el porcentaje de abrasión se encuentra por debajo de los máximos permisibles=42.88%, el limite liquido=34.97% es menor a lo máximo permitido en la norma (35%) , el índice de plasticidad se encuentra dentro del parámetro de 4 – 9 % con un valor =5.23% , el valor de CBR=44.62% es mayor al mínimo requerido por la norma ( 40%) y el equivalente de área = 51.35 se encuentra muy por encima del mínimo requerido (20%) el material de cantera para afirmado cumple con las normativas para este tipo de material.

➤ **ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CORRAL QUEMADO – RIO NIEVA TRAMO II: PUERTO NARANJITOS – PEDRO RUIZ”**

**AUTOR:**

MANUEL JESUS ALIAGA CHAVEZ

LIMA PERU -2003

En base al desarrollo y análisis realizado en esta tesis, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- ❖ En base a las investigaciones y análisis realizados en esta tesis, se concluye que el tramo que se pretende rehabilitar presenta condiciones naturales difíciles y complicadas. Esto implica que se deben implementar medidas de estabilización y protección específicas para garantizar la seguridad y funcionalidad de la carretera en estudio. Estas medidas son necesarias para enfrentar los desafíos geotécnicos y ambientales presentes en la zona y asegurar la durabilidad y eficiencia de la vía rehabilitada.



- ❖ Dentro de las condiciones naturales que impactan la carretera, se identifican los siguientes factores significativos:
  - El valle del río Utcubamba exhibe una morfología caracterizada por la disposición de tramos con laderas empinadas y secciones de tipo cañón. Estas características geomorfológicas son el resultado de la configuración del terreno y geológica de la zona. El sistemas de fallas tectónicas, plegamientos de las rocas y movimientos neotectónicos ha influido en la formación y evolución del valle.
  - En la localidad se observa amplios depósitos geológicos que presentan una baja resistencia, siendo la Formación Celendín una de las principales. Esta formación está compuesta principalmente delgadas de arcillas, lutitas y limolitas que son altamente propensas a la alteración y meteorización. Asimismo, los depósitos cuaternarios presentan una matriz arcillo-limosa que incrementa de manera significativa el potencial de inestabilidad en la zona.
  - En el valle del río Utcubamba, se registra una intensa actividad de procesos geodinámicos, los cuales se manifiestan en forma de deslizamientos, derrumbes y avalanchas de escombros. Estos fenómenos pueden ser resultado tanto de la configuración geológica y morfológica observada en la zona, incluyendo la construcción de infraestructuras. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta esta dinámica geodinámica al diseñar y ejecutar proyectos en la región, implementando medidas de mitigación y estabilización adecuadas.
  - El desarrollo de deformación en el lecho del río Utcubamba son significativos debido a la dinámica fluvial, que varía según los gradientes



del río. La erosión en la margen izquierda (margen occidental) del río Utcubamba, influenciada por el efecto de Coriolis, es un factor importante.

- Además, se observa una extensa actividad de procesos geodinámicos, como deslizamientos, derrumbes y escombros, que ocurren tanto naturalmente como como resultado de la construcción de infraestructuras.

## **2.2 BASES TEORICAS**

### **2.2.1 Evaluación Geomecánica Del Macizo Rocosó De Bienamski**

En el área de los estribos se identificó la presencia de roca volcánica tipo toba. Se realizó una evaluación de la capacidad portante de esta roca utilizando el sistema de valoración RMR desarrollado por Bieniawski.

Es esencial comprender de una masa rocosa el comportamiento geomecánico, el cual se basa en tres puntos interrelacionados. El primero de ellos es la resistencia de la roca intacta, que se refiere al comportamiento de una muestra de roca sin discontinuidades ni fisuras. La resistencia de la roca está determinada por las cualidades colectivas de las moléculas minerales que la componen, así como por el material cementante que las une, si está presente.

El segundo punto se refiere a la distribución de discontinuidad y el grado de fracturamiento presentes en la masa rocosa. Puede variar desde una masa sólida y continua hasta una que tiene numerosas fisuras, comportándose como una colección de partículas encajadas. Los niveles de resistencia son dados por los planos de discontinuidad según si están cerrados, su rugosidad, si tienen relleno o no, y el tipo de material de relleno presente. Por ejemplo, las fisuras cerradas con propagaciones irregulares y superficies rugosas presentarán una mayor capacidad de resistencia a los esfuerzos de corte relacionados con la estabilidad de los bloques, en comparación con fracturas planas, de superficies lisas y rellenas de arcillas sensibles.



El tercer punto se refiere a los esfuerzos activos sobre el macizo rocoso. Se encuentran los esfuerzos de tracción generados por las presiones hidrostáticas de las aguas subterráneas en las discontinuidades de la roca. Por otro lado, existen los esfuerzos debidos a las cargas litostáticas, que causan deformaciones y esfuerzos horizontales en la masa rocosa. Además, pueden producirse procesos de descompresión en excavaciones o afloramientos, lo que implica una reducción de la presión y puede dar lugar a deformaciones adicionales y cambios en el estado de esfuerzos en el macizo rocoso.

A partir de las consideraciones anteriores, es evidente que resulta imposible recopilar toda data necesaria para revisar exhaustivamente el comportamiento de un macizo rocoso, y mucho menos integrarla. Sin embargo, las clasificaciones geomecánicas de macizos rocosos ofrecen una alternativa para simplificar las evaluaciones en el campo de la mecánica de rocas, en comparación con los costosos y complicados ensayos in-situ a gran escala. Estas clasificaciones permiten categorizar los macizos rocosos según ciertos criterios y proporcionan una base para comprender mejor su comportamiento y tomar decisiones de diseño y construcción más informadas.

Si bien no ofrecen una solución completa, son una herramienta útil y práctica en la evaluación y el análisis geomecánico de los macizos rocosos. Dado el desafío de recopilar toda la información necesaria y realizar evaluaciones completas del comportamiento del macizo rocoso, las clasificaciones geomecánicas se presentan como una alternativa viable en el campo de la mecánica de rocas. Estas clasificaciones ofrecen un enfoque simplificado al proporcionar criterios y parámetros que ayudan a comprender y predecir el comportamiento del macizo rocoso. Aunque no ofrecen una solución definitiva, permiten una evaluación más práctica y económica en comparación con los costosos y complicados ensayos in situ a gran escala



## 2.2.2 Clasificación Geomecánica, RMR

Sistema RMR de Bieniawski (1989)

El profesor Z.T. Bieniawski en el Consejo Sudafricano para la Investigación Científica e Industrial (CSIR) en 1973 y posteriormente modificada en 1989. Ofrece varias ventajas sobre su clasificación:

- a) Facilita información sobre las características del sitio de estudio utilizando un número mínimo de parámetros de clasificación
- b) Ofrece data cuantitativa para fines de diseño, lo que facilita la toma de decisiones.
- c) Es un sistema simple pero significativo, de manera que se puede determinar de forma rápida y a bajo costo basándose en parámetros medibles.

Se cuenta con cinco parámetros básicos para el sistema RMR, que cada uno se divide en categorías con sus respectivas puntuaciones.

### ❖ Resistencia de Roca Intacta

El enfoque de Bieniawski se centra en sus evaluaciones en categorías de Resistencia Compresiva Uniaxial de la roca intacta, o en función al índice de la Carga Puntual (PLT).

### ❖ Designación de la Calidad de Roca (RQD)

Según DEERE (1967), propone el RQD, el cual se utiliza la medida de calidad de los testigos de perforación en términos de fracturamiento del macizo rocoso. El RQD se define como el porcentaje de la longitud total perforada que consiste en testigos de roca continuos y sin fracturas de al menos 10 cm de longitud.



$$RQD = \frac{\text{Longitud de Testigos x 10 cm}}{\text{Longitud Total Perforada}}$$

En ausencia de testigos de perforaciones, es posible estimar el Índice de Calidad de la Roca (RQD) en una formación rocosa utilizando la relación propuesta por Barton et al. (1974).

$$RQD = 115 \times 3.3 J_v$$

$J_v = N^\circ$  de discontinuidades / m<sup>3</sup> de roca

RQD (%)	Calidad de roca
< 25	muy mala
25 - 50	mala
50 - 75	regular
75 - 90	buena
90 - 100	excelente

Tabla 5. Clasificación de calidad de la roca según el RQD.

#### ❖ Espaciamiento de Discontinuidades

La clasificación RMR de Bieniawski fue modificada en 1979, adopta las categorías sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas para evaluar esta característica del macizo rocoso.

#### ❖ Estado de las Discontinuidades

Para la evaluación de este parámetro influyen en los factores de estabilidad y comportamiento del macizo rocoso.

#### ❖ Condiciones de Aguas Subterráneas

Este parámetro, considera a partir de la observación de los rangos de flujo, la relación entre la presión del agua en las discontinuidades y el esfuerzo principal mayor, o



mediante una observación cualitativa general de las condiciones del agua subterránea. En el caso específico que estamos evaluando, se ha considerado que no existen presiones hidrostáticas relevantes para efectos de valoración de este parámetro.

### **Espaciamiento entre Discontinuidades**

La evaluación geomecánica de la roca incluye la medición del espaciamiento o longitud entre fracturas, fallas o fisuras, lo cual constituye un factor importante. Según el tamaño de estos espacios, la roca puede ser clasificada en diferentes clases.

<b>CLASES</b>	<b>ESPACIAMIENTO</b>
<b>A</b>	Más de 2 m
<b>B</b>	Entre 2 y 0.60 m
<b>C</b>	Entre 0.60 y 0.20 m
<b>D</b>	Entre 0.20 y 0.06 m
<b>E</b>	Entre 0.06 y 0.00 m

*Tabla 6. Espaciamiento entre discontinuidades.*

#### ➤ **Condiciones de las juntas**

- Superficies muy rugosas. – Las juntas son muy continuas y roca resistente.
- Superficies ligeramente o suave rugosas. Tiene una separación menor de 1 mm.  
En paredes Juntas es una Roca resistente.
- Superficies deslizadas o relleno tiene un espesor menor de 5 mm o Juntas abiertas  
1 a 5 mm.
- Relleno con espesor mayor de 5 mm o Juntas abiertas más de 5 mm.

#### ➤ **Condiciones de la Napa**



-Completamente seco

-Húmedo o Semi Seco

-Baja presión

-Mediana presión

-Alta presión

➤ **Grado de Alteración**

No está integrada en la clasificación de Bienawsky.

➤ **Bastante Meteorizadas**

- Se observa que la masa rocosa mantiene resistencia como para no desmoronarse al ser manipulada manualmente..

- Se muestra menos del 50% de la roca indicios de desintegración y/o descomposición en forma de suelo. Pero se puede observar áreas que se mantiene intactas roca intacta o ligeramente decolorada.

➤ **Muy Meteorizadas**

-La roca presenta un alto grado de meteorización, extendiéndose en toda su masa. Se desmenuza fácilmente a mano y más del 50% de la roca se encuentra descompuesta. Pueden existir áreas donde la roca se encuentra en mejor estado, formando bloques o núcleos que están ligeramente decolorados pero aún son sólidos

**Completamente Meteorizada**



-En general la masa rocosa se encuentra desintegrada o descompuesta, formando un suelo donde se pueden reconocer las características estructurales de la roca original. Por otro lado, el suelo residual no muestra la textura, estructura ni mineralogía de la roca original. Este suelo no ha sido significativamente transportado. También se mencionan categorías adicionales de roca según su grado de alteración, que van desde roca no alterada o fresca hasta roca completamente alterada, y finalmente se hace referencia al suelo residual.

Clase	Calidad de roca	RMR
I	muy buena	81 – 100
II	buena	61 – 80
III	regular	41 – 60
IV	mala	21 – 40
V	muy mala	0 - 20

Tabla 7. Clasificación geomecanica RMR de Bienamski.

CLASE	CALIDAD	VALORACIÓN RMR	COHESIÓN	ÁNGULO DE ROZAMIENTO
I	Muy buena	100-81	>4 Kg/cm <sup>2</sup>	> 45°
II	Buena	80-61	3 – 4 Kg/cm <sup>2</sup>	35° - 45°
III	Media	60-41	2 – 3 Kg/cm <sup>2</sup>	25° - 35°
IV	Mala	40-21	1 – 2 Kg/cm <sup>2</sup>	15°- 25°
V	Muy mala	< 20	< 1 Kg/cm <sup>2</sup>	<15°

Tabla 8. Calidad del macizo rocoso con relación al índice RMR.

### 2.2.3 ESTABILIDAD DE TALUDES

Se enfoca en los fenómenos de rotura de masa en su estado limite. Los factores externos que pueden causar inestabilidad incluyen la fuerza de la gravedad, el peso de los materiales y, en algunos casos, los efectos de la filtración de agua. Además, se deben

considerar otros factores como las sobrecargas estáticas o dinámicas que pueden influir en la estabilidad del talud. Estos agentes externos pueden desencadenar la rotura y el colapso del talud si no se gestionan adecuadamente (estáticas/ dinámicas).

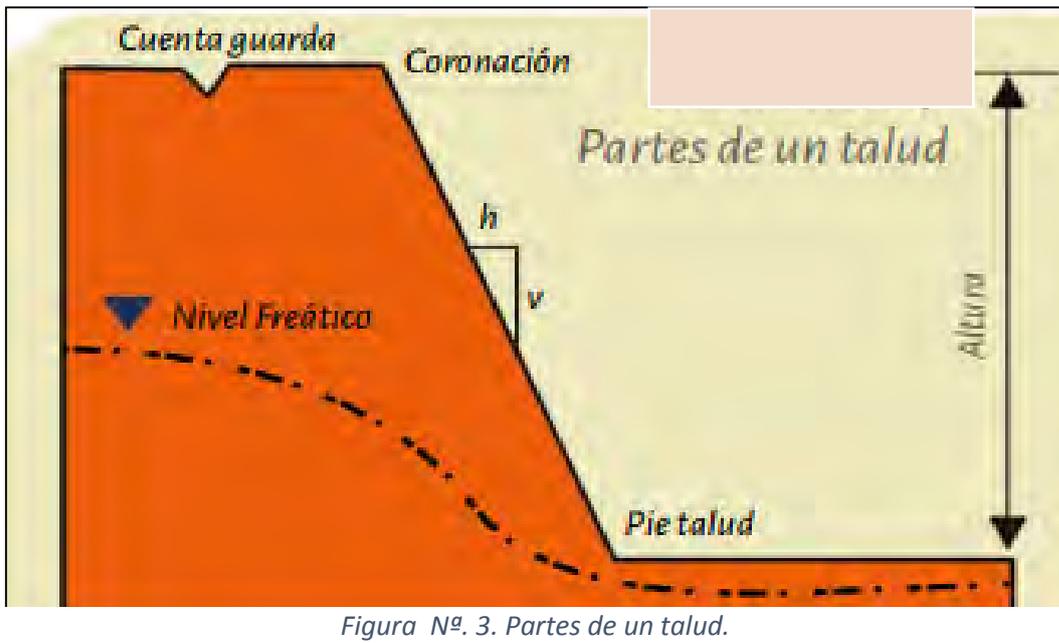


Figura N<sup>o</sup>. 3. Partes de un talud.

El estudio se enfoca en los fenómenos de rotura de masas de suelo en su estado límite. Los factores externos que pueden causar inestabilidad incluyen la fuerza de la gravedad, el peso de los materiales y, en algunos casos, los efectos de la filtración de agua. Además, se deben considerar otros factores como las sobrecargas estáticas o dinámicas que pueden influir en la estabilidad del talud.

Es crucial definir correctamente el mecanismo de rotura al analizar la estabilidad de taludes, ya que una definición errónea puede conducir a soluciones inexactas o ineficientes, e incluso empeorar la situación.



Varnes (1988) propone una clasificación ampliamente aceptada a nivel internacional, que se basa en el mecanismo de rotura y propagación del movimiento. Esta clasificación, que considera criterios morfológicos, identifica distintos tipos de movimientos, entre los cuales se incluyen:

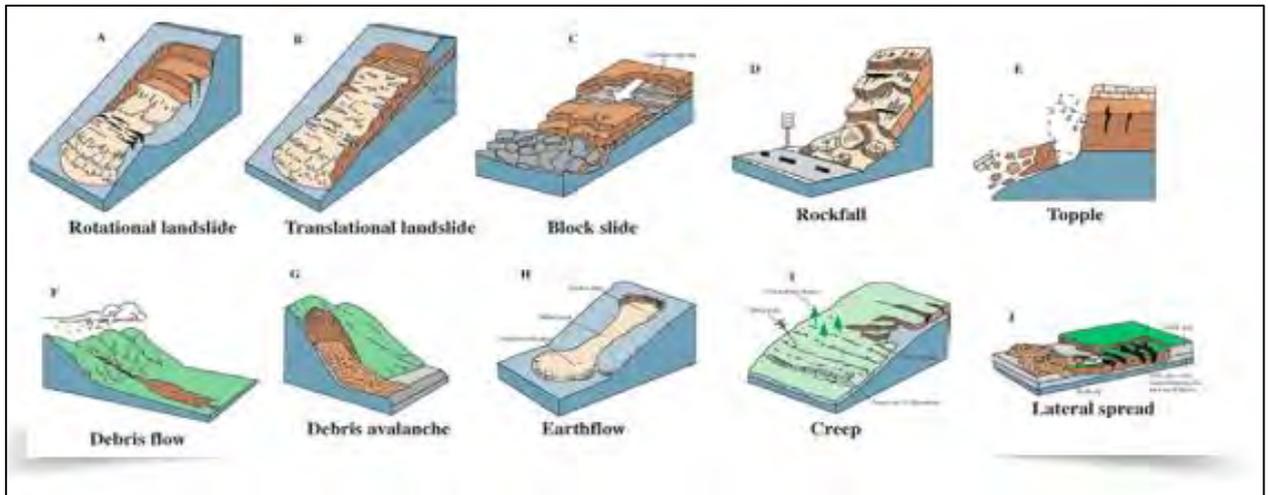


Figura N<sup>o</sup>. 4. Clasificación movimientos terreno Varnes (1978)

#### ❖ ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA ESTABILIDAD

Según los análisis tradicionales de estabilidad de ladera y taludes proporcionan información clave. Estos análisis se basan en parámetros que describen las características intrínsecas del talud o ladera, y están influenciados principalmente por la naturaleza del terreno. Estos parámetros incluyen la morfología y topografía, la geología, la mecánica de suelos y las condiciones hidrogeológicas. Al comprender estos factores, se determina el volumen de suelo y roca en riesgo de falla o movimiento inminente.

#### ❖ SUPERFICIE DE ROTURA

Se refiere a las zonas de contacto o interfaz entre la masa de suelo o roca que puede estar inestable o en movimiento, y la masa de terreno estable o estática del talud o ladera. Estas se pueden clasificar en dos grupos principales: las superficies curvilíneas y cóncavas que son características de los deslizamientos rotacionales, y las superficies planas u onduladas

que son típicas de los deslizamientos trasnacionales. Estas superficies de rotura son importantes para la estabilidad de los taludes y laderas.

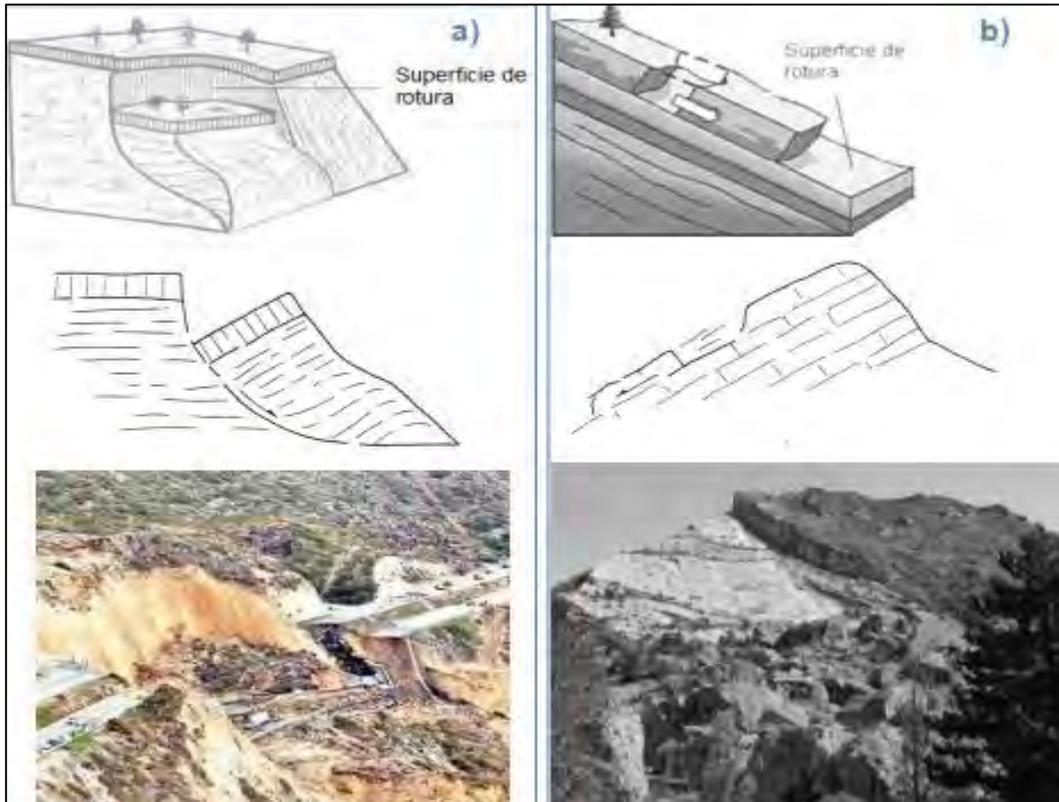


Figura N<sup>o</sup>. 5. Superficie de rotura más frecuentes, a) deslizamientos rotacionales; b) Deslizamientos traslacionales.

#### ❖ FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad es un concepto ampliamente utilizado para evaluar la estabilidad de laderas y taludes en un sitio específico. Se selecciona teniendo en cuenta las posibles consecuencias y riesgos asociados con un deslizamiento. En general, se adoptan valores aceptables de factor de seguridad en el rango de 1.2 a 1.5, o incluso mayores, dependiendo de la confiabilidad de los datos geotécnicos como de la información. El factor de seguridad se define como la relación entre la resistencia al corte en la superficie de deslizamiento y el esfuerzo necesario para mantener el equilibrio de la masa deslizante. Esta relación se expresa mediante una ecuación, en la cual se comparan los factores de resistencia y esfuerzo.



$$F_s = \frac{\text{Resistencia a cortante del terreno}}{\text{Esfuerzo cortante requerido para el equilibrio}}$$

Otra forma de expresar esta definición es considerar el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte del suelo y el esfuerzo necesario para que el talud se encuentre en un estado de equilibrio límite o de inminente falla. Existen diferentes enfoques para definir el factor de seguridad, algunos basados en la resistencia al corte, mientras que otros consideran el equilibrio de momentos resistentes y actuantes en la masa de suelo o roca en falla, e incluso la altura del talud o ladera. Se ha observado que el factor de seguridad real varía a lo largo de la superficie de rotura, a diferencia de los análisis de equilibrio que asumen un valor constante. Sin embargo, en la práctica, se acepta asumir un valor medio para el factor de seguridad a lo largo de la curva de rotura. Los métodos para el análisis cuantitativo de la estabilidad describen las hipótesis y suposiciones relacionadas con el factor de seguridad, la superficie de rotura y el mecanismo de falla.

#### ❖ MÉTODOS DE CÁLCULO

El método utilizado para revisar la estabilidad de taludes y laderas se pueden dividirse en dos categorías. El primer grupo incluye los métodos generales que se basan en el equilibrio límite de la masa de terreno que se desliza. Estos métodos proporcionan soluciones aproximadas y se clasifican según la precisión de los resultados que ofrecen. El segundo grupo de métodos considera las deformaciones del terreno y brinda soluciones más precisas. Cada grupo de métodos tiene sus propias hipótesis y suposiciones, y su elección depende de la naturaleza y complejidad del problema de estabilidad a analizar los siguientes grupos:



- Los métodos exactos, dentro de los métodos de equilibrio límite, utilizan las leyes de la estática para ofrecer información precisa del problema de estabilidad. Sin embargo, también se aplican simplificaciones inherentes a todos los métodos de equilibrio límite, como suponer la ausencia de deformaciones y considerar un factor de seguridad constante a lo largo de la curva de rotura. Estos métodos son adecuados para casos con geometría sencilla, como roturas planares y roturas por cuñas.
- Los métodos no exactos, se utilizan para obtener una solución exacta utilizando únicamente las ecuaciones de la estática. Estos problemas son hiperestáticos y requieren simplificaciones o hipótesis previas para su resolución. Los métodos no exactos se basan en aproximaciones y técnicas numéricas para estimar la estabilidad del talud. Estos métodos ofrecen soluciones aproximadas, pero pueden ser útiles en casos donde los métodos exactos no son aplicables.

Existen dos enfoques principales en los métodos utilizados para analizar la estabilidad de taludes y laderas. El primer enfoque, que ha caído en desuso, considera el equilibrio global de la masa deslizante en su conjunto. El segundo enfoque, conocido como métodos de dovelas, divide la masa deslizante en una serie de fajas verticales para su análisis. Los métodos de dovelas son más utilizados en la actualidad debido a su mayor precisión y



capacidad para modelar el comportamiento real de los taludes.

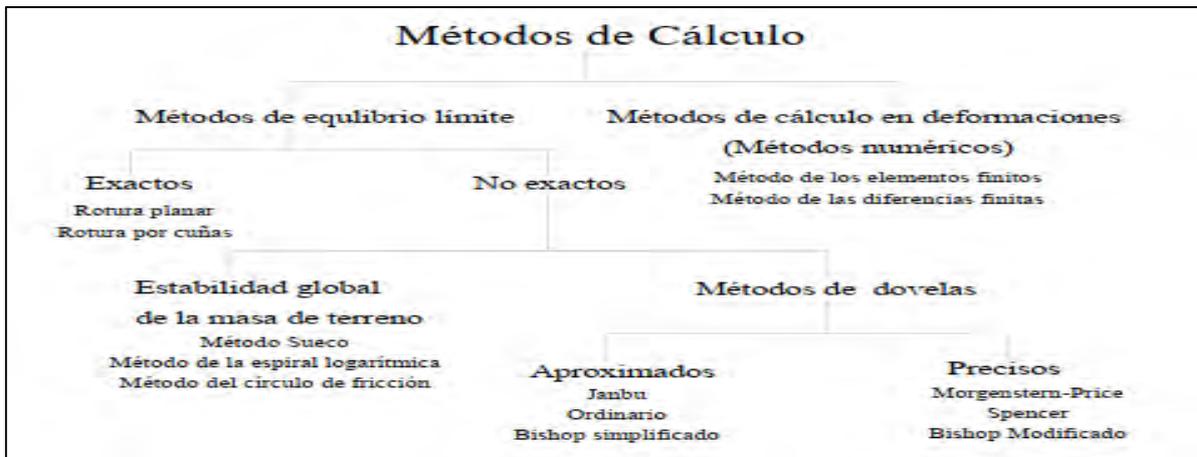


Figura N<sup>o</sup>. 6. Clasificación de los métodos de cálculo.

## ❖ MÉTODOS GENERALES DE EQUILIBRIO LÍMITE

El equilibrio límite se fundamentan en las leyes de la estática y buscan fijar el estado de equilibrio de una masa de terreno que puede ser inestable. Estos métodos no consideran las deformaciones del terreno y asumen que la resistencia al corte se moviliza de manera total y simultánea a lo largo de la superficie de rotura. Se basan en simplificaciones y suposiciones para obtener soluciones aproximadas, lo que limita su precisión en casos de geometría compleja o materiales con comportamiento no lineal. Sin embargo, siguen siendo ampliamente utilizados debido a su simplicidad y rapidez en la evaluación preliminar de la estabilidad de taludes y laderas.

La aplicación de estos métodos requiere las siguientes etapas de cálculo (Alonso, E., 2005):

- El factor de seguridad es un concepto ampliamente utilizado para evaluar la estabilidad de laderas y taludes en un sitio específico. Se selecciona teniendo en cuenta las posibles consecuencias y riesgos asociados con un deslizamiento. En general, se adoptan valores aceptables de factor de seguridad en el rango de 1.2 a



1.5, o incluso mayores, dependiendo de la confiabilidad de los datos geotécnicos y la información disponible sobre los factores que influyen en la estabilidad. El factor de seguridad se define como la relación entre la resistencia al corte en la superficie de deslizamiento y el esfuerzo necesario para mantener el equilibrio de la masa deslizante. Esta relación se expresa mediante una ecuación, en la cual se comparan los factores de resistencia y esfuerzo.

- El coeficiente de seguridad se define comúnmente en términos del esfuerzo o tensión de corte "movilizado". El cual se obtiene dividiendo el máximo esfuerzo de corte disponible, que puede determinarse mediante la expresión de Mohr-Coulomb, por el coeficiente de seguridad,  $F$
- El análisis de la estabilidad de una ladera o talud implica consideraciones de equilibrio entre las fuerzas involucradas. Se pueden distinguir dos tipos de fuerzas: las fuerzas inductoras del desequilibrio, como el peso, las cargas externas y las presiones del agua; y las fuerzas internas resistentes que actúan dentro de la masa del suelo o la roca. Estas fuerzas se deben equilibrar para garantizar la estabilidad del talud.

En general, para resolver problemas de estabilidad en taludes y laderas, es necesario tener estabilidad, que incluyen dos ecuaciones de equilibrio de fuerzas (horizontal y vertical) y una ecuación de equilibrio de momentos respecto a un punto de referencia.

El factor de seguridad se obtiene al despejar " $F$ " en las ecuaciones de equilibrio, y es necesario buscar el valor mínimo de " $F$ " mediante iteraciones que implican variar la geometría de la superficie de rotura

En la tabla 9 se resumen los métodos generales de equilibrio límite constituidos por suelos.



Método	Características
Método ordinario de las dovelas. Fellenius (1927)	Solo es válido para roturas circulares Satisface el equilibrio de momentos No satisface el equilibrio de fuerzas
Bishop Simplificado (1955)	Solo es válido para rotura circular No cumple el equilibrio de fuerzas horizontales ni de momentos en dovelas No tiene en cuenta la variación de fuerzas
Método de Bishop Riguroso (Bishop, 1955)	Solo es válido para roturas circulares Satisface todas las condiciones de equilibrio Supone una determinada distribución de fuerzas horizontales (E) entre rebanadas que cumpla el equilibrio.
Janbu Simplificado (1957)	Es válido para cualquier curva de rotura No satisface equilibrio de momentos Obliga a que se cumpla el equilibrio de fuerzas horizontales. Emplea un factor de corrección para mejorar resultados.
Procedimiento generalizado de Janbu (1957)	Es válido para cualquier curva de rotura Satisface todas las condiciones de equilibrio (salvo momentos en la última dovela) Permite variar la posición de las fuerzas laterales entre dovelas
Método de equilibrio de fuerzas	Es válido para curva de rotura circular

Tabla 9. Método de equilibrio limite más utilizados (modificado de Duncan y Wright, 1980; Abramson et. al. , 2002; Alonso , E., 2005).

### 2.3 CONCEPTOS BASICOS

A continuación, se proporcionan las definiciones de varios términos utilizados en el estudio.

- **Camino vecinal:** vía construida y mantenida por el municipio que conecta pequeñas poblaciones entre sí o con la ciudad principal.
- **Seguridad física:** conjunto de medidas y acciones destinadas a detectar y prevenir riesgos con el objetivo de proteger bienes materiales y personas en recintos como edificios, residencias, oficinas, entre otros.
- **Talud:** acumulación de trozos de roca en la cuenca de un valle o en la base de un acantilado, con una forma generalmente cóncava orientada hacia arriba.



- **Terraplén:** suelo utilizado para construir un camino o estructura defensiva, o para rellenar espacios vacíos.
- **Canteras:** explotaciones mineras generalmente a cielo abierto para obtener rocas, áridos o materiales industriales u ornamentales.
- **Carretera:** vía de tránsito de vehículos motorizados, que cumple con las normas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto a su geometría, pendiente, superficie de rodadura, entre otros elementos.
- **Carretera afirmada:** carretera cuya superficie de rodadura está compuesta por una o más capas.
- **Carretera sin afirmar:** Tiene un nivel de subrasante o aquella cuya superficie de rodadura ha perdido el afirmado.
- **Carretera pavimentada:** Rodadura está compuesta por mezcla bituminosa o concreto Portland.
- **Carretera no pavimentada:** Restá compuesta por gravas, suelos estabilizados o terreno natural.
- **Trocha carrozable:** superficie de rodadura ha perdido el afirmado.
- **Rehabilitación de camino:** acciones de mantenimiento para reducir el deterioro del pavimento y conservar el estado físico de las carreteras.
- **Seguridad vial:** prevención de accidentes de tráfico
- **Vía:** camino suficientemente ancho para el tránsito de vehículos automotores, especialmente en áreas de difícil acceso.
- **Geodinámica Externa:** procesos que modelan el relieve de la superficie terrestre actual mediante agentes externos como la atmósfera, el viento, el agua y los glaciares.



- **Geodinámica Interna:** fenómenos como erupciones volcánicas, terremotos y movimientos de placas tectónicas.
- **Relieve:** irregularidades y desniveles presentes en las cortezas terrestres. (J. Pérez Porto, 2014).



## CAPITULO III

### 3. GEOMORFOLOGIA

Se identificó cinco unidades geomorfológicas regionales o morfoestructurales en el área de estudio: Cordillera Occidental, altiplanicies, valles, montañas de Mochumi y montañas de Pucará.

#### 3.1 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS REGIONALES

##### a) CORDILLERA OCCIDENTAL

La morfología ha sido modificada por procesos de levantamiento y erosión a lo largo del tiempo de la Cordillera Occidental teniendo, altitudes que varían entre 300 y 4000 metros sobre el nivel del mar (Foto 1), Su morfología ha sido modificada por procesos de levantamiento y erosión a lo largo del tiempo.

En la parte más alta de la cordillera se encuentra la divisoria fluvial, donde nacen los principales ríos y quebradas. En el flanco oeste de la Cordillera Occidental, el río La Leche es el principal colector fluvial, cuyas aguas fluyen hacia el Pacífico. En el flanco este, el río Chotano es el principal colector, cuyas aguas se unen al río Huancabamba, que a su vez se une al río Marañón. Estos ríos finalmente se unen al río Ucayali para formar el río Amazonas, que desemboca en el océano Atlántico.



## **b) ALTIPLANICIES**

Las altiplanicies son áreas relativamente planas situadas en zonas elevadas, parecidas a extensas llanuras, con altitudes que van desde los 3000 a 3500 metros sobre el nivel del mar. En estas áreas, afloran rocas volcánicas de edad paleógena que cubren rocas más antiguas, a veces rellenando antiguos relieves.

En el presente estudio se observó 3 altiplanicie: la Altiplanicie de Marayhuaca al noroeste, la Altiplanicie de Tucto en la parte central del cuadrángulo, correspondiente a las partes altas de Incahuasi, y la Altiplanicie de Miracosta en el sureste, correspondiente a las partes altas de La Granja y Miracosta.

## **c) VALLES**

Estos valles son recientes, con altitudes que varían entre los 700 a 900 metros sobre el nivel del mar. El valle del río Huancabamba, en el cuadrante I, es el que ha experimentado un mayor desarrollo. Otro valle destacado es el valle del río La Leche, en el cuadrante III, que se formó en la transición entre la Cordillera Occidental y la zona costera. En los márgenes de estos valles, se encuentran extensas terrazas rellenas de sedimentos aluviales y fluviales, usados para cultivos de arroz.

## **d) MONTAÑAS DE MOCHUMI**

Estas montañas se encuentran en el flanco oeste de la Cordillera Occidental, con altitudes que varían entre los 300 a 700 metros sobre el nivel del mar. Afloran rocas volcano-sedimentarias de la Formación Tinajones del Jurásico superior-Cretácico inferior, así como rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga del Neocomiano y las formaciones Inca-Chulec y Pariatambo de edad Cretácico inferior.



### e) MONTAÑAS DE PUCARÁ

Se localiza en el flanco este de la Cordillera Occidental, y está incisa por grandes valles y pequeñas quebradas. Las altitudes varían entre los 900 a 3200 metros sobre el nivel del mar. La geología está compuesta por rocas volcano-sedimentarias de la Formación Oyotún de edad Jurásico medio a superior, sobre las cuales se encuentran rocas del Grupo Goyllarisquizga del Neocomiano y las formaciones Inca-Chulec, Pariatambo del Cretácico inferior, y el Grupo Pullucana del Cretácico superior.

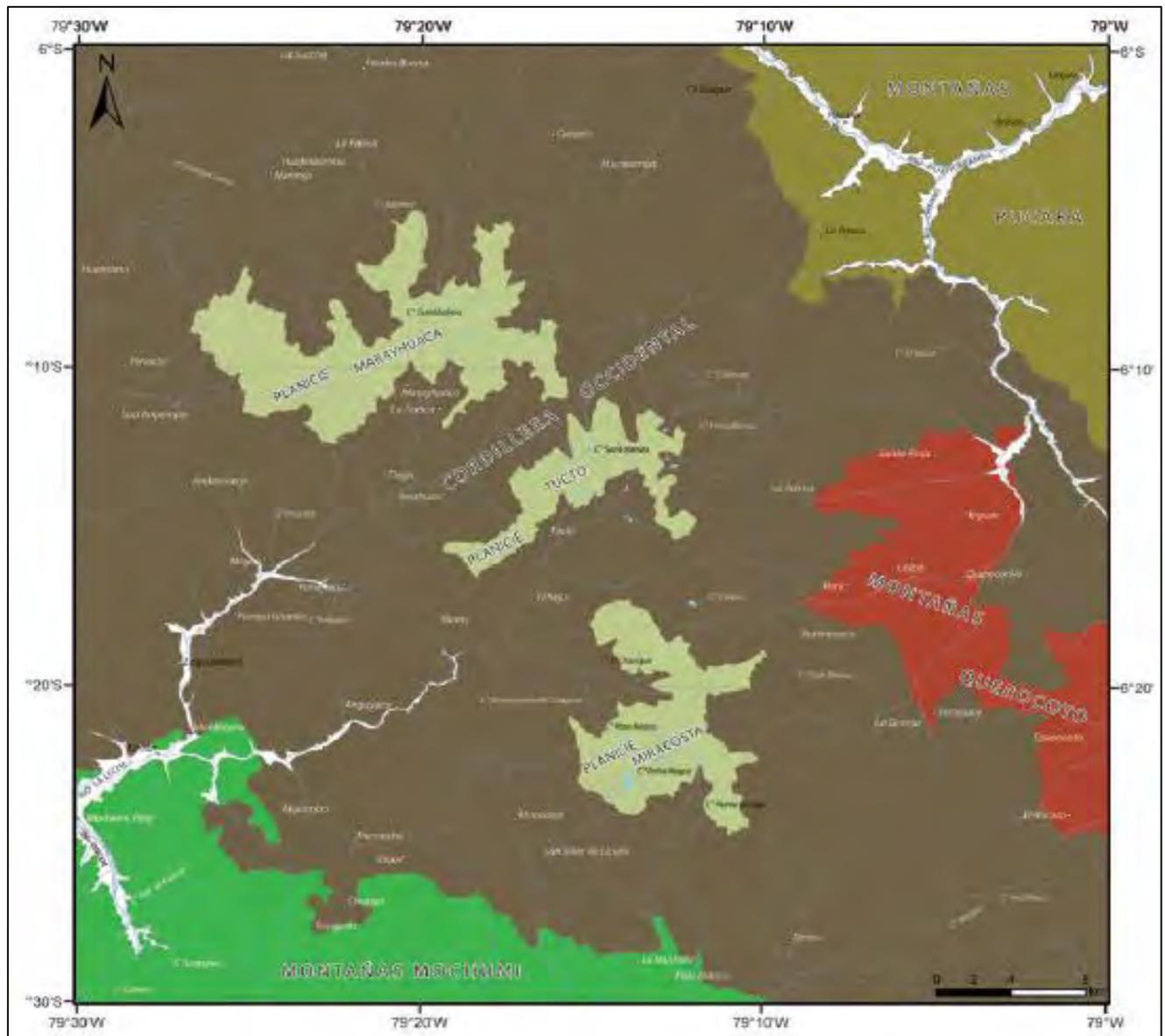


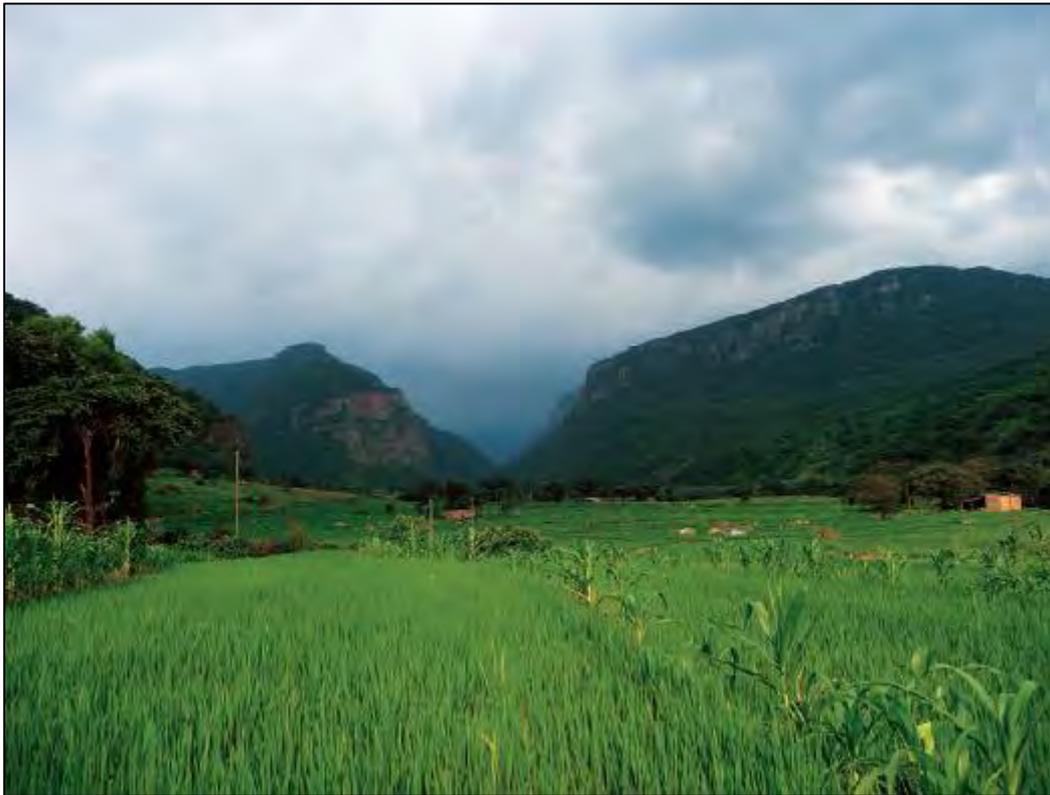
Figura N<sup>o</sup>. 7. Mapa Geomorfológico del cuadrángulo de Incahuasi (13-e).



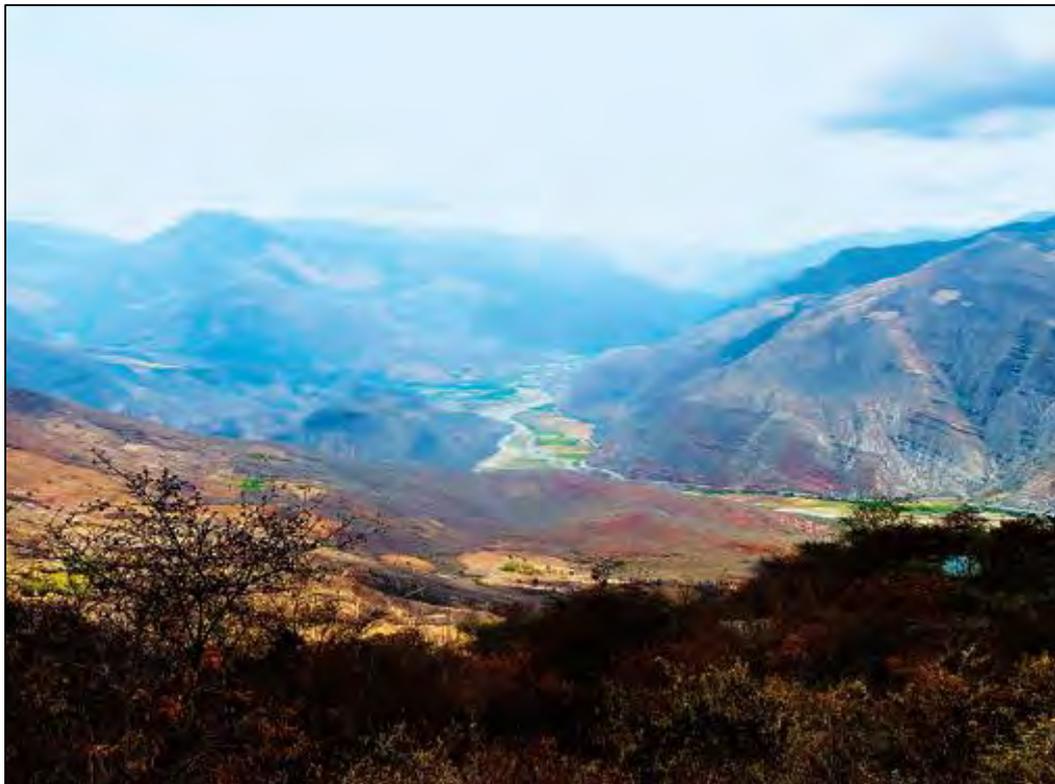
*Fotografía 1. Al fondo el cerro Andahuayla de la cordillera occidental en el sector de Palo Verde.*



*Fotografía 2. Altiplanicies, sector alto de Marayhuaca.*



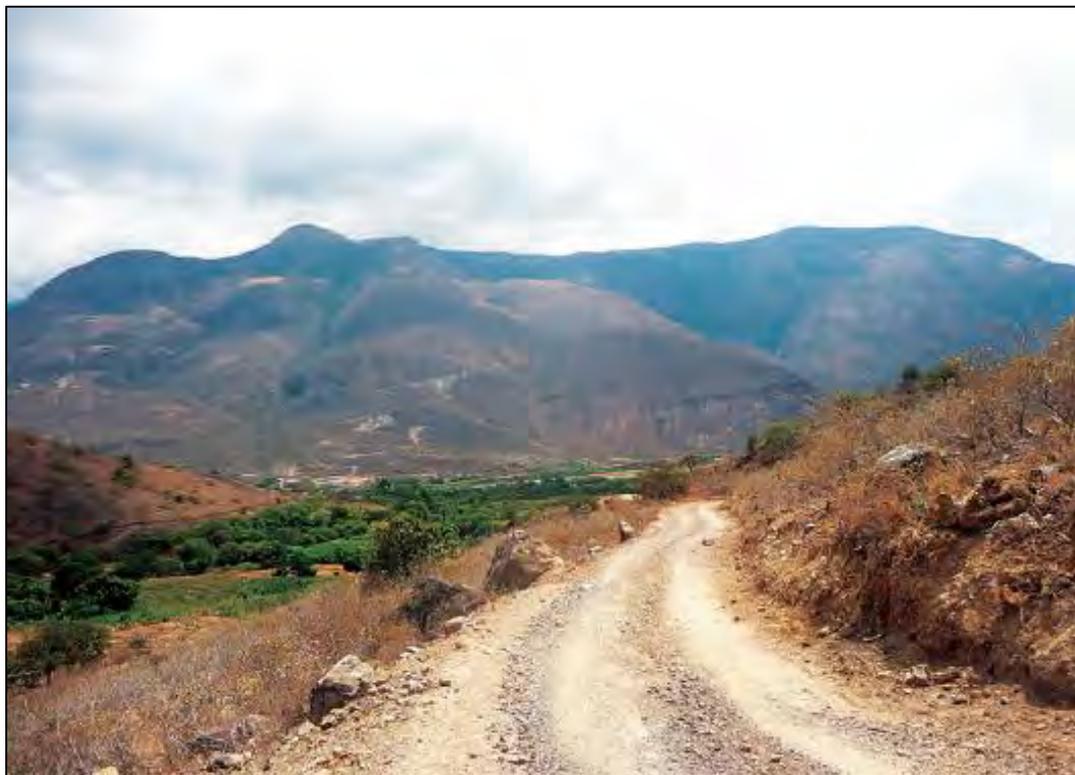
*Fotografía 3. Valle del río La Leche con zonas de cultivo, sector el Limón.*



*Fotografía 4. Valle del río Huancabamba, sector de Pucará.*



*Fotografía 5. Montañas de Mochumi, sector de Pampas.*



*Fotografía 6. Montañas de Pucará, sector del mismo nombre.*



### 3.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES

Como se detallará previamente, el proyecto se ubica en la parte alta de la cordillera Occidental; el relieve que se describe para la región es montañoso y se caracteriza por mostrarse disectado por la quebrada Linderos que tiene una asociación genética con la cinemática estructural regional, así como por otros afluentes menores; sin embargo, a pesar de su emplazamiento en la parte alta de la cuenca orográfica local, la diferencia entre cotas extremas no es significativamente contrastadas.

El tramo I se localiza en un divortium de aguas regional y evoluciona en descenso hacia la vertiente hídrica atlántica (oriental); por el segmento altitudinal de la cordillera el camino discurre por el lado austral de la cabecera de la cuenca de la quebrada Linderos, la intercepta en una cota 470 m más abajo y continúa por la parte alta, cercana a la línea de cumbres del flanco que conforma la vertiente oriental de la quebrada Linderos, hasta la localidad de Atunloma, donde inflexiona al Oriente Sur Oriente hasta la localidad de Mamagpampa, emplazada en la cabecera de una cuenca también afluente del Río Huancabamba y paralela a la quebrada Linderos.

El inicio del Tramo II se ubica en la localidad de Atunloma, la misma que se emplaza en una pequeña planicie aluvial desarrollada entre dos colinas que constituyen las cumbres máximas locales de dos valles tributarios del Río Huancabamba que se desarrollan aguas abajo y, continúa en descenso por la línea de cumbres local hasta la localidad de Congona situada a una altitud inferior en 400 m, en la planicie conformada en la cabecera de un valle incipiente, afluente septentrional de la quebrada Linderos.

En términos generales fisiográficamente se observa un sistema montañoso disectado por valles en formación (cabecera de cuencas) cuya profundidad media bordea los 400 m, en consecuencia, no se trata de un relieve particularmente accidentado.



El sistema de drenaje local es de tipo dendrítico, bien desarrollado, tiene por colector principal al río Huancabamba el cual discurre por un valle relativamente profundo y con sectores relativamente encañonados y por un sistema tributario localmente definido principalmente por el valle denominado Quebrada Linderos, valles fluviales con secciones transversales en “V” que en conjunto constituyen cuenca del río Marañón que a su vez es parte del sistema vertiente atlántico.

En el modelado morfogenético regional se puede apreciar que prevalece la influencia de procesos erosivos fluviales y de sollevamiento tectónico acelerado que guardan relación con los movimientos epirogenéticos finiterciarios - cuaternarios de la cordillera andina, no se observa evidencia de eventuales sucesos criogénicos que pudieran asociarse a la glaciación pleistocénica.

Las carreteras comprendidas en el presente estudio cruzan depresiones que corresponden a las nacientes de los colectores hídricos locales, específicamente a las cabeceras de la cuenca del valle denominado Quebrada Linderos. El contexto geomorfológico de la región se grafica en la figura siguiente:



ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 - CHILLVACA - ATUNLOMA - EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITO CAÑARIS - INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.

## MAPA GEOMORFOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

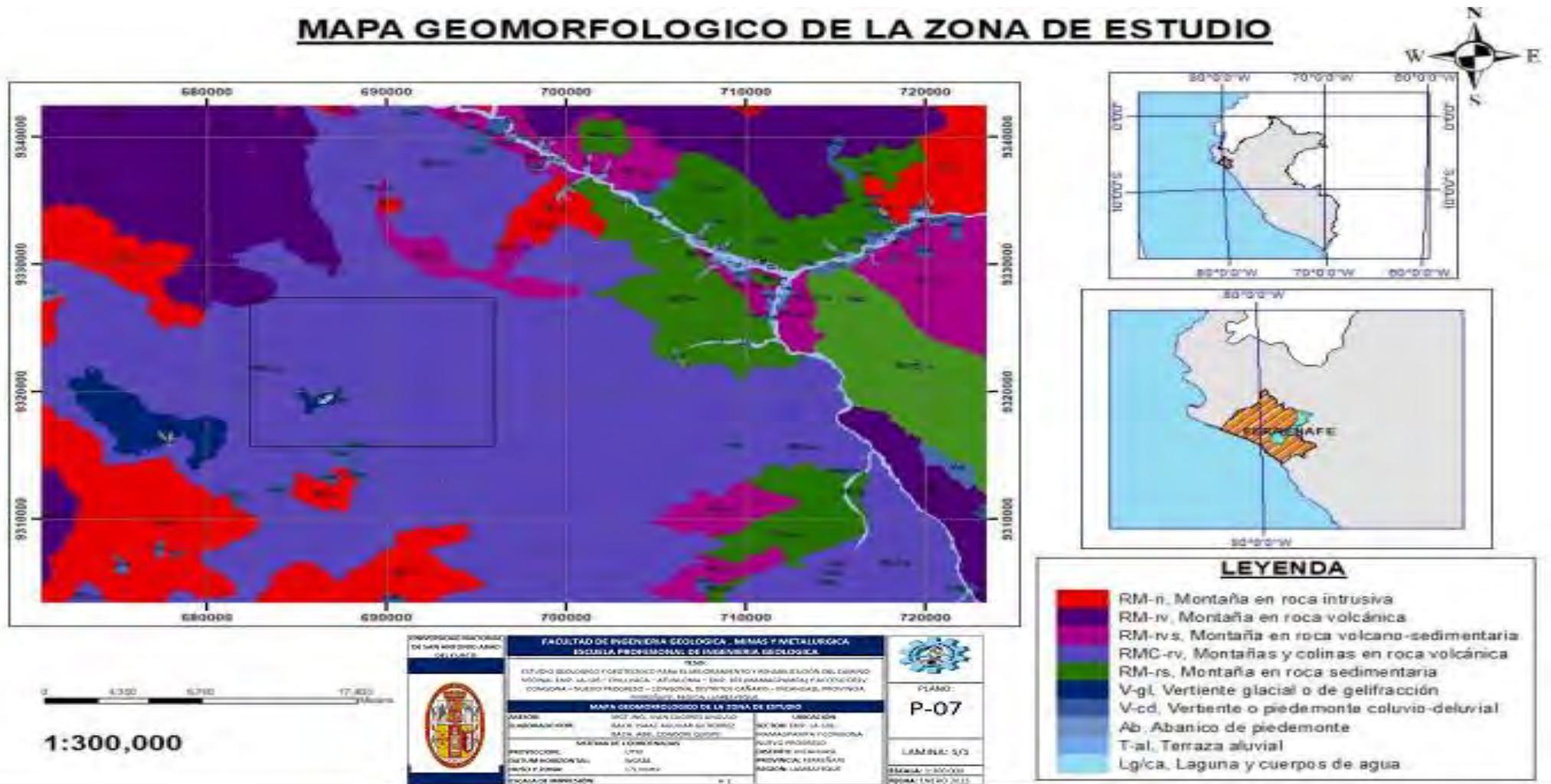


Figura N°. 8 Mapa Geomorfológico de la zona de estudio (Anexo 03). Fuente: Elaboración propia.



*Fotografía 7. Inicio y Final del TRAMO I.*



*Fotografía 8. Inicio y final TRAMO II.*

En términos morfogénicos es posible discriminar las siguientes unidades:

**a) Unidad Montaña**

Se la puede cartografiar en el entorno del proyecto y se caracteriza por evidenciar prominencias que son parte del macizo cordillerano que en este sector alcanza altitud de 3700 msnm; se identifican los toponímicos: Cerro Negro, Cerro Tembladera y Cerro Cabracerro.



*Fotografía 9. Unidad Montañosa.*

Localmente las elevaciones montañosas que rodean la zona del proyecto conforman un paisaje de colinas de baja altura con cumbres redondeadas por erosión, separadas por planicies aluviales; se trata a todas luces de una superficie solevada por mecanismos epirogenéticos y fisiográficamente suavizada por el emplazamiento de volcanitas y cuyos bordes situados fuera del área de influencia del proyecto, han sido fuertemente diseccionados.

#### **b) Unidad Ladera de Montaña**

Esta unidad conforma un estadio transicional entre la región montañosa y los valles que conforman las cuencas afluentes del río Huancabamba; sector donde se ubica el proyecto esta unidad se desarrolla entre las cotas 3700 y 2700.



*Fotografía 10. Unidad Ladera de Montaña.*



Básicamente la totalidad de la vía se ubica en esta unidad y se emplaza con pendiente de descenso salvando una diferencia de cotas de alrededor de 900 m, con excepción del segmento inicial del Tramo I (primer kilómetro) y de los primeros dos kilómetros y medio del Tramo II que se emplazan sobre línea de cumbres.

Esta unidad geomorfológica se desarrolla sobre terreno volcánico que no registra evidencia de perturbación tectónica y se caracteriza por presentar un relieve que refleja un proceso de erosión en su estadio inicial donde la sobrecarga edáfica aporta suavizando los rasgos fisiográficos del paisaje.

### c) **Unidad Valle Intramontano**

Desde una perspectiva regional, esta unidad se encuentra definida por los valles afluentes de la red orográfica intraandina del río Huancabamba, destacando los valles del citado río por ser el curso fluvial principal y los valles de Cañariaco, Quebrada Linderos, Tócora y Quirinchima, depresiones profundas con gradientes longitudinales pronunciadas que registran desniveles de 1500 m en apenas 15 Km de curso fluvial.

En las inmediaciones del proyecto esta unidad está fundamentalmente configurada por la quebrada Linderos que la vía vadea por el segmento superior de su curso a aproximadamente 4 Km aguas abajo de su nacimiento, así como por depresiones menores correspondientes a incipientes valles en proceso formativo que tributan tanto a la quebrada Linderos como a la quebrada Quirinchima, conformando las microcuencas de captación hídrica de la vertiente Oriental del río Huancabamba.

Las quebradas Linderos y Quirinchima se caracterizan por exhibir un estadio juvenil con perfiles transversales típicos en forma de “V”, con flancos abiertos y cerrados incluso, aguas abajo se observan sectores encañonados, con gradientes elevadas.



En términos climáticos la región presenta un clima subtropical, lluvioso y con escaso contraste térmico diurno / nocturno y bajo contraste estacional.



*Fotografía 11. Unidad Valle Intramontañosa.*



## CAPITULO IV

### 4. GEOLOGIA Y GEODINAMICA

#### 4.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

El contexto geológico de la región que alberga el proyecto se encuentra definido por un pilar tectónico conformado por un núcleo plutónico de composición tonalítica y edad cretácica final - terciaria inicial, el cual se encuentra hospedado en la pila sedimentaria que conforma el anticlinorium andino y aflora en una franja elongada al NW.

La secuencia sedimentaria previamente aludida aflora flanqueando el referido macizo plutónico, tanto al Occidente como al Oriente; registra una edad comprendida entre el Jurásico inferior y el Cretácico medio y, está constituida por un basamento volcánico - sedimentario al cual sobreyacen de manera intercalada, estratos clásticos, calcáreos y pelíticos de origen marino.

En el área donde se encuentra ubicado el proyecto, el cuerpo intrusivo referido se observa cubierto por depósitos exhalativos volcánicos de composición predominantemente dacítica - andesítica, de edad terciaria.

La columna estratigráfica regional se puede observar en el cuadro previo derivado de la carta Geológica Nacional; la imagen siguiente detalla esquemáticamente los afloramientos geológicos de la región circundante al proyecto.

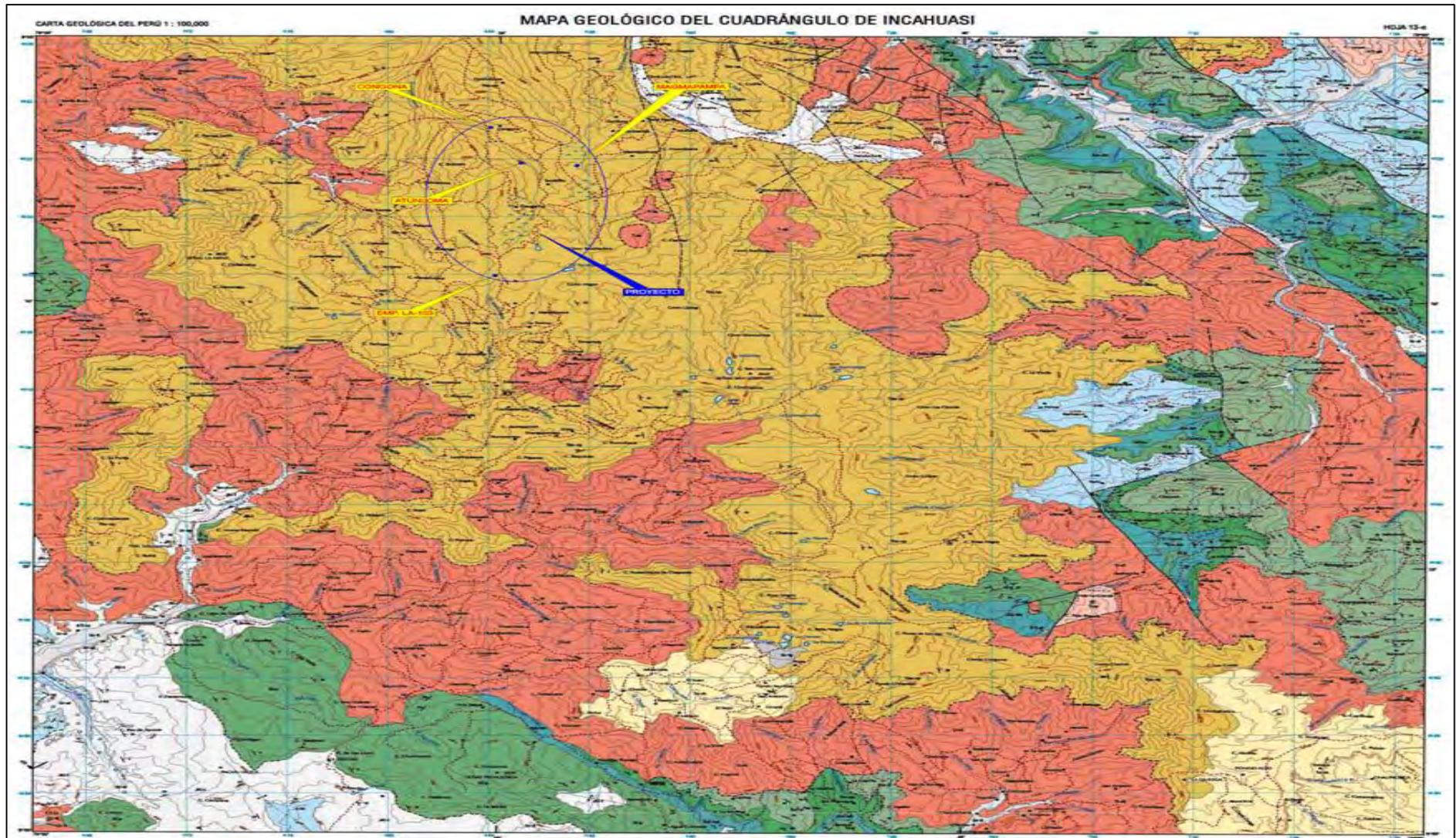


Figura N°. 9. Mapa geológico del cuadrángulo de Incahuasi (Anexo 04). Fuente: Geología del cuadrángulo de Incahuasi INGEMMET.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISOS	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ROCAS IGNEAS	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	
	CUATERNARIO	RECIENTE		Depósito Fluvial Reciente	Q <sub>br</sub>		Constituidos por sedimentos: bloques, cantos, grava, gravilla, arena y matriz arena limosa.	
				Depósito Eólico Reciente	Q <sub>te</sub>		Depósitos de sedimentos eólicos, arena fina de cuarzo y en menor proporción minerales ferromagnesianos y fragmentos de roca.	
				Depósito Marino Reciente	Q <sub>mr</sub>		Constituido por gravas y gravilla sueltas y en algunos sectores por acumulaciones de arenas intercaladas con gravas redondeadas contiene evaporitas.	
		HOLOCENO		Depósito Fluvio-Aluvial	Q <sub>h-fa</sub>		Constituidos por bloques de roca, cantos rodados, gravas suaredeadas, con relleno arenoso inconsolidados.	
				Depósito Aluvial	Q <sub>h-a</sub>		Consiste en depósitos de sedimentos compuestos por cantos rodados, grava, gravilla, arena y matriz arenosísima.	
		PLEISTOCENO		Depósito Marino-Lacustre	Q <sub>h-ml</sub>		Depósitos de sedimentos de la Serie Holocénica se hallan sedimentos de granulometría fin. limos, arcillas, arenas propias de sedimentación lagunar.	
				Depósito Coluvial	Q <sub>h-cl</sub>		Compuesto por grandes bloques, gravas y arenas, con muy poca matriz de material fino, forma de los granulos angular.	
				Depósito Aluvial Antiguo	Q <sub>h-ca</sub>		Sedimentos de cantos, grava y arena en una matriz arcilla limosa, forma de los granulos suc. angulosos.	
	NEOGENO	PLIOCENO		Volcánico Huambos	N <sub>pv</sub>	Andesita	T <sub>an</sub>	Depositos de rocas volcánicas, está compuesto por lavas y brechas de composición ácida.
		MIOCENO		Volcánico Porculla	N <sub>pp</sub>	Dacita	T <sub>da</sub>	Compuesta por una roca dacítica con fenocristales de plagioclasa y cuarzo en una matriz fina, color gris verdoso.
	PALEOGENO	OLIGOCENO		Volcánico Llamá	N <sub>pl</sub>	Pórfido Cuáclero	T <sub>pc</sub>	Compuesto por andesitas, dacitas y riolitas, tobas proclásticas que afloran irregularmente.
		PALEOCENO						

CRETÁCEO	SUPERIOR		Volcánico Licmuse	N <sub>lv</sub>	Proxenta	T <sub>pr</sub>	Compuesta por filitas proclásticas con litas de espato y cuarzo; alamos, en una matriz de ceniza muy compacta.
			MEDIO	Cerromaní-Aplana	Grupo Pulliches y Dulzurián	N <sub>ps</sub>	Mezclas
	Diorita	D <sub>di</sub>			Adameita	A <sub>ad</sub>	
	Tonalita	T <sub>to</sub>			Formación Inca consiste en arenosas y lutitas, la formación Chuluc en lutitas y calizas y la formación Paríantim en calizas, lutitas y tobas.		
	Altiaria	Ferrocénicos Inca, Chuluc y Paríantim	N <sub>ca</sub>	Caño		C <sub>ca</sub>	
	INFERIOR	Néscamaria-Aplana	Grupo Goyllanequiza	N <sub>g</sub>	Granuloides indiferenciados	N <sub>g</sub>	Sucesión de cuarcitas bituqueas y marines de grano medio a grueso de ambiente eólico y fluvial, niveles de conglomerados, intercaladas con litas de lutita grm. marrón y rojo.
			Bercedillo-Titocata	Formación Tinajones	N <sub>ti</sub>		Constituidos por lutitas, niveles de areniscas cuarcosas conglomeradas cuarcitas, tobas, brechas, filitas proclásticas asociado a gravas y microconglomerados, secuencias estratificadas.
	JURÁSICO	SUPERIOR		Oxfordiana	Volcánico Oyalón	N <sub>o</sub>	Lavas de andesitas y dacitas con estratos medianos a gruesos de proclásticos con intercalaciones sedimentarias de tobas, gravas y areniscas.
		MEDIO			Formación Santa	N <sub>sa</sub>	Constituidos por areniscas de grano grueso a medio, gris plomizas a gris ventosa, pelitas negras, ceniza volcánica y calcáreas cementadas con material silíceo calcáreo.
	TRIÁSICO	SUPERIOR		Formación La Ledia	N <sub>ll</sub>	Secuencia de areniscas de grano fino, calizas negras bituqueas, silíceas con filitas intercaladas con lutitas conglomeradas y tobas volcánicas.	
PERMIANO		SUPERIOR		Grupo Miv	N <sub>m</sub>	Consiste en una secuencia de capas finas intercaladas con conglomerados finos constituidos por fragmentos de filita y cuarzo lectivo y material volcánico ácido.	
	ORDOVICIANO	INFERIOR	Formación Salas	N <sub>sa</sub>	Compuesto por filitas, tobas pizarrosas, estratos grises intercalados con cuarzo y mica, abundancia de ferromagnesianos, carbonatos, cloritas y sílice.		
Complejo Dimes			N <sub>di</sub>	Filits negras con niveles de cuarcitas gris negruzcas a blanquecinas del ambiente marino y abundantes vetillas de cuarzo de segregación así como también meta-areniscas, cuarzo bituqueas con moscovita.			

OTRAS AREAS							
ELEMENTOS FIJOS	Reservio					Res	ELEMENTOS FIJOS
	Lagunas					Lag	
	Aren gronit					Aren	
	Dome					Dom	
	Laguna de evaporización					Lagev	
	Rio					Rio	

Figura N°. 10. Columna estratigráfica regional, derivada de la carta geológica nacional. Fuente: Carta geológica nacional. INGEMMET



## Estratigrafía del Entorno de Influencia del Proyecto

Regionalmente es posible reconocer las unidades estratigráficas que se da a conocer.

### ➤ **Formaciones del Mesozoico**

#### **Formación Tinajones**

Es una unidad vulcano - sedimentaria de edad jurásica superior a cretácica inferior que aflora en el extremo Nororiental del plano geológico adjunto, la cual es descrita como una secuencia de horizontes clásticos intercalados con tobas y grawacas.

Su posición normal en la columna estratigráfica regional es sobreyaciendo de manera concordante a la Formación Oyotún; el afloramiento registrado en las inmediaciones del proyecto se evidencia como un remanente de erosión que descansa a manera de un “roof pendant” sobre un cuerpo intrusivo tonalítico y aflora mediante una ventana de erosión subyaciendo a los volcánicos Porcuya de edad terciaria.

### ➤ **Formaciones del Cenozoico**

#### **Formación Volcánica Terciaria**

Su ocurrencia se registra como un afloramiento extendido en el ápice cordillerano, se trata de una secuencia de derrames andesíticos - dacíticos, aglomerados y brechas de explosión dacíticas, riolíticas y andesíticas y, piroclastos dacíticos - riolíticos que en conjunto han sido estudiados como Formación Volcánicos Porculla, asignándoles una edad Terciaria, Paleógena.

Registros cartográficos recientes asociados a los prospectos mineros locales, han permitido ubicar al menos cinco centros eruptivos y asociar a ellos sus respectivos productos exhalativos, en consecuencia son numerosas las sub unidades que conforman la sistemática de las unidades volcánicas en la región.



El proyecto se emplaza en las áreas de influencia de los centros eruptivos de Cañariaco y Tauromarca, caracterizados respectivamente por piroclastos abigarrados con pumicita, derrames andesíticos y piroclastos dacíticos en matriz cinerítica y, por un núcleo intrusivo de andesita porfirítica, latita, diorita, cuarzomonzonita y dacita, generando como producto exhalativo flujos piroclásticos cineríticos y escombros.

La carta elaborada por INGENMET mostrada en la imagen siguiente, expone las unidades volcánicas descritas en relación con sus respectivos centros eruptivos y el lugar de emplazamiento del proyecto.

### ➤ **Intrusiones Terciarias**

#### **Intrusión Plutónica**

Constituye un cuerpo de dimensión batolítica y se evidencia con una composición petrográfica diferenciada en seis sub unidades cuya descripción no es relevante para el presente estudio, por lo que para fines prácticos se considerará como una intrusión multiepisódica emplazada en el núcleo cordillerano y cuya composición es predominantemente tonalítica con variación a facies granodioríticas, monzograníticas e incluso dioríticas.

De acuerdo a lo descrito, se trata de litología holocristalina, fanerítica, conformada predominantemente por feldespato sódico y cuarzo, teniendo por mineral subordinado a la clorita y al feldespato potásico y como minerales accesorios a la biotita, anfíboles y piroxenos.

Estos cuerpos se emplazaron como intrusiones en la pila sedimentaria, de manera concomitante con las etapas postreras del proceso tectónico que dio lugar a la orogénesis andina y fueron sometidos al sollevamiento muy acelerado que se registró a fines del Terciario, motivando la subsecuente erosión de la cobertura sedimentaria, en consecuencia, la edad asignada a esta unidad es cretácica superior a terciaria inferior.

#### **Intrusión Subvolcánica**



Su presencia se verifica a través de afloramientos de pequeños stocks o diatremas agrupadas en alineamientos N-S, emplazados al Oriente respecto al proyecto.

Se trata de cámaras magmáticas erosionadas y de emplazamiento alto y composición predominantemente riolítica y andesítica, de probable edad Oligoceno final que se observan hospedadas en los niveles volcánicos del paleógeno.

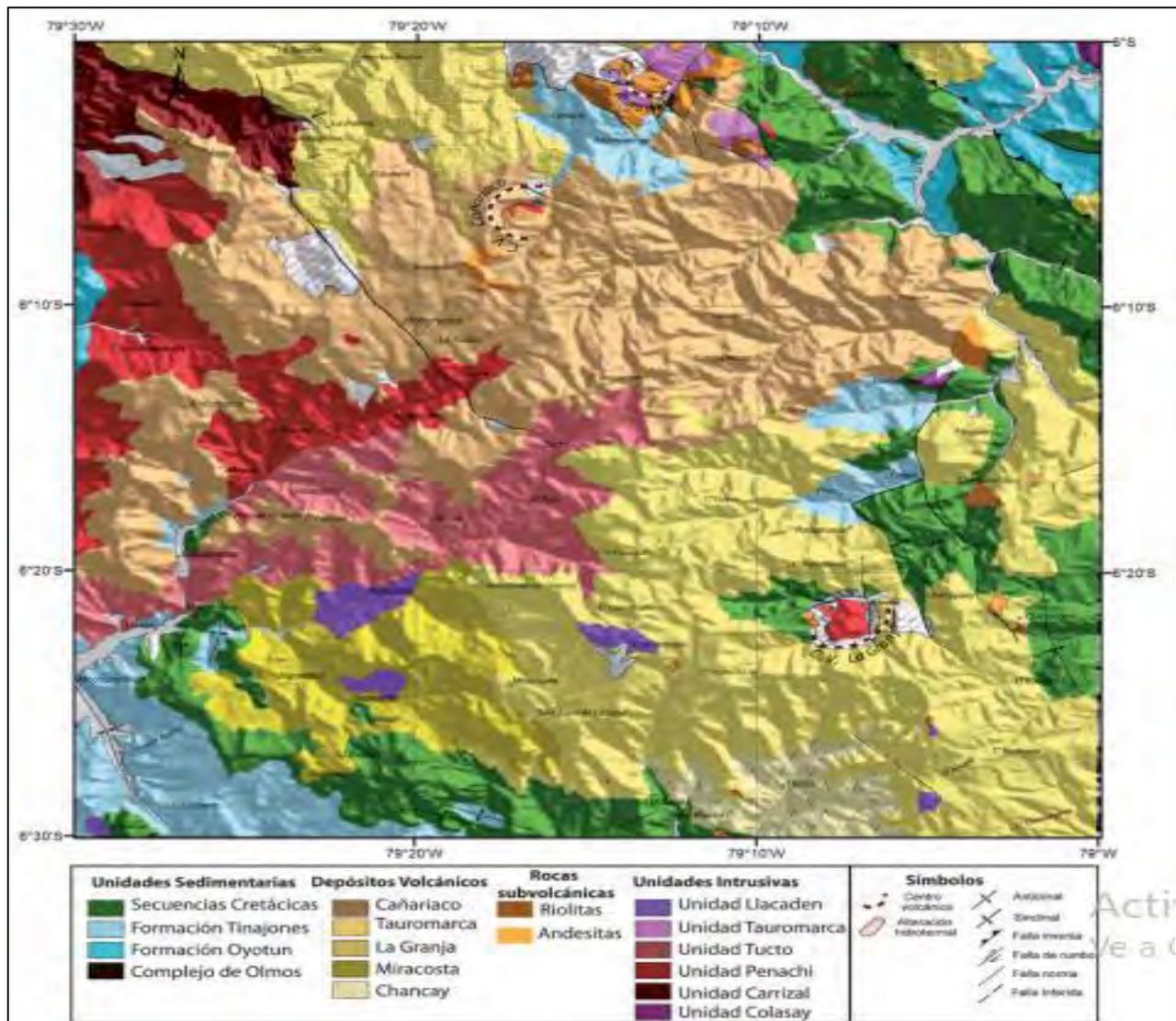


Figura N<sup>o</sup>. 11. Unidades de intrusión volcánica. Fuente: Carta Geológica de Incahuasi. INGEMMET



## 4.2 GEOLOGIA LOCAL

### Geología del Área de Fundación de la Carretera

#### ➤ **Material de Cobertura**

Se trata de material inconsolidado de edad Cuaternaria, generado por degradación de la bedrock y por el transporte subsecuente del producto residual; en términos genéticos está conformado por coluvio de laderas, depósitos aluviales, depósitos fluviales en cauces activos y depósitos aluviónicos.

#### ➤ **Depósitos Coluviales**

Constituyen el yacimiento de más amplia distribución a lo largo de toda la vía, particularmente en el tramo Atunloma - Congona y en el segmento comprendido desde el Km 8 en adelante, del tramo Puente Linderos - Mamagpampa.

Consiste en un agregado de grava polimíctica, con predominio de clastos de origen volcánico, en una matriz de limo arcilloso y arcilla arenosa con bloques rodados de geometría angulosa y tamaño variable entre 0,15 m y 0,6 m. Localizadamente se observa grava menuda en arcilla limosa medianamente plástica. Este material se genera a partir del intemperismo de la roca volcánica subyacente en cotas más elevadas y tiende a depositarse como material de cobertura en las laderas montañosas de menor altitud.



*Fotografía 12. Depósitos Coluviales.*

### ➤ Depósitos Aluviales

Conforman pequeñas llanuras intramontanas o flancos de nacientes de valle con moderada a baja pendiente, como los sectores donde se emplazan las localidades de Atunloma,, Mamagpampa o Congona; generalmente conforman tierras adaptadas a labranza y pastoreo por lo que en estos sectores prosperan asentamientos humanos.

Consisten en grava menuda en una matriz básicamente limo arcillosa a arcillo limosa, con contenido variable de arena y bloques líticos rodados de diámetros  $< 0,3$  m; su origen se deriva de coluvios y eluviones retrabajados y transportados desde las partes altas.



*Fotografía 13. Depósitos Aluviales.*

### ➤ **Depósitos Fluviales**

Este tipo de material está restringido al fondo de los valles que albergan los cursos fluviales activos; genéticamente se encuentran asociados al proceso modelador que ejercen los cursos fluviales en los segmentos altos de sus valles, próximamente a los puntos de origen.

Sedimentológicamente este material consiste de un agregado de bloques líticos predominantemente de origen volcánico, heterométricos, con diámetro predominante entre  $< 1 \text{ m}$  y  $< 2 \text{ m}$ . presentan geometría subangular, con grava de similares



características en matriz de arena con contenido variable y subordinado de limo y arcilla; se observan a menudo entremezclados con material aluviónico.



*Fotografía 14. Depósitos Fluviales.*

### ➤ **Depósitos Aluviónicos**

Este tipo de material también se encuentra restringido a los fondos de valle, conformando terrazas remanentes.

En la quebrada Linderos se observa una acumulación de bloques líticos con diámetro entre  $\emptyset > 1$  y  $\emptyset < 3$  m transportados y depositados por procesos aluviónicos antiguos, se emplazan en el fondo de dicha quebrada.

Este material se encuentra conformado por bloques líticos heterométricos con geometría subangular en una matriz de arena arcillosa y limo arcilloso; deben su origen a procesos



geodinámicos energéticos que involucraron eventos de solifluxión de material suelto de origen coluvial preexistente.



*Fotografía 15. Depósitos Aluvionicos.*

#### ➤ **Formación Volcánico Porculla**

Esta formación constituye una unidad del Grupo Calipuy, conjuntamente con las formaciones Volcánico Llama y Volcánico Huambos; investigaciones recientes y cartografía geológica a mayor detalle, han posibilitado asociar estas ocurrencias volcánicas con los centros eruptivos que les dieron origen.

En el caso donde se sitúa el proyecto, la litología volcánica ha sido determinada como perteneciente a la Formación Volcánico Porcuya, se asocia al centro eruptivo denominado Cañariaco que se localiza inmediatamente al Este, entre la vertiente Occidental de la



quebrada Cañaris y la vertiente Oriental de la quebrada Quirinshima, según se indica en la imagen siguiente tomada de la Carta Geológica Nacional.



*Fotografía 16. Formación Volcánico Porculla.*

La litología de los Volcánicos Porculla constituye la bed rock a lo largo de toda la vía y aflora de manera alterna en los sectores donde no existe enmascaramiento cuaternario, particularmente a lo largo de los primeros nueve kilómetros de la carretera, desde el inicio en el desvío a Atunloma, hasta la quebrada Linderos; en la parte inicial la vía se verifican derrames y tobas andesíticas mientras que en los niveles inferiores de la columna que son expuestos mediante los cortes del camino se observa la prevalencia de tobas y tobas cineríticas; las imágenes previas documentan afloramientos evidentes lo largo de la carretera, se observa ocurrencia predominante de toba andesítica, toba riodacítica, toba cinerítica, brechas de explosión, aglomerados y derrames andesíticos en capas delgadas.



### 4.3 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE FUNDACIÓN DEL PUENTE LINDEROS

En el sector donde se proyecta la fundación del puente Linderos se reconoce una columna estratigráfica muy simple y monótona puesto que se encuentra constituida por una cobertura de material inconsolidado de edad cuaternaria reciente, genéticamente derivado de procesos erosivos contemporáneos que dieron origen a depósitos de aluvión y, depósitos fluviales y coluviales, los cuales yacen sobre un sustrato de volcánita de edad terciaria constituida por un yacimiento de brecha de explosión.

El material descrito se observa en afloramiento en la quebrada Linderos así como también se ha reconocido en profundidad mediante dos sondajes de perforación, observaciones que en conjunto han permitido establecer la columna estratigráfica local hasta la profundidad de 25 m.

A nivel de afloramiento el material coluvial se emplaza en las laderas de valle que forman los flancos de la quebrada Linderos y está constituido por un agregado de grava heterométrica subangular englobada en matriz de limo arenoso y arcilla arenosa; el material de aluvión conjuntamente con el fluvial yacen entremezclados en el fondo de la quebrada Linderos y están conformado por bloques líticos subangulares heterométricos y con diámetros promedio comprendidos entre menos de un metro y algo más de dos metros, los cuales yacen sobre un agregado de bloques líticos menores, guijones, guijas y grava; conjunto heterométrico con clastos subangulares que a su vez yace englobado por una matriz de limo arenoso, arcilla y arcilla limo - arenosa.

El sustrato volcánico aflora a manera de un pequeño farallón en la margen izquierda de la quebrada Linderos, junto a la plataforma de la vía existente y consiste de un yacimiento de toba andesítica de color gris claro a gris verduzco y gris rojizo en la que se observan fenocristales de plagioclásica sódica (andesina) y ferromagnesianos en una



matriz afanítica en ocasiones de aspecto cinerítico, la cual que engloba fragmentos líticos heterométricos, de geometría angular y subangular de andesita de color gris oscuro, verde y rojo granate.



*Fotografía 17. Afloramientos evidentes en la quebrada Linderos.*

En las imágenes previas se documenta los afloramientos evidentes en la quebrada Linderos mientras que la imagen esquemática siguiente expone la distribución en planta de los referidos afloramientos.

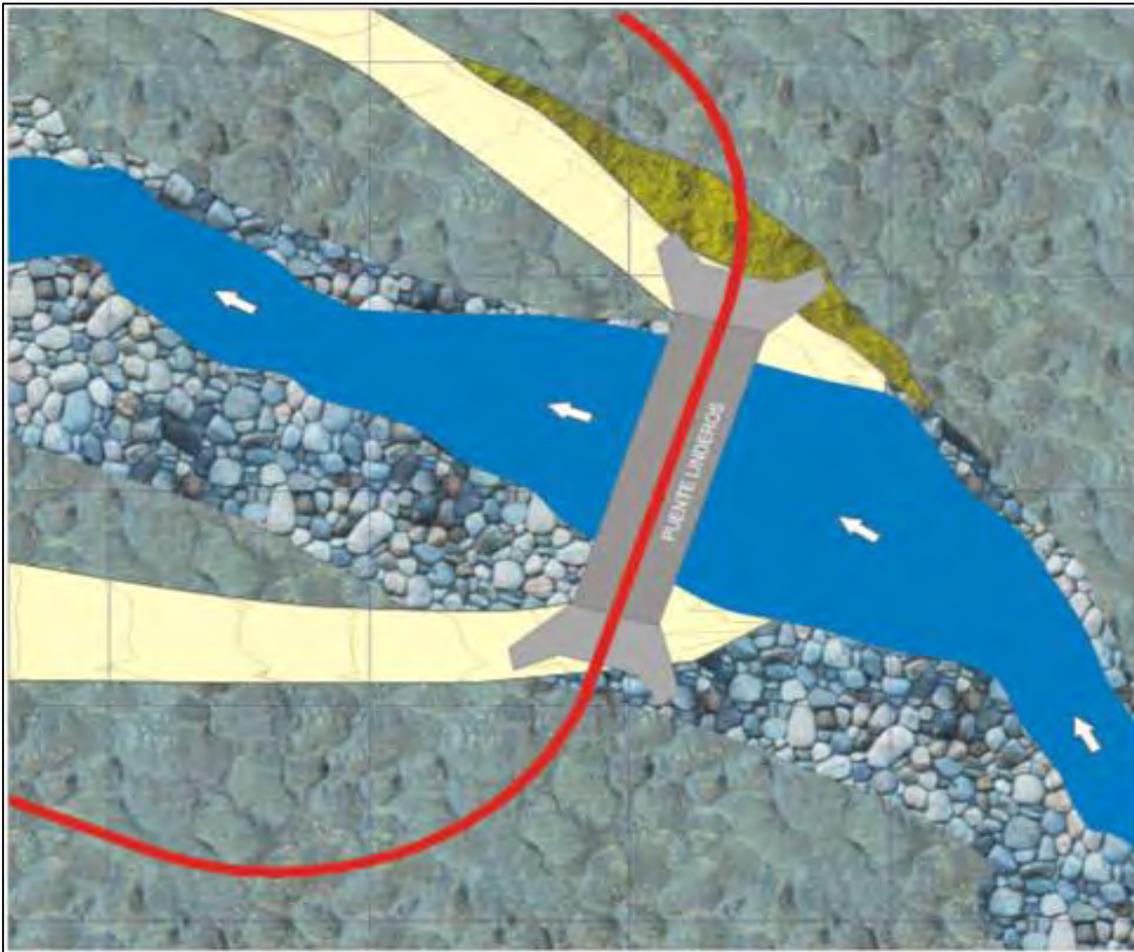


Figura N<sup>o</sup>. 12. Plano geológico del puente linderos. Fuente: Elaboración propia.



#### 4.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El proyecto se emplaza sobre un bloque estructural delimitado por dos megaestructuras que a pesar de converger en un punto al Sur del proyecto, discurren de manera subparalela con rumbo NW, inflexionando al NNW a la altura del proyecto, lo cual es coherente con el rasgo estructural conocido como deflexión de Huancabamba, donde la estructura Occidental es denominada Falla Incahuasi y la Oriental, Falla Huancabamba; la imagen siguiente tomada de carta Geológica Nacional ilustra el emplazamiento de las estructuras que delimitan el dominio estructural que prevalece sitio de emplazamiento del proyecto; los patrones de deformación disyuntiva estan controlados por las estructuras indicadas.

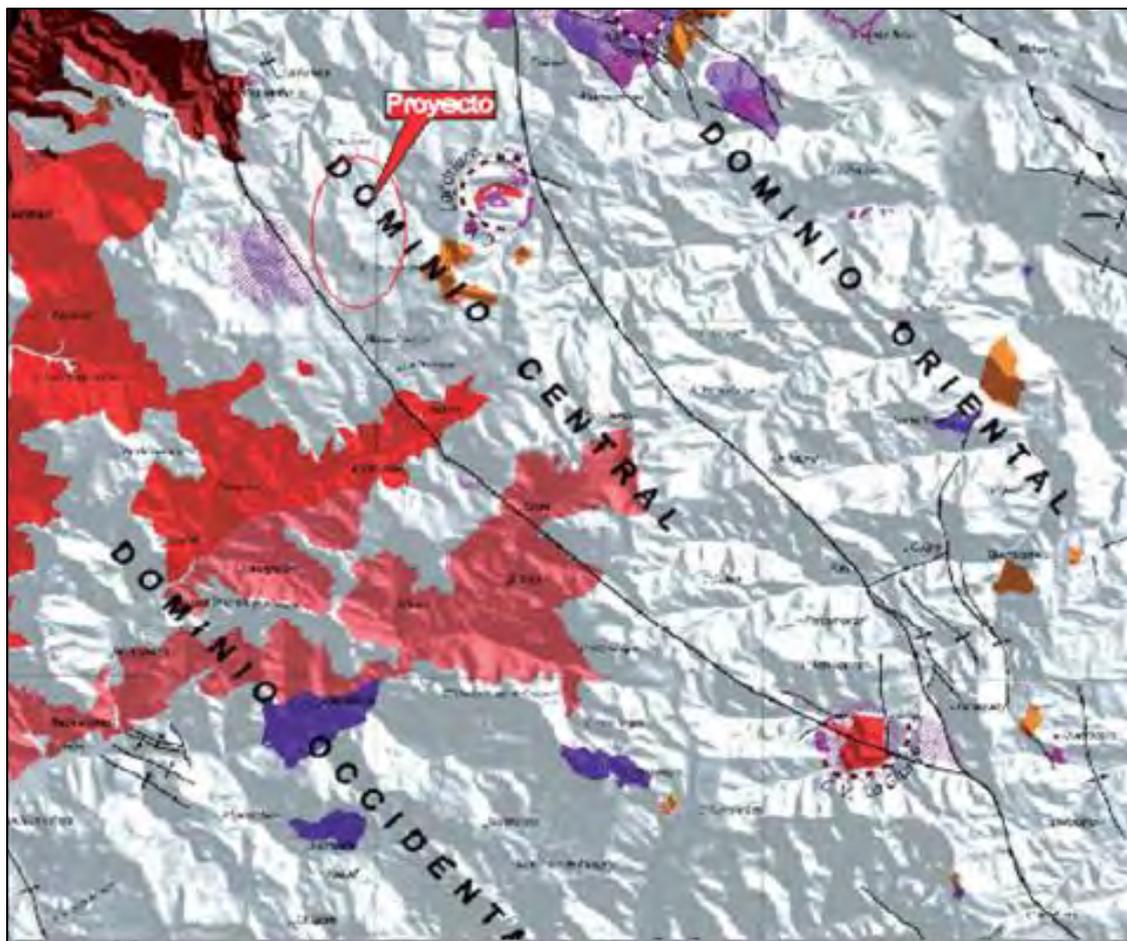


Figura N<sup>o</sup>. 13. Emplazamiento de las estructuras que delimitan el dominio estructural que prevalece en la zona de emplazamiento del proyecto. Fuente: Carta geológica Nacional.INGEMMET



#### 4.4.1 FALLAMIENTO

Según lo indicado, las estructuras predominantes por sus trazas de corridas kilométricas y por ende con emplazamiento regional, son las fallas Incahuasi y Huancabamba; ambas estructuras afectan la secuencia volcánica Paleógena conformada por los volcánicos Porculla, incluyendo los niveles piroclásticos altos, por lo que la edad inferida es pre miocénica.

Estas estructuras de ruptura guardan relación genética con los procesos diastróficos de la cordillera y se expresan de manera compleja, no obstante, debido a la cobertura de material volcánico reciente, no es posible avizorar la deformación disyuntiva sintectónica, en los casos como el de la Falla Huancabamba a lo largo de cuyo eje ha controlado el desarrollo de un profundo valle por erosión, se ha podido establecer que esta tiene un comportamiento de rumbo con tendencia a ser de tipo inverso hacia el NW del proyecto.

Localmente, a lo largo de los taludes de la vía se ha efectuado un registro estructural aleatorio de los sistemas de fracturamiento y eventualmente fallamiento, asociados a la dinámica estructural regional, data que ha sido estadísticamente procesada y permitió concluir que en la zona evaluada existen cuatro sistemas principales, según se detalla en el diagrama adjunto y en la tabla siguiente.

Sistema	Rumbo	Buzamiento	Sistema	Rumbo	Buzamiento
Principal	N55°E	80-60 SE	Principal	N80°W	90°
Principal	N30°W	50 SW-90	Principal	N-S	70°E

*Tabla 10. Cuadro de principales sistemas de fallamiento.*

En el plano esquemático previamente ilustrado se observa que las estructuras mayores tienden a inflexionar de NW a N e incluso NE, lo cual es atípico respecto al patrón andino pero que eventualmente puede explicarse por la relativa proximidad de la región a la



deflexión de Huancabamba; del análisis de los sistemas de ruptura principales que se indican en el cuadro anterior es posible concluir que el sistema N 55°E desarrolla fallas gravitacionales con buzamientos moderados - altos, hacia el SE; el sistema N 30°W es aparentemente el más complejo en la medida que desarrolla fallas gravitacionales e incluso inversas, con buzamientos preferentes al NW; el sistema N 80°W desarrolla planos de alto ángulo, es un sistema antiguo y profundo; finalmente el sistema N-S tiende, al menos localmente, a desarrollar planos concordantes con un comportamiento gravitacional.

#### **4.4.2 PLEGAMIENTO**

El material de exhalativo volcánico que aflora en la región de manera extendida oblitera los rasgos tectónicos, esta observación también se cumple en el área del proyecto, siendo el único rasgo que sugiere el solevamiento de la columna estratigráfica subyacente a la altitud en que se evidencia el territorio, no obstante se conoce que el proceso diastrófico andino constituyó un evento polifásico y extendido en el tiempo, que perfiló la cordillera solevando los fondos marinos hasta las altitudes observadas en la actualidad e involucró a toda la pila sedimentaria pre santoniana (Cretácico superior - 75ma), así como a los niveles terciarios concomitantes con dicho proceso.

En los andes el estilo tectónico evidenciado registra eventos compresivos con resultados típicamente orogénicos y movimientos epirogenéticos que sobreponen una dinámica de bloques que facilitó el desarrollo de pilares como el que se observa en el dominio estructural que prevalece en la región donde se emplaza el proyecto.

Los sistemas plicativos desarrollados en áreas periféricas y relativamente distantes del proyecto corresponden a estructuras semiparalelas y sucesivas de tipo anticlinal -



sinclinal, abiertos y de gran radio que forman parte del gran anticlinorium que define la cordillera andina.

Las estructuras relacionadas a cinemáticas plicativas devienen en no relevantes para el proyecto ya que este se encuentra íntegramente fundado sobre litología volcánica reciente de edad post orogénica, a lo más afectada por procesos recientes de neotectónica que no son claramente perceptibles.

#### **4.5 ASPECTOS GEODINAMICOS**

La geodinámica planetaria son procesos continuos de transformación física y química que ocurren en la corteza terrestre, y que modifican su morfología y estructura. Tiene una naturaleza endógena (internos) o exógena (externos), y pueden manifestarse tanto a nivel planetario como en la superficie de la Tierra.

Algunos de estos fenómenos tienen una escala de tiempo geológica que no representa una amenaza inmediata para un proyecto, mientras que otros pueden ocurrir de manera imprevista y afectar negativamente el mismo. El objetivo comprender y examinar el riesgo de impacto de estos fenómenos, determinando la probabilidad de su ocurrencia

##### **4.5.1 GEODINÁMICA EXÓGENA**

Los procesos geodinámicos exógenos muestran correlación positiva respecto a la ocurrencia concurrente de acentuados desniveles topográficos y elevado índice pluviométrico; en el sector donde se emplaza el proyecto, la concurrencia de tales factores no es perfecta, es estacional y se da solamente en determinados sectores, en este caso en los tramos donde la carretera desciende del vértice cordillerano a los valles emplazados a menor altitud.



Dada la naturaleza de estos fenómenos cuya energía cinética suele ser de gran magnitud relativa, para el proyecto resulta necesario identificar el grado de exposición o de vulnerabilidad a los mismos que confronta a efectos de anular o mitigar impactos no deseados o no admisibles por su envergadura y por su nivel potencial de daño a la infraestructura construida; en esta línea de ideas se investigó la existencia a lo largo del camino de eventuales puntos vulnerables a deslaves, flujos aluviónicos, deslizamientos de taludes y desprendimiento de material suelto de taludes.

Como resultado de la evaluación efectuada se concluyó que la carretera objeto de la presente intervención, con solo tres excepciones, una relativa a la quebrada Linderos, otra a la quebrada Mamagpampa y otra en el talud de corte del acceso izquierdo de la quebrada Mamagpampa, no presenta zonas susceptibles a impactos potenciales de fenómenos geodinámicas particularmente intensos, como los mencionados en el párrafo previo, consiguientemente, salvo una sola excepción, no existe la eventualidad de intervenciones no convencionales a efectos de estabilizarla, en general los taludes de la vía no demandan ningún tipo de intervención particular ya que se muestran razonablemente estables y en todo caso se debe lograr esta condición con los taludes de corte propuestos para efectos de la presente intervención.

Los fenómenos de geodinámica registrados a lo largo del camino son de baja intensidad, de baja probabilidad de ocurrencia y de eventualmente bajo a nulo impacto sobre la vía, por lo que, más allá de lo previamente indicado, no se prevé acciones particulares referidas a este tema; cada caso identificado es expuesto de manera descriptiva en los acápites siguientes, en donde se analizan sus implicancias, mientras que en el apartado subsiguiente se formulan las propuestas de solución que corresponden a cada problema en específico.



Los fenómenos potenciales identificados y analizados se describen a continuación.

#### **a) Derrumbe de Material de Taludes**

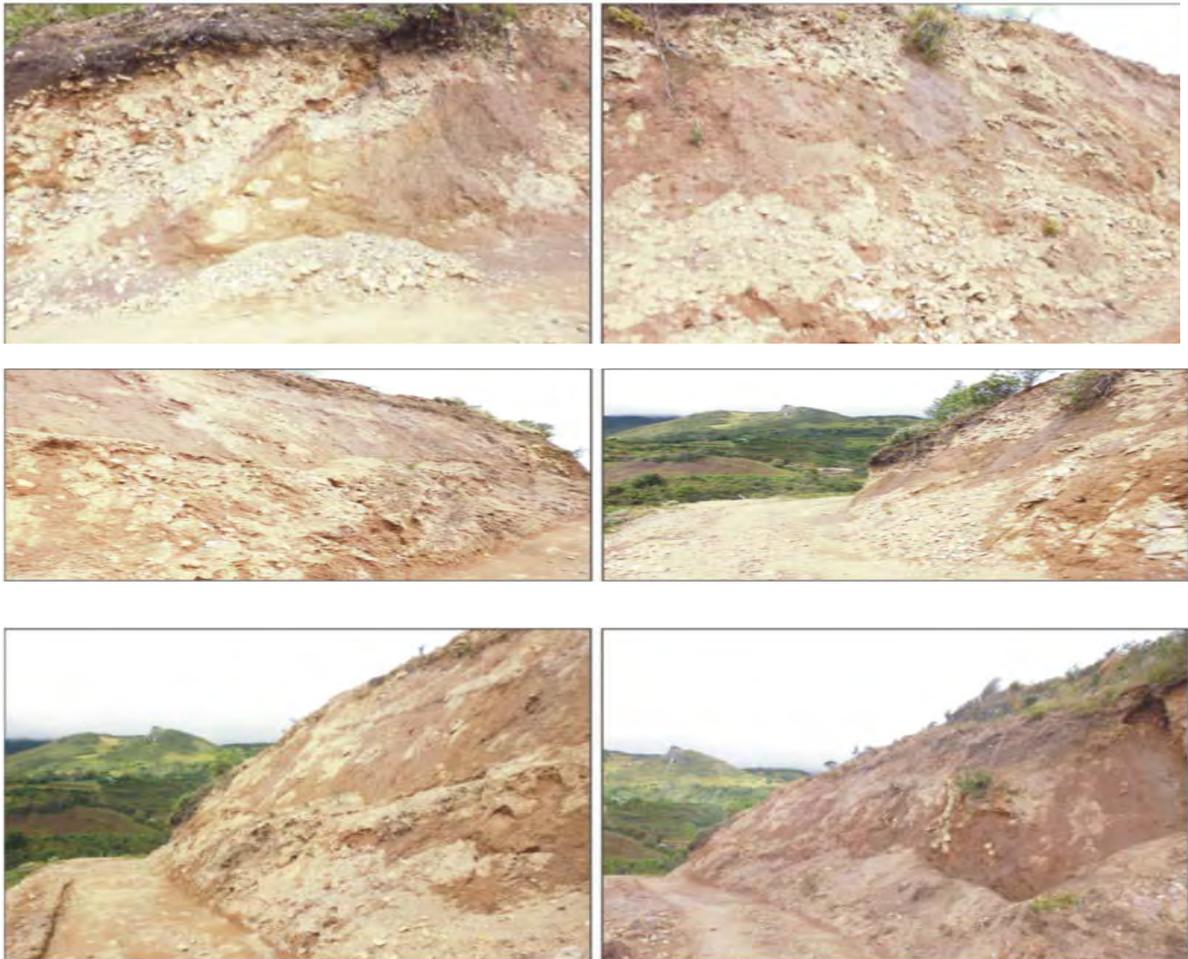
Pueden considerarse ocurrencias menores ya que se relacionan con sucesos que se acontecen de manera predominante concordantemente con la estación lluviosa a lo largo de los taludes de corte de toda la vía, no son relevantes y eventualmente constituyen situaciones que deberán ser atendidas mediante trabajos de mantenimiento rutinario.

En todos los casos la propuesta de solución está ligada a procedimientos convencionales, es decir, no se apelará a estructuras de retención ni a acciones que excedan la modificación de la geometría por corte y descarga de material suelto.

#### **b) Deslizamiento de Laderas**

##### **Caso de la Progresiva 16+560 - 16+605**

La ocurrencia de este tipo de suceso se reporta para este único sector, lugar donde se observa que el talud de corte de la vía ha sido excavado sobre material arcillo limoso el mismo que se encuentra impactado por eventos de deformación por deslizamiento de material suelto, con compromiso de la plataforma, como se observa.



*Fotografía 18. Deslizamiento de laderas, afectando la plataforma.*

El deslizamiento del suelo que conforma tanto la ladera de la colina como el talud de corte de la vía. se genera por alteración de las condiciones de equilibrio límite que prevalecen para condiciones estáticas y estables, esto debido a tres factores.

En primer lugar, se confronta la pérdida de acuñamiento en la base del talud por efecto de la excavación para fundar el terraplén de la vía; en segundo lugar, se observa pérdida de cohesión del material por humectación durante la estación lluviosa; finalmente en tercer lugar se verifica lo que consideramos como la variable probablemente más incidente: el incremento de la presión de poros por sobre el límite admisible que determina la masa crítica para cada suelo.



En consecuencia, con lo previamente manifestado, para efectos de la estabilidad del talud se hace indispensable mantener condiciones apropiadas de drenaje pluvial, siendo esta la medida la más eficaz para ejercer control sobre la dinámica del suelo que conforma el talud de la vía.

De acuerdo a lo expuesto, la cinemática observada a través de la distorsión morfológica del terreno (incluyendo la plataforma y el talud de la vía), del desplazamiento de masas y de la acumulación de escombros a la vera de la plataforma, se concluye en que existe una fuerte correlación entre la ocurrencia del fenómeno y el incremento de la humectación del suelo, en consecuencia es válido identificar la presencia de agua intersticial como elemento detonante del proceso, no existiendo un indicador determinante que sugiera que la cinemática del proceso ha finalizado o que si por el contrario, las condiciones de relativa estabilidad observadas son transitorias, aunque considerando la morfología actual de la plataforma de la carretera lo más probable es que el proceso continúe sin que se pueda pronosticar un patrón evolutivo en el tiempo, al menos en el corto plazo, en este contexto, es tan posible que las condiciones se mantengan a nivel de deformaciones superficiales durante la vida útil del proyecto como que la plataforma en algún momento sea arrastrada por un evento de deslizamiento energético del suelo.

Las condiciones de estabilidad son estudiadas en el acápite pertinente.

### **c) Eventos Aluviónicos**

Como bien se explicará en líneas previas, este tipo de fenómeno registra evidencia de ocurrir de manera restringida a los cauces predefinidos de los ríos Linderos y Mamagpampa a la altura de las progresivas 9+026 y 16+879.

Tanto en la quebrada Linderos como en la quebrada Mamagpampa es posible observar el acarreo de grandes bloques líticos; en el caso particular de la quebrada Mamagpampa se



puede observar que su ladera izquierda, aguas arriba respecto a la vía, sufrió recientemente un desprendimiento de material suelto que se entremezcló con el caudal del río en periodo de creciente, lo que dio lugar a un proceso de soliflucción bastante enérgico que arrastró sedimento fino y enormes bloques, uno de los cuales impactó con el tablero del puente Mamagpampa, removiéndolo de su sitio y, destruyéndolo parcialmente, con lo que quedó fuera de servicio.



*Fotografía 19. Se puede apreciar en la fotografía la evidencia de los sucesos aluvionicos.*

En la fotografía aledaña se puede apreciar la evidencia de los sucesos aluviónicos que acontecen en estos lugares, a través del material de acarreo inherente y que sedimenta después de la disminución del caudal asociado.

La ocurrencia manifiesta de este tipo de fenómenos debe ser tomada en cuenta en el momento de establecer la sección hidráulica para el diseño de los puentes.

#### **4.5.2 GEODINÁMICA ENDÓGENA**

Se refiere a los procesos internos o endógenos de la dinámica de la corteza terrestre, que tienen lugar en los niveles estructurales internos del planeta y no dependen de la



interacción con fenómenos atmosféricos. Estos procesos incluyen fenómenos como la tectónica de placas, la formación de montañas, la actividad volcánica y los terremotos, que son impulsados por fuerzas y movimientos internos de la Tierra.

En la región donde se emplaza el proyecto solo se identifica un único fenómeno de geodinámica interna capaz de eventualmente impactar sobre el mismo y, se trata del fenómeno sismo cuya ocurrencia se encuentra fuera del campo de cualquier acción humana, a diferencia de los procesos de geodinámica externa sobre los cuales eventualmente se pueden plantear acciones preventivas.

Un sismo es el resultado de la liberación de energía en forma de ondas elásticas debido a la ruptura de masas de roca sometidas a grandes esfuerzos de deformación. Estas ondas generan vibraciones en la superficie terrestre, lo que conocemos como un terremoto.

Después de un evento sísmico, las ondas se propagan a través del suelo y pueden experimentar amplificación dependiendo del tipo de suelo. Esta amplificación puede generar fuerzas inerciales de gran magnitud que, si una estructura no es capaz de resistir, pueden causar daños o incluso su colapso total. Por lo tanto, es importante anticipar la magnitud de un posible terremoto y diseñar estructuras con la resistencia adecuada.

La intensidad de un sismo se mide cualitativamente en términos de los efectos destructivos observados, mientras que su magnitud se mide cuantitativamente en términos de la energía liberada. La escala de Richter es comúnmente utilizada para medir la magnitud de un terremoto, en la cual se asigna un valor numérico que va desde 1 hasta el infinito. Sin embargo, en la práctica los terremotos registrados han alcanzado una magnitud máxima de 9 en la escala de Richter. En el siguiente capítulo se analizan los aspectos sismológicos con el objetivo de determinar el terremoto de diseño relevante.



Según el catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú, la región donde se encuentra el proyecto ha registrado desde 1960 hasta la fecha un total de 257 terremotos con una magnitud igual o mayor a 4.0 en la escala de Richter. La magnitud máxima histórica registrada es de 6.4 en la escala de Richter. La magnitud promedio de estos terremotos es de 4.56 y la moda es de 4.40. Los epicentros de estos terremotos se ubican principalmente a una profundidad intermedia, alrededor de 80 kilómetros en promedio.



## CAPITULO V

### 5. GEOTECNIA

#### 5.1 Clasificación de Materiales y Taludes de Corte / Relleno

La clasificación de materiales constituye un procedimiento de naturaleza empírica cuya metodología implícita se fundamenta en el criterio subjetivo del observador en tanto se trata de una aproximación virtual a la realidad subyacente al plano de observación visual, es decir, de una inferencia del comportamiento del suelo y del subsuelo, por debajo de lo que es directamente observable, en consecuencia, el planteamiento consignado en la tabla siguiente basa su grado de certeza en rangos de probabilidad que dependen de los factores que hacen posible la observación y, del talento y experiencia del observador, contrastados con los referentes normativos del MTC.

De acuerdo a lo expuesto, debe tenerse en cuenta que los volúmenes finales y reales consignados en las partidas de explanación correspondientes, deberán ser ajustados por exceso o defecto mediante los mecanismos válidos previstos por la normativa y por la modalidad de contrato de ejecución de obra enmarcado dentro de la legislación vigente, pues para el efecto del diseño de la geometría vial no existe otro fundamento económicamente viable mas que la aproximación a la composición relativa del suelo y, al talud que se estima como el de máxima pendiente posible sin que se alteren sustancialmente las condiciones de equilibrio, en consecuencia, no es un método con rigurosa base matemática ni que incorpore en su procedimiento algún tipo de mensura, más allá de la experiencia y conocimiento del observador; se considera necesario efectuar esta aclaración por cuanto la partida de explanaciones y los presupuestos vinculados, constituyen el objeto de las mayores discusiones y discrepancias durante la ejecución de obra, sin que se tenga en cuenta que la construcción de esta propuesta se basa en un



método subjetivo y que por tanto no puede estar ni bien ni mal efectuada y que en teoría pueden existir tantas clasificaciones de materiales como observadores dedicados a sistematizar los taludes hayan por lo que debe entenderse que su utilidad para el proyecto concierne solo a esta etapa del estudio y no a la de ejecución de obra y, estriba en constituirse como punto de partida para definir a priori el diseño geométrico de los taludes del camino y de la planilla de metrados de la partida de explanaciones.

La información subsecuente se deriva de las observaciones efectuadas en campo a partir del recorrido del trazo proyectado, guardan concordancia con los procedimientos de común aceptación y se estima que posee un grado de incertidumbre estimado en  $\pm 10\%$ ; finalmente debe tenerse en cuenta que las observaciones solo constituyen elementos de ayuda para el diseño geométrico y se deberán aplicar solo si la geometría del camino, lo permite (por ejemplo banquetas para cortes  $>10$  m) y solo si el proyectista lo considera necesario.

El criterio que define la sistemática es el mismo que plantea la normativa EG-2013 para material suelto, roca fija y roca suelta, en consecuencia, no se trata ni de un criterio geológico ni geotécnico, el criterio es de naturaleza constructiva y se basa en considerandos empíricos del MTC.

#### Tramo I Empalme - Atunloma - Puente Mamagpampa

PROGRESIVA		% ROCA FIJA	% ROCA SUELTA	% MAT. SUELTO	TALUD DE CORTE	TALUD DE RELLENO	OBSERVACIONES
De	A						
00+000	00+037	---	---	100	2:1	1:1,5	Coluvio arcillo - arenoso
00+037	00+090	100	---	---	10:1	1:1,5	Andesita
00+090	00+126	90	---	10	8:1	1:1,5	Volcánico Andesítico
00+126	00+187	---	---	100	2:1	1:1,5	Coluvio arcillo - arenoso



00+187	00+241	70	20	10	8:1	1:1,5	
00+241	00+280	---	---	100	2:1	1:1,5	Coluvio arcillo - arenoso
00+280	00+319	70	10	20	6:1	1:1,5	
00+319	00+535	80	---	20	10:1	1:1,5	Volcánico Andesítico
00+535	00+908	10	10	80	3:1	1:1,5	
00+908	02+790	---	---	100	2:1	1:1,5	Coluvio arcillo - arenoso
02+790	02+851	60	30	10	8:1	1:1,5	Volcánico Andesítico
02+851	02+892	---	---	100	2:1	1:1,5	Coluvio arcillo - arenoso
02+892	02+932	30	20	50	6:1	1:1,5	
02+932	03+535	---	---	100	2:1	1:1,5	
03+535	03+650	90	10		10:1	1:1,5	Volcánico Andesítico
03+650	07+817	---	---	100	2:1	1:1,5	chilvaca 05+ 369 -05 +470
07+817	07+838	---	---	---	---		07+832 - 07 +838 Puente
07+838	07+955	80	20	60	10:1	1:1,5	Aglomerado y Brecha de explosión, clastos cuarcíticos en matriz andesítica afanítica .07+955 Aglomerado Cinerítico
07+955	08+134	10	30	100	4:1	1:1,5	Aglomerado Cinerítico con andesitas en pseudoestratos > 0,30 m, Subverticales
08+134	08+192	---	---	100	2:1	1:1,5	
08+192	08+220	---	---	100	4:1	1:1,5	Aglomerado andesítico
08+220	09+026	---	---	100	2:1	1:1,5	



09+026	09+054	---	---	---	---			Puente Linderos. Lado izquierdo 9+026; Coluvial / Fluvial, bolonería, bloques polimíticos volcánicos 1 m > D < 3 m. Grava en matriz areno - Arcillosa. Lado derecho 9+ 054 afloramiento de brecha volcánica y aglomerado: Clastos Volcánicos en matriz andesítica - dacítica; brecha aglomerática en matriz cinerítica. RQD: 60% - 70%.
09+054	09+076	90	---	10	10:1	1:1,5		
09+076	09+098			100	2:1	1:1,5		
09+098	09+133	70	10	20	10:1	1:1,5	Toba	
09+133	09+183			100	2:1	1:1,5		
09+183	09+209	70	20	10	10:1	1:1,5		
09+209	09+332			100	2:1	1:1,5		
09+332	09+347	50	40	10	8:1	1:1,5	Toba alterada por intemperismo.	
09+347	10+396			100	2:1	1:1,5		
10+396	10+466	60	30	10	10:1	1:1,5	Corte queda en RF	
10+466	13+229			100	2:1	1:1,5		
13+229	13+304	50	30	20	6:1	1:1,5		
13+304	13+345			100	2:1	1:1,5		
13+345	13+362	50	30	20	6:1	1:1,5		
13+362	14+532	---	---	100	2:1	1:1,5	13+654 - 13+954 Atunloma	
						1:1,5		
						1:1,5		
14+532	14+551	---	100	---	6:1	1:1,5		
14+551	15+014	---	---	100	2:1	1:1,5		
15+014	15+045	80	20		10:1	1:1,5	Toba andesítica	
15+045	16+867	---	---	100	1:1	---	Entre 16+560 y 16+605 talud arcilloso, humectado e inestable, plataforma deformada, deslizamiento activo. Analizar estabilidad.	



16+867	16+891	---	---	---	---	---	Puente Mamagpampa. 16 +867 Apoyo izquierdo. 16 + 891 Apoyo derecho. Material aluviónico, bloques Ø > 3 m. Guijas Ø < 0,2 m; grava polimíticos subangular en matriz arcillo - arenosa.
16+891	17+235	---	---	100	2:1	1:1,5	Mamagpampa

Tabla 11. Características del tramo I empalme - Atunloma - Puente Mamagpampa.

#### Tramo II Atunloma – Congona

PROGRESIVA		% ROCA FIJA	% ROCA SUELTA	% MAT. SUELTO	TALUD DE CORTE	TALUD DE RELLENO	OBSERVACIONES
De	A						
00+000	00+226	---	---	100	2:1		
00+226	00+256	---	30	70	3:1		
00+256	03+786	---	---	100	2:1		03+262 -03 +438 Nuevo Progreso
03+786	03+808	20	60	20	6:1		
03+808	04+251	---	---	100	3:1		Toba Cinerítica Congona
04+251	04+255	20	60	20	6:1		
04+257	05+925	---	---	100	2:1		

Tabla 12. Características del tramo II Atunloma – Congona.

## 5.2 Estudio de Mecánica de Suelos

El objetivo de este capítulo es determinar la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y la clasificación AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte) del material de **sub-rasante**, así como sus características físico-mecánicas, como la densidad seca máxima, contenido de humedad óptimo y capacidad de soporte (CBR). Además, se verificará si estos materiales cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas para su uso como



material de sub-rasante. Para ello, se llevarán a cabo pruebas de laboratorio, como el contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico, análisis granulométrico, relaciones entre humedad y densidad (Proctor Modificado) y relación de soporte de California (CBR)

La metodología para la caracterización del suelo de fundación comprende una investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas, para obtener muestras representativas que serán posteriormente analizadas en el laboratorio. Los resultados obtenidos en ambas fases se utilizarán en la etapa de análisis y se presentarán de forma gráfica y escrita.

#### ➤ TRABAJO DE CAMPO

En el trabajo de campo, se realizarán calicatas en diferentes puntos del tramo, preferentemente cerca del borde de la calzada, con un total de tres calicatas en todo el tramo como se muestra en el siguiente cuadro.

N° Calicata	Profundidad Escavacion (m)	
1	1.5	
2	1.6	CBR
3	1.6	

Tabla 13. Relación de calicatas realizadas para el presente estudio.

En caso de que las condiciones topográficas o del terreno muestren cambios significativos en el perfil o la naturaleza de los suelos, se realizarán más calicatas en puntos singulares.

También se investigará la presencia de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, etc. En estos casos, las calicatas deberán ser más profundas y se deberá tomar en cuenta la necesidad de reemplazar, mejorar o estabilizar la sub-rasante en el respectivo sector.



De los estratos encontrados en cada calicata, se obtendrán muestras representativas que serán descritas e identificadas. Estas muestras se colocarán en bolsas de polietileno y se trasladarán al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo, se registrarán el espesor de cada capa del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compactación de los materiales.

## **TRABAJO DE LABORATORIO**

Se realizarán diferentes ensayos a todas las muestras representativas obtenidas de los estratos de las calicatas, incluyendo los siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- Clasificación SUCS.
- Clasificación AASHTO.
- Humedad Natural.
- Proctor Modificado.
- C.B.R.

### **➤ RESULTADOS**

Los resultados obtenidos se resumen en una tabla adjunta, dejando al proyectista la determinación de la mejor intervención de acuerdo a la importancia y transitabilidad de la vía. (Anexo 10).

## **RESUMEN DE RESULTADOS**



Nº DE CALICATA	HUMEDAD NATURAL	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		PRÓCTOR MODIFICADO		CBR AL 100% DE LA DSM (SATURADO)	CBR AL 95% DE LA DSM (SATURADO)*
		LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DSM	CHO		
C-01	9.61%	33.12%	25.18%	7.93%	ML	A-4 (3)	.	.	.	.
C-02	7.78%	30.71%	21.64%	9.07%	ML	A-4 (8)	1.95 gr/cm <sup>3</sup>	10.44%	6.43%	5.55%
C-03	16.44%	42.92%	40.37%	2.56%	ML	A-5 (9)	.	.	.	.

Tabla 14. Resultados de los ensayos en laboratorio, para el caso de la sub rasante se considera el CBR al 95% de la densidad seca máxima del ensayo de proctor modificado.



Fotografía N° 20. Excavación de calicatas en los tramos de carretera.

### 5.3 Análisis de Estabilidad de Taludes

En el diseño vial el análisis de la estabilidad de taludes tiene por propósito establecer las condiciones de equilibrio y estabilidad que demandan las zonas potencialmente inestables a efectos de identificar aquellas situaciones que requieran algún tipo de intervención específica a efectos de garantizar adecuadas condiciones de transitabilidad para los usuarios de la vía.



A partir de la evaluación de campo se ha determinado que solo en el tramo I existe un sector entre las progresivas 16+560 y 16+605 que eventualmente requiere desarrollar trabajos de estabilidad, según se explicó en el acápite 5.2 de la presente tesis.

Seguidamente se analizan las condiciones de estabilidad para el caso mencionado en el párrafo previo.

#### Caso de la Progresiva 16+560 y 16+605

Se trata de un talud de corte de la vía, que se ha desarrollado sobre un depósito coluvio - aluvial, constituido por un agregado de grava en una matriz fina conformada por limo arenoso con contenido subordinado de arcilla.

Constituye un yacimiento que evidencia un patrón de deformación por deslizamiento y compresión asimétrica del material que conforma tanto la plataforma como el talud de la vía; la morfología que exhibe se puede apreciar en la imagen:



*Fotografía 21. Talud de corte de la vía, que se ha desarrollado sobre un depósito coluvio-aluvial, constituido por un agregado de grava en una matriz fina conformada por limo arenoso con contenido subordinado de arcilla.*

Como todo talud de corte, su construcción implica una perturbación de las condiciones naturales de estabilidad, es decir, constituye una situación mediante la cual se introducen variables que modifican tanto la dinámica interna del suelo como su comportamiento



cinemático global en términos de estabilidad relativa, dado que la estabilidad del talud se encuentra condicionada a la no alteración de sus particulares condiciones de equilibrio límite, básicamente relacionadas con los parámetros de cohesión, fricción interna y densidad, los cuales a su vez están en función de un conjunto de factores de tipo geológico, geomorfológico, hidrológico y edafológico.

A efectos de estudiar las condiciones de estabilidad que prevalecen en los taludes de corte sobre material suelto (bajo las cuales se configura el parámetro de equilibrio límite) es necesario conocer las condiciones geomecánicas del suelo, para este propósito se parte de una muestra de suelo ensayada en el respectivo laboratorio de mecánica de suelos que permitió determinar sus propiedades físicas y mecánicas, en este sentido, además de análisis granulométrico, la muestra fue sometida a un ensayo de corte directo remoldeado, proporcionando los resultados que se reseñan en el cuadro siguiente:

CLASIFICACIÓN SUELO		LIMITES DE ATTEMBERG			PARÁMETROS GEOMECÁNICOS		
SUCS	AASHTO	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	COHESION [c] /Kg/cm <sup>2</sup>	ANGULO DE FRICCIÓN [Ø]	DENSIDAD [γ]T/m <sup>3</sup>
MH	A-5(8)	53	46	7	0.10	13.1°	1.56

Tabla 15. Propiedades físicas, mecánicas y granulométricas para la estabilización de taludes.

Los resultados obtenidos se resumen en una tabla que se adjunta, y será responsabilidad del proyectista determinar la mejor intervención en función de la importancia y transitabilidad de la vía. El proyectista utilizará estos resultados para tomar decisiones informadas y planificar las acciones necesarias en relación a la intervención en la vía que



permite analizar en simultáneo “n” superficies hipotéticas de falla consiguientemente, el método admite un nivel probabilístico en el intento de aproximación a la superficie de falla más crítica.

En este caso, el programa informático fue alimentado con los parámetros de las propiedades del suelo obtenidas de la tabla precedente para la sección de la progresiva 16+590; el análisis efectuado enfoca el problema desde la perspectiva del criterio de falla enunciado por Mohr - Coulomb con el fin de determinar la envolvente de Mohr o lo que es lo mismo, las condiciones límite bajo las cuales el talud se mantiene estable.

La sección de la progresiva 16+590, documentada en la imagen fotográfica que acompaña este acápite, fue considerada representativa del talud sometido a una dinámica interna deformante, para esta sección tipo se efectuó un análisis para condiciones estáticas según el método de cálculo de Bishop Simplificado; el resultado obtenido se consigna gráficamente en las figuras siguientes donde las líneas en negro representan los planos hipotéticos analizados mientras que la línea blanca se refiere a la superficie de falla más probable bajo condiciones límite.

Se efectuó el modelamiento y simulación del comportamiento de los segmentos superior, medio e inferior del talud en un contexto estático, el resultado obtenido se expone en las indicadas figuras a partir de las cuales se concluye en base a los factores de seguridad obtenidos, que el talud en general yace en condiciones de estabilidad límite; en el caso del segmento superior del talud se reportan condiciones sumamente inestables; en el caso del segmento medio del talud se concluye que presenta condiciones de estabilidad muy próximas al estado de resistencia límite por lo que se predice su colapso bajo condiciones pseudoestáticas y de incremento de la presión de poros por humectación pluvial; respecto al talud inferior correspondiente a la plataforma de la vía, el modelo predice su estabilidad



relativa, incluso para condiciones pseudoestáticas donde para un escenario de sismo de diseño, se obtiene un factor de seguridad cercano a 1,4.

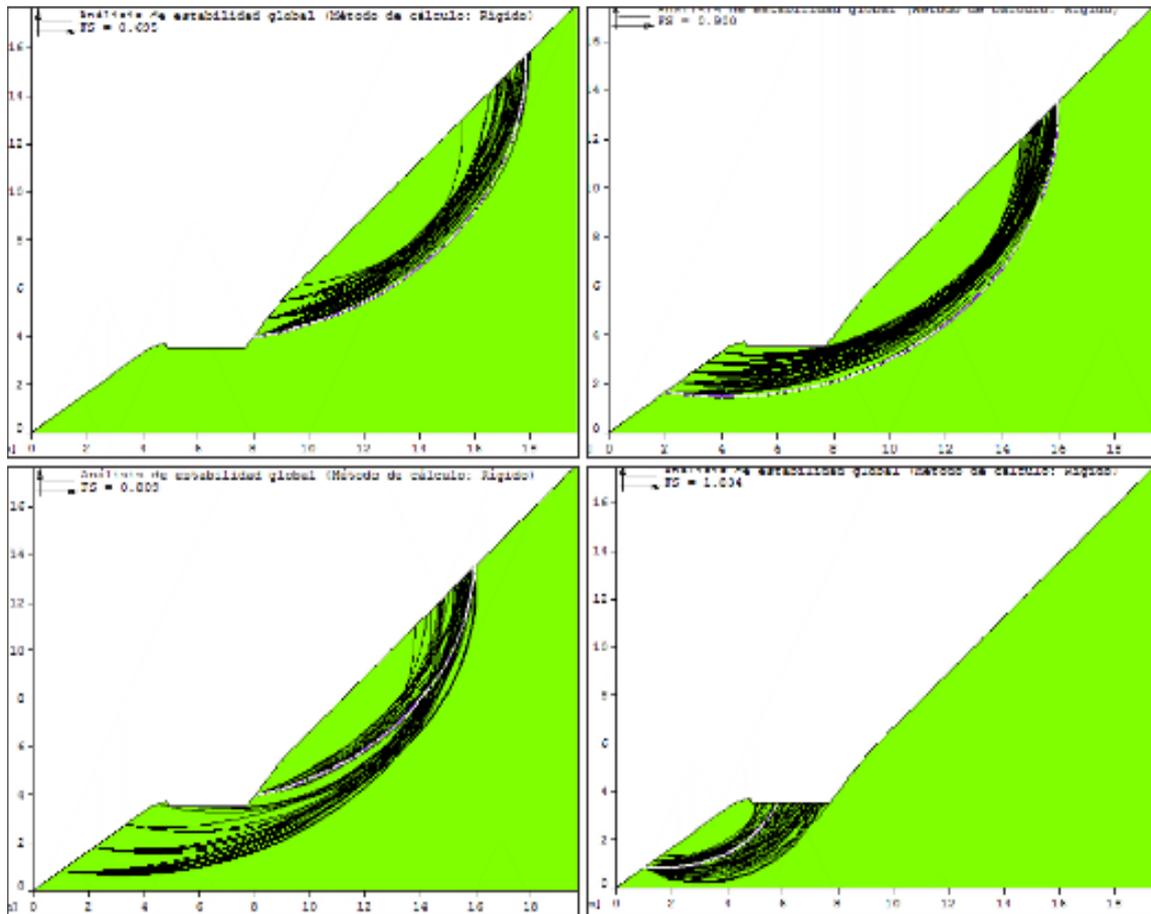


Figura N<sup>o</sup>. 14. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis previo se simuló el comportamiento del talud en un contexto de intervención modificando su geometría en un intento de aproximarse a las condiciones teóricas de estabilidad de los segmentos medio y superior del talud; se analizaron cuatro alternativas:

- Talud con una banqueta basal de  $h = 5$  m y razón de corte de 2:1.
- Talud con dos banquetas de  $h = 5$  m c/u y razón de corte de 2:1.
- Talud con una banqueta basal con razón de corte 2:1 y talud superior con razón de corte de 1:1.



- Talud con una razón de corte 1:1, sin banquetas.

En todos los casos no se lograron condiciones razonables de estabilidad, siendo el caso que más se aproximó por tener el factor de seguridad más alto [ $F = 0,859$ ] la opción sin banquetas y con un talud de corte según la razón 1:1 que es la geometría que más se aproxima a las condiciones observadas en campo, en consecuencia se deduce por una parte, que se trata de una masa de suelo en estado de equilibrio precario pues los factores de seguridad obtenidos sugieren condiciones incluso bajo el límite.

Las imágenes siguientes exponen los resultados del análisis que se describen en el párrafo previo.

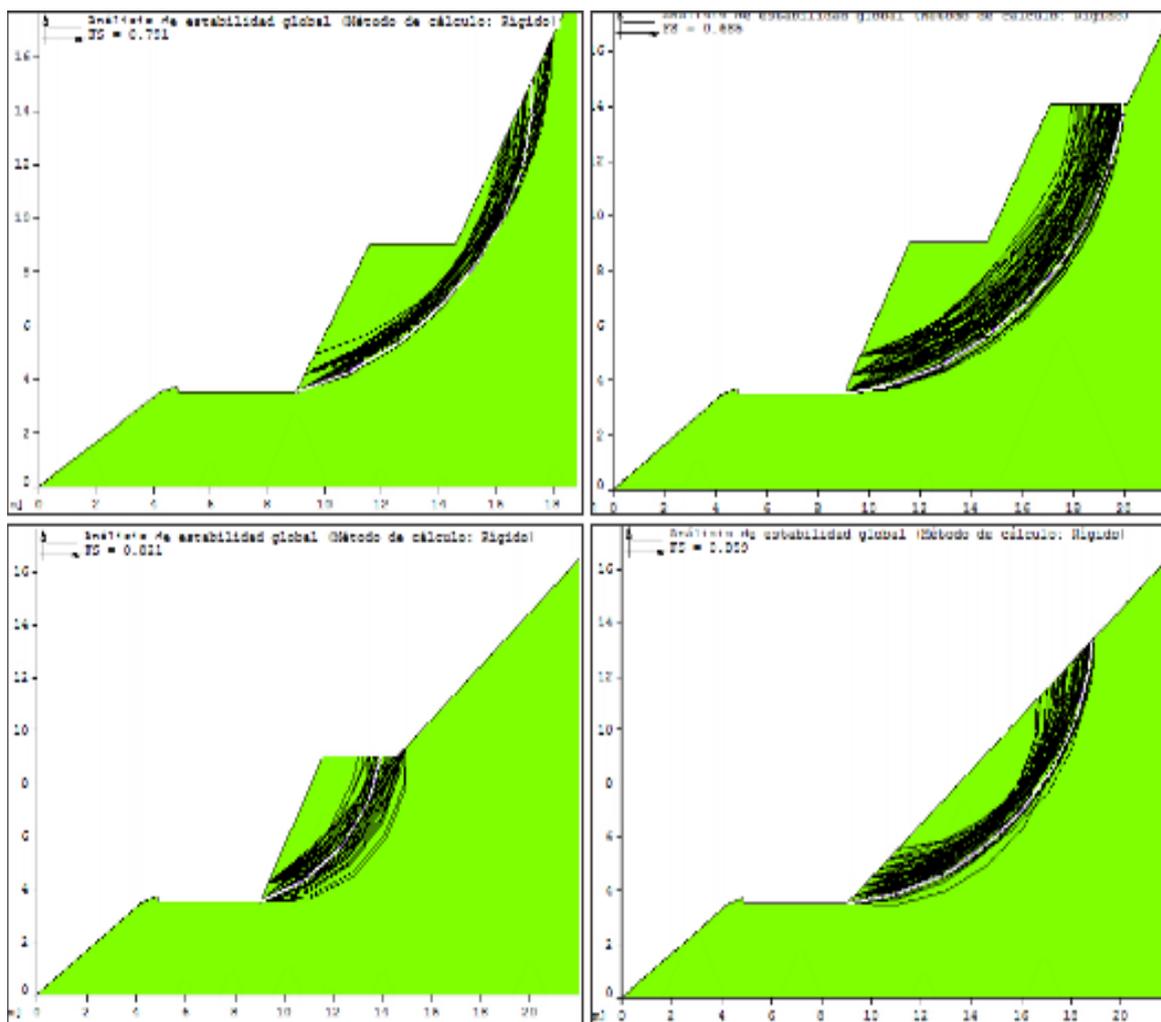


Figura N<sup>o</sup>. 15. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.



A partir de los resultados obtenidos queda clara la necesidad de estabilizar el talud e incluso la plataforma mediante la implementación de una estructura de retención.

#### **5.4 Análisis de Estabilidad de la Plataforma**

A partir del reconocimiento de campo es posible concluir que la plataforma de la vía, en rasgos generales, se muestra estable, no se han percibido situaciones de erosión u otros fenómenos geodinámicos impactando sobre la misma.

No obstante lo indicado previamente, en el tramo II por razones de optimización del diseño vial, el trazo abandona la plataforma existente y define un nuevo eje por lo que se plantea una nueva demanda a efectos de estabilizar la plataforma por construir, para este propósito se está proponiendo la construcción de cuatro estructuras de retención de la misma; se reitera que la razón causal se basa en requerimiento del diseño geométrico de la vía entre las progresivas 4+000 - 4+060, 4+100 - 4+180, 4+310 - 4+320 y 5+170 - 5+180 y no por razones geotécnicas.

Las condiciones que prevalecen a lo largo de los dos tramos de carretera a intervenir pueden ser observadas en la secuencia fotográfica siguiente donde cada toma ha sido contextualizada respecto al eje del camino mediante el odómetro del vehículo por lo que sus ubicaciones respectivas deben ser consideradas como aproximadas y solo tienen un valor gráfico - referencial.

Tramo I Empalme LA-103 – Mamagpampa



Fotografía 22. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 00+000 AL Km 00+500, Vista de km 00+000, pueblo de Mamagpampa, vista de depósito coluvial con pendiente suave.



Fotografía 23. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 01+500 AL Km 01+500. En cuanto a la litoestratigrafía se aprecia material coluvio arcillo-arenoso.



Fotografía 24. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 02+000 AL Km 02+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena, en sectores se aprecia interestratificación de arenisca.



Fotografía 25. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 03+000 AL Km 03+500 , A lo largo del tramo km 03+00 a km 03+500 se aprecia material volcánico andesítico generalmente en los primeros tramos de la vía.



Fotografía 26. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 04+000 AL Km 04+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla.



Fotografía 27. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 05+000 AL Km 05+500, Vista panorámica del km 05+00 donde se aprecia depósitos coluviales cubriendo, limonita con gravas.



Fotografía 28. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 06+000 AL Km 06+500, Vista panorámica del km 06+00 donde se aprecia depósitos coluviales cubriendo, limonita con gravas.



Fotografía 29. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 07+000 AL Km 07+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia aglomerados y brecha de explosión, clastos cuarcíticos en matriz andesítica afanítica.



Fotografía 30. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 08+000 AL Km 08+500, en este tramo carretero se observa conglomerados con elementos volcánicos, intercalados con aglomerados andesíticos.



**ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITO CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.**



*Fotografía 31. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 09+000 AL Km 09+500, en cuanto a la litoestratigrafía se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena.*



*Fotografía 32. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 10+000 AL Km 10+500, En este tramo carretero se observa toba alterada por intemperismo.*



*Fotografía 33. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 11+000 AL Km 11+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla.*



Fotografía 34. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 12+000 AL Km 12+500, en este tramo se observa deposito coluvial compuesto de limos y arcilla.



Fotografía 35. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 15+000 AL Km 15+500 , en cuanto a la litoestratigrafia se aprecia limonita de grano fino cubierta por material coluvial compuesta de gravas, limos y arena, en sectores se aprecia interestratificación de arenisca.



Fotografía 36. Tramo Empalme LA\_103 – Mamagpampa, Km 16+000 AL Km 17+850, final del tramo carretero Empalme LA-103- Mamagpampa. Donde la litoestratigrafia es de material aluvionico de arcillo arenoso.



Tramo II Atunloma – Congona



Fotografía 37. Tramo Atunloma – Congona, Km 00+000 AL Km 00+500, Inicio del tramo Atunloma- Congona donde se aprecia material deposito coluvial compuesto de limos y arcilla.



Fotografía 38. Tramo Atunloma – Congona, Km 01+000 AL Km 01+500, Vista panorámica del km 01+00 donde se aprecia material conformada por limo arenoso.



Fotografía 39. Tramo Atunloma – Congona, Km 02+000 AL Km 02+500, Vista panorámica del km 01+00 donde se aprecia material conformada por limo arenoso. Con un pendiente pronunciado.



*Fotografía 40. Tramo Atunloma – Congona, Km 03+000 AL Km 03+500, en el tramo carretero se observa material coluvial de limo arenoso.*



*Fotografía 41. Tramo Atunloma – Congona, Km 04+000 AL Km 04+500, en este tramo en km 04+00 tiene un pendiente pronunciado, con desprendimiento de material coluvial de gravas y limo arenoso.*



*Fotografía 42. Tramo Atunloma – Congona, Km 05+000 AL Km 06+830, final del tramo Atunloma- Congona este km está compuesto por material grava y limo arenoso.*



**a) Aspectos Problema Observados en la vía.**

Los aspectos que eventualmente pueden ser conceptualizado como situaciones problema o potencialmente problemáticas se restringen a la necesidad de estabilizar tanto la plataforma como el talud de corte en el sector de la vía comprendido entre las progresivas 16+560 y 16+605 del tramo I y, a la necesidad de conferir estabilidad al terraplén de la nueva plataforma de la vía que se plantea construir entre las progresivas 4+000 - 4+060, 4+100 - 4+180, 4+310 - 4+320 y 5+170 - 5+180 del tramo II de la carretera.

En lo que concierne al talud inestable evidenciado entre las progresivas 16+560 y 16+605 del tramo I, se trata de un talud de relativa baja altura conformado por material suelto humectado, constituido por suelo limoso moderadamente plástico y con tendencia a la deformación, con un relativamente extendido límite de fluencia plástica.

La deformación evidente del suelo tiene por razón causal fundamental la interacción de esfuerzos gravitacionales y, la humectación intersticial debido a agua percolante que condiciona un incremento de la presión de poros con pérdida de cohesión, disminución del ángulo de fricción y aumento de masa.

En lo que concierne a la necesidad de estabilizar la plataforma de la vía entre las progresivas 4+000 - 4+060, 4+100 - 4+180, 4+310 - 4+320 y 5+170 - 5+180 del tramo II, tal circunstancia se encuentra condicionada por la morfología del terreno que impide desplazar el eje de la vía mediante procedimientos convencionales de corte y relleno puesto que para este caso se tendría que acondicionar banquetas de relleno sobre superficie inestable, constituyendo la alternativa de ingeniería más razonable la estabilidad del terraplén mediante una estructura flexible de suelo reforzado con paramentos de malla y geomembrana.



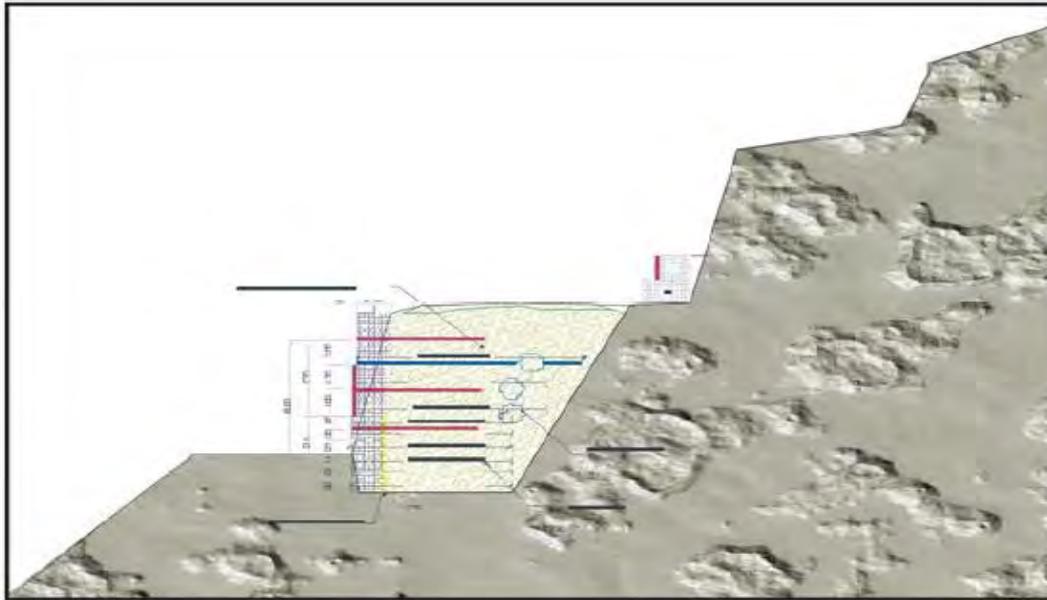
## **b) Propuestas de Solución a las problemáticas en la vía.**

### Caso de las Progresivas 16+560 y 16+605

Se trata de un talud de baja altura pero conformado por material suelto de naturaleza limo - arcillosa y de plasticidad moderada por lo que tiende a retener el agua percolante; siendo esta propiedad del suelo la causa que puede catalogarse como la principal determinante en la tendencia a deslizarse que presenta la masa de suelo, la solución deberá comprender una propuesta para optimizar el drenaje del talud superior, minimizar la percolación de agua al talud inferior y, retener la masa de suelo mediante una estructura flexible conformada por suelo reforzado.

Se plantea el empleo de una estructura flexible dado el índice de plasticidad de 7 ya que para estas condiciones, este tipo de estructura, a diferencia de las rígidas, tolera deformaciones significativas sin alterar sustancialmente su funcionabilidad. En este caso se plantea la construcción de una estructura de suelo reforzado del tipo Terramesh

Consistente en horizontes compactados de material de relleno en capas que integran elementos estructurales del tipo malla de acero o malla polimérica adosadas a un paramento del mismo material en combinación con geomembranas para retención de material fino e impermeabilización del suelo; el concepto se grafica en la figura siguiente:



*Figura N<sup>o</sup>. 16. Propuesta de solución y la construcción de estructura de suelo reforzado del tipo Terramesh. Fuente: Elaboración Propia.*

La propuesta indicada previamente se sometió a un análisis de estabilidad global mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas, proporcionando los factores de seguridad de 2,02 y 1,41, respectivamente, análisis con el cual queda demostrada su solvencia estructural, según se puede visualizar en las imágenes siguientes:



ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITO CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.

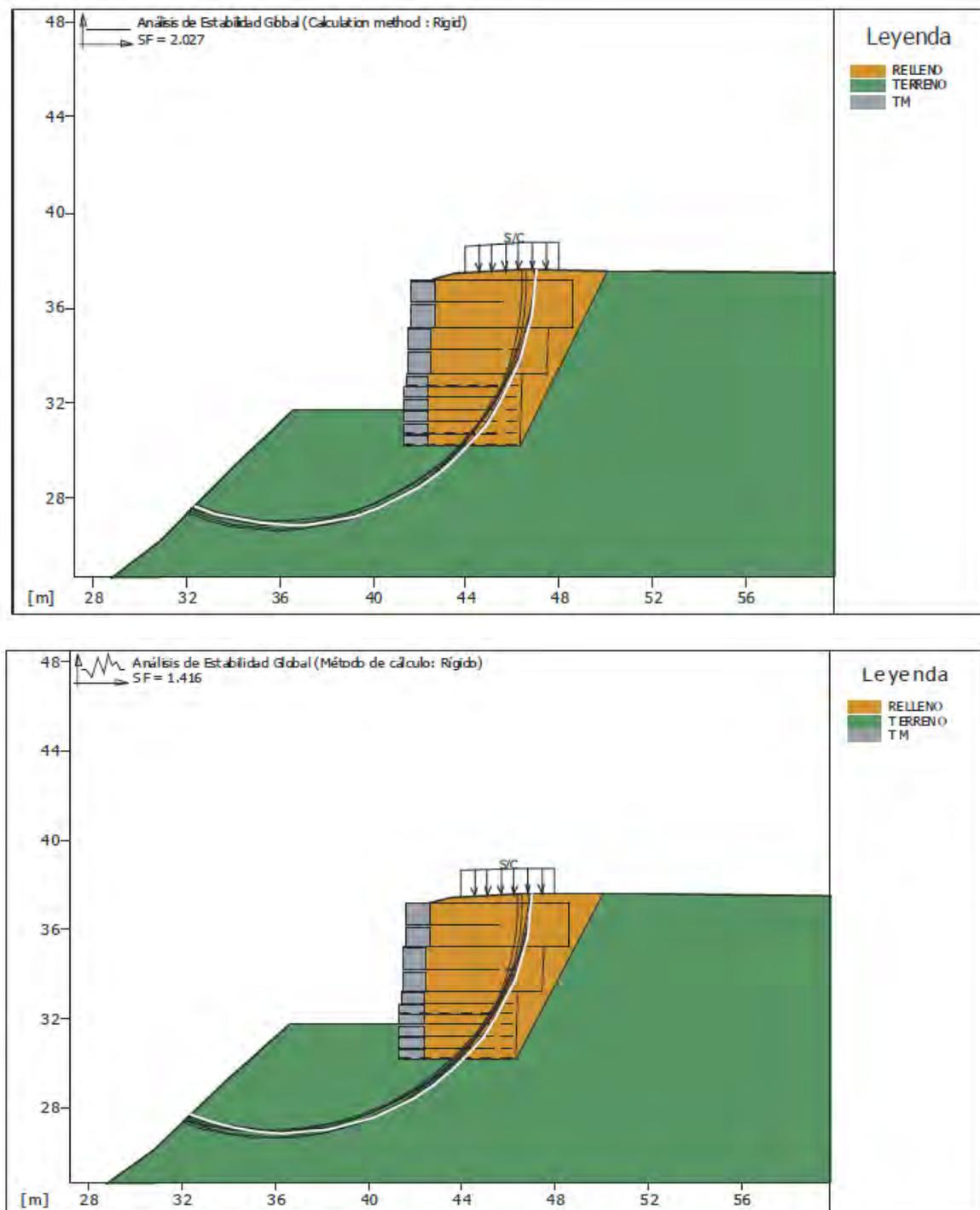


Figura N<sup>o</sup>. 17. Análisis de estabilidad de taludes con el software Macstars W, simulación del comportamiento del talud en un contexto de intervención. Fuente: Elaboración propia.

No obstante, lo anterior, es necesario implementar medidas adicionales de impermeabilización y drenaje, cuyos detalles deben ser incorporados en el diseño de detalle con la anuencia de la especialidad de hidrología que forma parte del presente trabajo de investigación, por ser de su competencia, sin embargo, solo con carácter de



sugerencia se plantea revestir tanto la plataforma como su respectiva cuneta; en el caso de la cuneta puede ser con concreto y en el caso de la plataforma con bitumen o geomembrana, a criterio del especialista correspondiente; la idea de fondo es implementar condiciones de drenaje que impidan la formación de bolsones de agua sub superficial.

Hacia el talud superior se plantea la construcción de un muro gavión de 2 m de altura cuyo propósito es oficiar como pantalla de protección, según se evidencia en la primera figura de este acápite; detalles de ambas propuestas y del análisis informático efectuado se incluyen en el anexo N° 09 que forma parte del presente documento.

Caso de las Progresivas 4+000 - 4+060, 4+100 - 4+180, 4+310 - 4+320 y 5+170 - 5+180

Todos estos casos presentan problemática similar, se trata de la necesidad de conformar el terraplén de la vía en medias laderas donde se requiere rellenar con material de préstamo ya que el suelo local es significativamente plástico y, la operación de relleno implicaría la construcción de banquetas de relleno planteando un contexto eventualmente más oneroso pero sobre todo más estable; en las figuras esquemáticas siguientes se ilustra el concepto desarrollado para progresivas con secciones representativas.

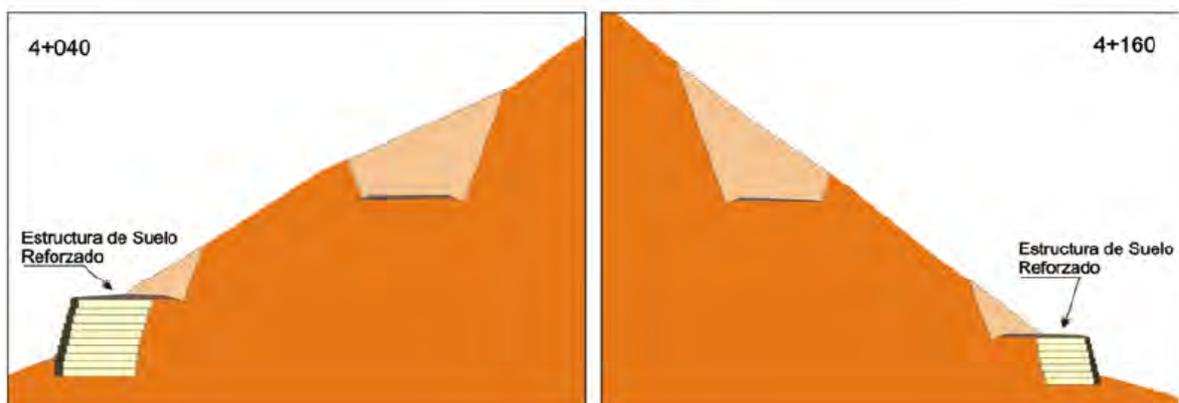


Figura N°. 18. Conformación de un terraplén en la vía para estabilización en la vía. Fuente: Elaboración Propia.

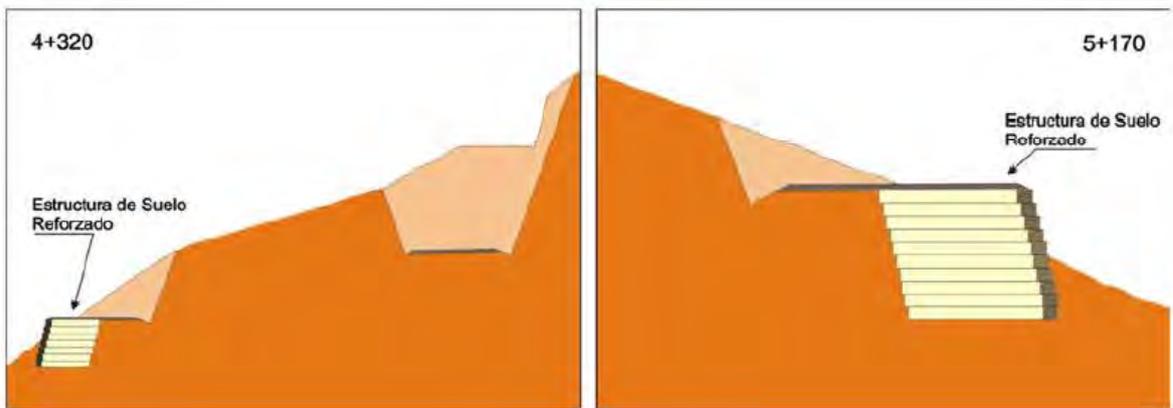


Figura N<sup>o</sup>. 19. Conformación de un terraplén en la vía para estabilización en la vía. Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta previa fue sometida a un análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas, el cual proporcionó los factores de seguridad de 3,09, 2,75, 2,47 y 3,29, respectivamente, análisis con el cual queda demostrada su solvencia estructural, según se detalla en las siguientes figuras.

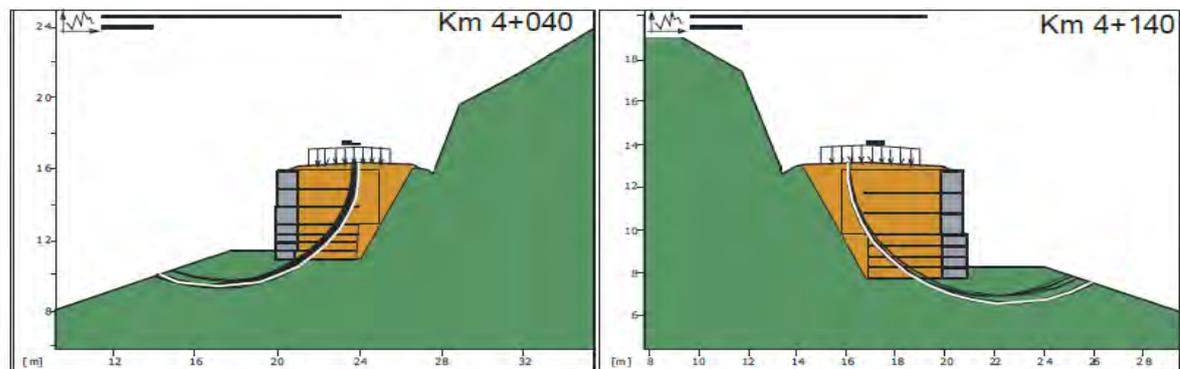


Figura N<sup>o</sup>. 20. Análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas. Fuente: Elaboración Propia.

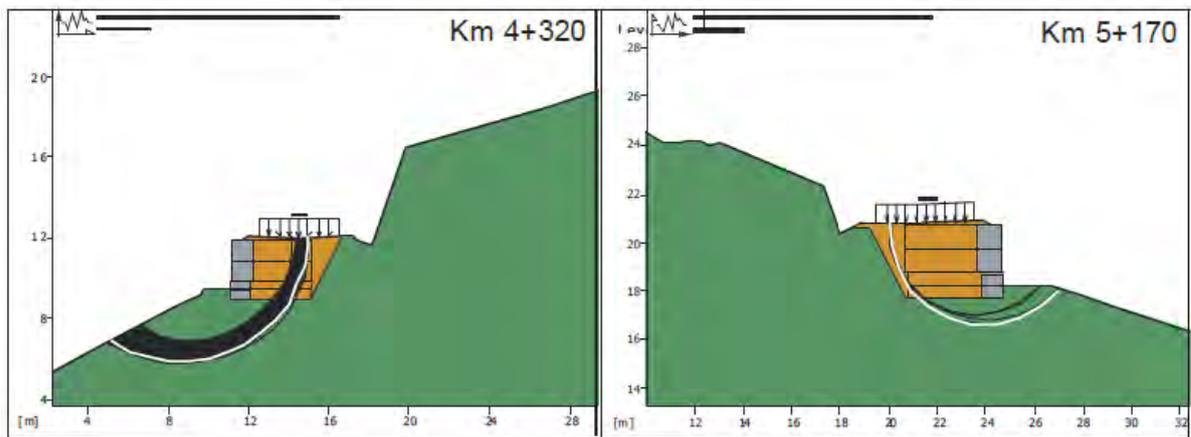


Figura N<sup>o</sup>. 21. Análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para condiciones estáticas y pseudoestáticas. Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a los cortes cerrados que se detallan en las secciones previas es necesario acotar que la clasificación de materiales planteada en el ítem 5.1 ha sido desarrollada a partir de afloramientos en superficie y de una inferencia razonable por debajo del horizonte visible, tal como se indica en dicho apartado y que dicha razonabilidad es una función de la experiencia y criterio del suscrito; en este caso, tratándose de cortes mayores dicho procedimiento no puede pronosticar con certeza la naturaleza del material a excavar a la profundidad planteada, no obstante, en base a un afloramiento de roca volcánica en la progresiva 4+251, se corrige en que existe alta probabilidad de encontrar sustrato rocoso a nivel de la rasante planteada.

Los detalles del análisis de estabilidad de la propuesta se consignan en el anexo N<sup>o</sup>09 que forma parte del presente documento.

### 5.5 Fundación de la Subestructura del Puente Linderos

En términos generales se plantea construir el puente Linderos sobre la quebrada homónima, entre las progresivas 9+025 y 9+056 del tramo I de la carretera; se trata de una estructura conformada por un tablero de concreto armado de 31,6 m de luz, apoyado sobre dos estribos cimentados mediante zapatas rectangulares; la zapata del apoyo derecho a su vez descansará sobre un bloque de concreto cimentado mediante dowells



sobre sustrato rocoso mientras que la zapata del apoyo izquierdo descansará sobre una estructura de tipo caisson abierto que se empleará a efectos de ganar en profundidad hasta alcanzar la cota del yacimiento rocoso subyacente constituido por brechas de explosión y aglomerados en matriz cinerítica tobácea emplazada por asentamiento gravitacional de flujos piroclásticos emanados por un centro eruptivo cercano, litología que exhibe cierto grado de disyunción por contracción térmica.

En el caso del apoyo izquierdo se hace necesario profundizar el cimiento hasta interceptar el basamento rocoso por cuanto el suelo sobreyacente es predominantemente de naturaleza plástica y se encuentra conformando un depósito emplazado sobre roca volcánica pero al borde de un desnivel muy pronunciado, a manera de un farallón que sigue de manera abrupta la morfología de la quebrada Linderos inmediatamente aguas abajo del punto de apoyo, es decir que cualquier estructura cimentada en el horizonte de suelo estaría “colgada” en relación a la morfología de la superficie rocosa subyacente.

#### **a) Contexto Geológico de la Fundación**

El presente contenido complementa el acápite 4.2 y está referido a la columna estratigráfica local que fue construida a partir de dos sondajes de perforación efectuados a cada lado de la quebrada Linderos y en concordancia con cada uno de los ejes verticales previstos para el puente.

La columna estratigráfica del apoyo derecho fue construida a partir del sondaje de perforación identificado como taladro PLD-1 el cual tuvo una profundidad de 25 m mientras que la del lado opuesto se sustenta en el sondaje de perforación efectuado mediante el taladro identificado como PLI- 2, también de 25 m de profundidad.

Como se puede observar en las fotografías que acompañan el presente acápite, en superficie se observa un pequeño farallón de roca volcánica exhalativa, de naturaleza



piroclástica y del tipo brecha de explosión de composición local predominantemente andesítica, la cual se encuentra cubierta por material coluvial en las laderas de la quebrada Linderos y por material de origen fluvial - aluvional en el fondo de dicha quebrada.

A la altura del apoyo derecho del puente proyectado se reporta que la cobertura de material inconsolidado de naturaleza fluvio - aluviónica profundiza -5,4 m, cota en la cual intercepta en profundidad la misma litología que se observa mediante afloramiento en superficie, es decir la brecha de explosión andesítica que se documenta en las fotografías siguientes.



Fotografía 43. Brecha de explosión andesítica.

SEGMENTO		REGISTRO	MUESTRA	CLASIF. SUCS
DE	A			
00,00	00,80	Grava, fragmentos predominantemente de andesita con geometría angular y subangular, diámetros predominantes $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1½" sin recuperación de matriz.		GP



00,80	03,70	Grava con predominio de fragmentos andesíticos de color gris, gris verdusco y rojo, con geometría angular, subordinadamente subangular, con diámetro predominante 1” - 1½”; registra presencia de bloque lítico andesítico < 15 cm de diámetro hacia el inicio y el final del horizonte, sin recuperación de matriz		GP
03,70	04,70	Bloque lítico andesítico de 1m de diámetro, de color gris, textura fanerítica porfiroide con fenos de plagioclasa sódica (andesina) y ferromagnesianos en matriz afanítica.		
04,70	05,40	Grava gruesa 2” de diámetro y bolonería con < 10 cm de diámetro; bloques líticos de geometría subredondeada a subangular, andesíticos de color gris y rojizo, sin recuperación de matriz.		GP
05,40	25,00	Brecha de explosión conformada por fragmentos líticos heterométricos <2” de diámetro, predominantemente de geometría angular, puntualmente redondeada, de andesita gris oscura y roja, englobados en matriz andesítica constituida por fenos de plagioclasa sódica y ferromagnesianos en una matriz afanítica de toba de color gris rojiza; la columna de perforación muestra un RQD = 80% - 95%, promedio RQD = 87%.	6,8-7,1 MPLD--1  8,5-8,85 MPLD-2  5,4 - 25 COMPOSITO MPLD-3	

*Tabla 16. Registro estratigráfico de la columna de perforación que se reporta en el informe respectivo se detalla en la tabla siguiente.*

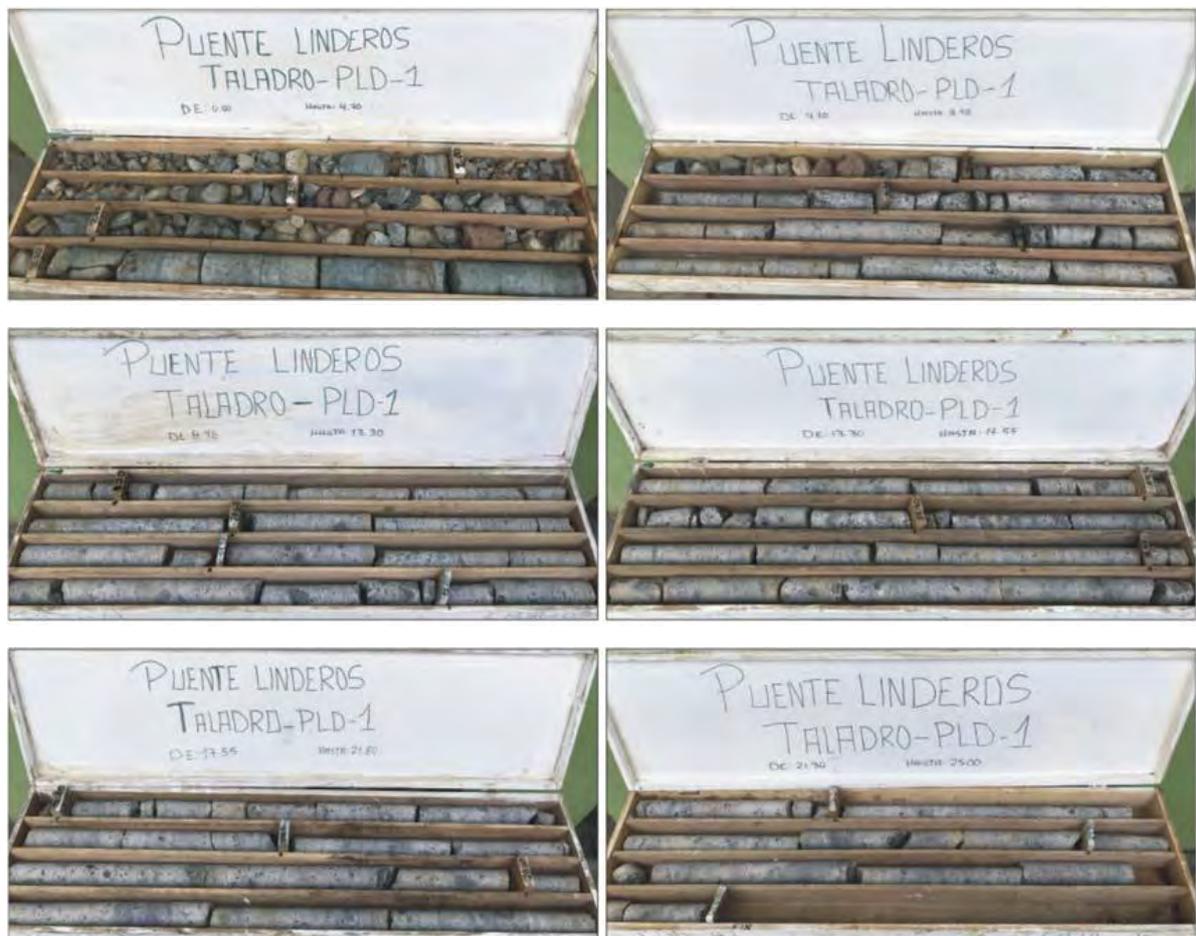
Donde los primeros 0,8 m corresponden a material de relleno antrópico relacionado con la plataforma de rodadura de la vía y los siguientes 4,8 m corresponden a material fluvio - aluviónico que yace sobre la bed rock local que se registra a partir de los 5,4 m de profundidad.

Sobre el material lítico se tomó la muestra compósito MPLD-3, representativa del segmento 5,4 m – 25 m, la cual sirvió para analizar el grado de agresividad química de la roca al concreto y, las muestras MPLD-1, tomada en el segmento recomendado para el



desplante de la subestructura y MPLD-2, tomada por debajo del nivel de desplante presunto y dentro de la zona de influencia del bulbo de presión de la subestructura del puente; ambas muestras tuvieron por propósito investigar las propiedades geomecánicas de la roca de fundación del apoyo derecho del puente y sus resultados se analizan en el acápite siguiente.

La secuencia fotográfica expuesta a continuación documenta el testigo de perforación que se expone en la presente investigación.



Fotografía 44. Testigos de perforación 01 del puente linderos proyectado.

En el lugar de emplazamiento del apoyo izquierdo del puente proyectado se reporta que la cobertura de material inconsolidado de naturaleza fluvio - aluviónica profundiza -17,4 m, cota en la cual intercepta en profundidad la misma litología que se observa mediante



afloramiento en superficie, es decir la brecha de explosión andesítica que se documenta en las fotografías siguientes.



*Fotografía 45. Brecha de explosión andesítica, que aflora en la superficie.*

El registro estratigráfico de la columna de perforación que se reporta en el informe respectivo se detalla en la tabla siguiente donde se puede observar que el primer 1,0 m corresponde a material de relleno antrópico relacionado con la plataforma de rodadura de la vía y los siguientes 16,4 m corresponden a material fluvio - aluviónico que yace sobre la bed rock local cuya presencia se registra a partir de los 17,4 m de profundidad.



SEGMENTO		REGISTRO	MUESTRA	CLASIF. SUCS
DE	A			
00,00	1,00	Material de relleno, arena arcillosa de color marrón cenizo claro.		SC
01,00	01,30	Bolonería con diámetro <15cm, fragmentos de brecha volcánica andesítica de color gris, rojizo y verduzco.		
01,30	02,40	Arcilla de color marrón rojizo oscuro con materia orgánica, mediana plasticidad y rígida en estado anhidro		OH
02,40	02,80	Grava gruesa 2” de diámetro en matriz de arcilla arenosa de color beige claro.		GC
02,80	03,50	Grava gruesa 2” de diámetro con guijas < 10 cm de diámetro; polimícticas, subangular a subredondeada conformada por fragmentos de brecha de explosión de naturaleza andesítica y coloración gris oscuro, gris pálido, rojizo y verde pálido		
03,50	04,00	Bolonería de diámetro <30 cm, guijones de andesita gris, sin recuperación de finos.		
04,00	06,30	Arcilla moderadamente plástica de color marrón oscuro en estado humectado.		CL
06,30	08,90	Arcilla limosa de baja plasticidad y color marrón rojizo en estado humectado.	6,3 - 8,0 MPLI-1 MPLI-1C	OL
08,90	11,00	Arcilla moderadamente plástica de color marrón oscuro en estado humectado, rígida en estado anhidro.		CL
11,00	12,60	Arcilla limosa de baja a moderada plasticidad, de color marrón rojizo.		OL
12,60	12,85	Arcilla limosa, orgánica, plástica y de color gris verduzco.		OH
12,85	17,40	Arcilla de color marrón rojizo, plástica, de aspecto rígido en estado anhidro. A la profundidad de 16,8 m se registra la presencia de un bolón <23 cm de diámetro, conformado por brecha andesítica.		CH

Tabla 17. Registro estratigráfico de la columna de perforación N°02.

Sobre el material suelto se tomó la muestra compósito MPLI-1C, representativa del segmento 0,0 m – 17,4 m, la cual sirvió para analizar el grado de agresividad química del suelo al concreto y las muestras MPLI-1, tomada en el horizonte de material suelto menos plástico de los registrados en la columna de perforación y MPLI-2, tomada en el nivel de desplante presunto de la subestructura del puente; ambas muestras tuvieron por propósito investigar las propiedades geomecánicas, en un caso del suelo de cobertura y de la roca



17,40	25,00	Brecha de explosión conformada por fragmentos líticos heterométricos <3” de diámetro, predominantemente de geometría angular, puntualmente redondeada, de andesita gris oscura, roja y verde, englobados en matriz andesítica constituida por fenos de plagioclasa sódica y ferromagnesianos en una matriz afanítica de toba de color gris rojiza; la columna de perforación muestra para el segmento inicial de 1 m, un RQD = 70% y para el segmento inferior un RQD = 80% - 90%, promedio RQD = 85%.	17,5 - 17,80 MPLI-2	
-------	-------	--	---------------------	--

de fundación del apoyo izquierdo en el otro caso; los resultados respectivos se analizan en el acápite siguiente.

La secuencia fotográfica expuesta a continuación documenta el testigo de perforación que se expone en el presente trabajo de investigación.





Fotografía 46. Testigos de perforación 02 del puente linderos proyectado.

### b) Condiciones de Cimentación de la Subestructura

Según se indicara previamente, la subestructura del puente Linderos tanto en lo que concierne a su apoyo derecho consistirá de un estribo que se prevé fundarlo mediante cimentación superficial apoyada sobre roca a través de una zapata rectangular de concreto armado de 6,5 m de ancho por 7,5 m de largo, la cual a su vez eventualmente descansará sobre una falsa zapata de concreto ciclópeo; en lo que respecta al apoyo izquierdo la subestructura consistirá de un estribo apoyado mediante una zapata de concreto armado y sección rectangular de 6,5 m de ancho por 7,5 m de largo, sobre una estructura del tipo caisson abierto de similar sección y 11,2 m de profundidad.

En el caso del apoyo derecho se plantea excavar en roca 1,6 m desde el contacto suelo / roca hasta alcanzar un nivel con mejor indicador RQD (87% en promedio), no obstante debe tenerse presente que esta propuesta surge a partir de la información obtenida mediante un núcleo de perforación de 5 cm de diámetro respecto a las dimensiones de la superficie de la zapata, lo cual implica que al momento de efectuar la excavación se tiene que reevaluar el parámetro RQD de la roca y eventualmente se puede reducir la profundidad de empotramiento que se está proponiendo.

En el caso del apoyo izquierdo se plantea excavar la roca 0,1 m desde el contacto suelo / roca ya que en este nivel se tiene un valor del índice RQD de 85 % en promedio.



### **c) Parámetros Sísmicos de Diseño**

En esta sección se establecen los parámetros mínimos para el diseño sísmico con el objetivo de minimizar el riesgo de daños materiales y garantizar la continuidad del tráfico después del evento sísmico más probable. Estos parámetros se basan en el Manual de Diseño de Puentes DGSF - MTC y proporcionan la información necesaria para calcular la fuerza total generada por un sismo previsible que pueda afectar la estructura. Para este propósito, se definen los factores de sitio, los parámetros para determinar el coeficiente de respuesta sísmica elástica y el coeficiente de aceleración utilizando el plano de isoaceleraciones espectrales. Estos parámetros son fundamentales para desarrollar un diseño resistente a sismos y asegurar la seguridad de la estructura.

### **d) Tipo de Suelo y Clase de Sitio**

El sustrato donde se proyecta la fundación del puente es, según se indicara previamente, de naturaleza rocosa, rígida aunque no al extremo de la roca cristalina, de una colada lávica, roca calcárea o clástica bien litificada, para el cual se esperan velocidades de onda de corte  $V_s$  comprendidas entre 760 m/seg y 500 m/seg.

Consiguientemente con lo expuesto, de acuerdo con el Manual de Diseño de Puentes del MTC, el tipo de suelo descrito corresponde a la categoría B.

Como referencia se adjunta en el siguiente cuadro las tipologías de suelo clasificadas en correlación con el parámetro  $V_s$ .

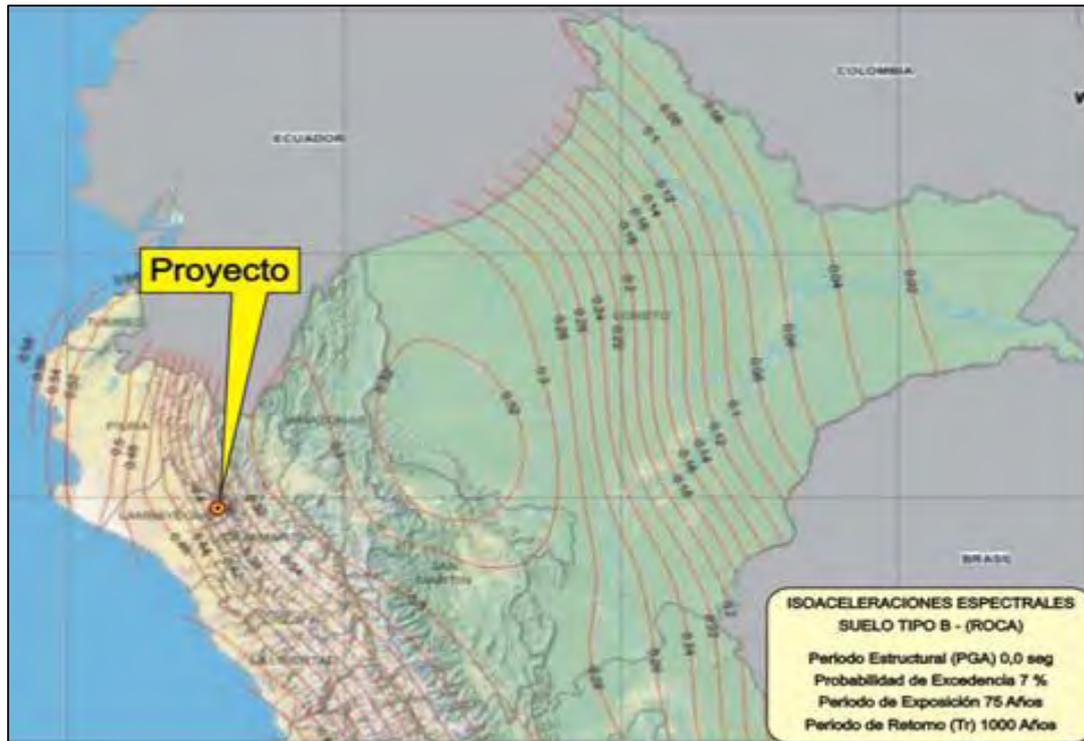


Figura N°. 22. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.0 seg. Fuente: IBC-2012.

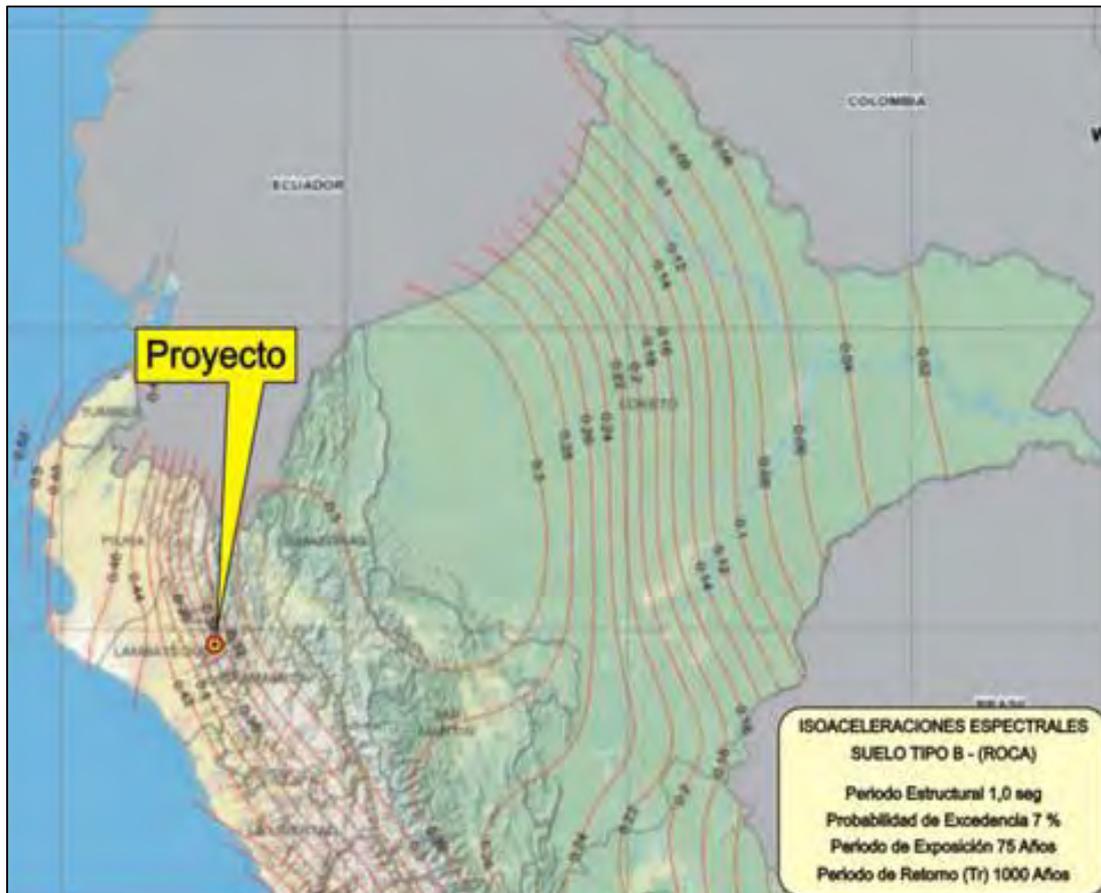


Figura N°. 23. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 1.0 seg. Fuente: IBC-2012.

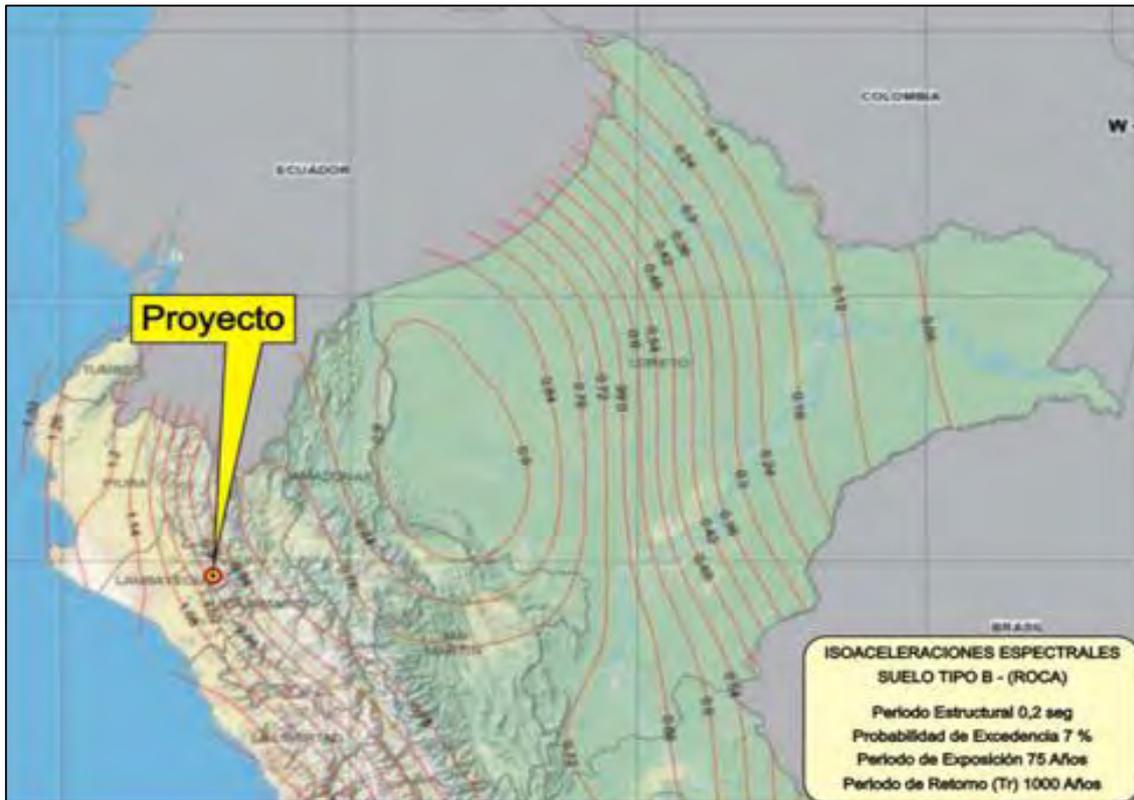


Figura N<sup>o</sup>. 24. Isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.2 seg. Fuente: IBC-2012

Clasificación Sísmica IBC - 2012			
Tipo de Suelo	Denominación del Suelo	Velocidad de Ondas de Corte $V_s$ 30(m/s)	Resistencia a la Penetración Estándar SPT (N)*
A	Roca muy Dura	$V_s > 1500$	N/A
B	Roca o suelo muy Rígido	$760 < V_s < 1500$	N/A
C	Suelo muy denso o Roca blanda	$360 < V_s < 760$	N50
D	Suelo Rígido	$180 < V_s < 360$	$15 = N = 50$
E	Suelo Blando	$V_s < 180$	$N < 15$

Tabla 18. Clasificación sísmica IBC - 2012



Valores Resultantes		
Profu. (m)	Vs(m/s)	Rigidez
-1.07	387,0	
-2.31	302,0	
-3.71	313,0	
-5.28	533,0	
-7.01	704,0	
-8.90	659,0	
-10.96	562,0	
-13.19	502,0	
-15.58	557,0	
-18.13	642,0	
-20.85	705,0	
-23.75	723,0	
-26.79	709,0	
-30.00	705,0	

Tabla 19. Resultados de la clasificación sísmica IBC – 2012.

#### e) Factores de Sitio

Los factores de sitio son definidos a partir del mapa de isoaceleraciones espectrales consignado al inicio del presente acápite y de las tablas de coeficientes de aceleración pico espectral del Manual de Diseño de Puentes del MTC, para periodos estructurales cero, corto y largo, (periodos espectrales 0,0 seg, 0,2 seg y 1 seg).

PGA		PERIODO CORTO [Ss]	PERIODO LARGO [S1]
Fpga	1,00		
Fa		1,00	
Fv			1,00

Tabla 20. Valores de los factores de sitio.

#### f) Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica

Los valores de aceleración espectral calculados para sustrato rocoso y para periodos de [0,0, 0,2 y 1] segundos, eventualmente son modificados por el perfil de suelo de forma tal que en la superficie se generan nuevas ordenadas espectrales [As, Sds y SD1] (en este caso, dado que el factor es 1, los valores expresados en los mapas de isoaceleraciones del



Manual de Puentes del MTC, no sufren alteración), las cuales son determinadas a partir de los factores de amplificación [ $F_a$  y  $F_v$ ] que se exponen en la tabla previa, según se detalla en la tabla siguiente:

$[A_s = F_{pga} * P_{ga}]$	$[S_{DS} = F_a * S_s]$	$[S_{D1} = F_v * S_1]$
0,37	0,90	0,35

Tabla 21. Coeficiente de respuesta sísmica Elástica.

A partir de los valores indicados se calculará el coeficiente de respuesta elástica para el diseño del espectro de respuesta.

#### g) Zonificación Sísmica

A partir de [ $S_{D1} = 0,35$ ] y en base a las zonas sísmicas especificadas en el Manual de Diseño de Puentes del MTC, al proyecto le corresponde asignarle la zona sísmica 3.

#### h) Características Geométricas de la Subestructura

Ambas zapatas serán de sección rectangular y tendrán una sección de 7,5 m de largo por 6,5 m de ancho y estarán apoyadas, en el lado derecho, sobre la roca mediante estructura del tipo falsa zapata adosada mediante dowells; en el caso del lado izquierdo sobre la roca mediante estructura del tipo caisson abierto.

#### i) Parámetros Geotécnicos de Diseño de la Fundación

Tal como se indicará previamente, el puente se emplazará mediante un punto de apoyo en cada lado de la quebrada Linderos que a nivel de contacto serán estructuras del tipo zapatas rectangulares apoyadas sobre un mismo tipo de roca, con características estructurales y geomecánicas similares, por lo que los indicadores RMR (Rock Mass Rating) y RQD (Rock Quality Designation) empleados para determinar la calidad y el grado de fracturamiento de la roca, respectivamente, son los mismos para las fundaciones de ambos puntos de apoyo.



*Fotografía 47. Afloramiento rocoso, para un análisis y valoración cualitativa con el método Bieniawski conocido como RMR.*

La calidad del sustrato rocoso que hospeda la fundación del puente es evaluada de acuerdo con el método de Bieniawski, el cual permite expresar la valoración cualitativa de un afloramiento rocoso, en este caso el que se documenta en la imagen aledaña, en términos de un guarismo conocido como índice RMR, el mismo que es desarrollado a partir de los parámetros expuestos en la tabla siguiente, los que proporcionan un indicador de 44, cifra que identifica la roca de fundación como de categoría III, o de media calidad, con un factor RQD en superficie de 56%, un valor de cohesión (c) de 250 KPa y un ángulo de rozamiento ( $\phi$ ) de  $30^\circ$ ; los parámetros empleados derivan de valores promedio y representativos observados en el campo, donde el factor RQD fue estimado con ayuda de la escala gráfica representada por el rectángulo amarillo en la fotografía precedente y según el procedimiento empírico que propone la siguiente expresión:

$$RQD \approx 100 \exp^{-0,1 \lambda} (0,1 \lambda + 1)$$

Donde  $\lambda$  es la inversa del espaciado medio de las discontinuidades.



PARAMETROS	CUANTIFICACION	PONDERACION
Resistencia a la Compresión Uniaxial	37,8 Mpa	7
RQD	56%	13
Separación de Discontinuidades	0.06 m – 0,2 m	8
Persistencia	3 - 10 m	2
Abertura	>5 mm	0
Rugosidad	Rugosa	5
Relleno	Sin Relleno	6
Alteración	Moderada	3
Aguas Percolantes	Húmedo	7
Corrección por Orientación de Discontinuidades	Medianamente Desfavorable	-7
Valoración Cuantitativa Total		44
Clase		III
Calidad		Media
Cohesion		250 Kpa
Angulo de Rozamiento		30

Tabla 22. Parámetros de campo y ponderación respectiva del afloramiento rocoso.

Siendo el parámetro de resistencia a la compresión uniaxial establecido como un promedio de los valores reportados por los ensayos efectuados sobre la columna de perforación (no a nivel de afloramiento); el factor de corrección por discontinuidades emplazadas desfavorablemente con respecto a la fundación prevista se estableció a partir de las observaciones y mediciones en campo, atestiguadas por la fotografía previa, considerando la orientación de su emplazamiento natural en el campo y su relación geométrica con respecto al eje de mayor esfuerzo según el cual se espera transmitir los esfuerzos de la estructura al terreno, simulando las condiciones menos favorables al punto de desestimar en el cálculo de la capacidad de soporte la incidencia de las fuerzas confinantes naturales que se espera que actúen sobre las zapatas o los elementos estructurales del cimiento.

Hasta este punto, exceptuando los valores de resistencia a la compresión uniaxial, todo el análisis efectuado según el método de Bieniawski, tiene un fundamento empírico aunque sistemático y aplica al afloramiento rocoso, los parámetros para el sustrato rocoso

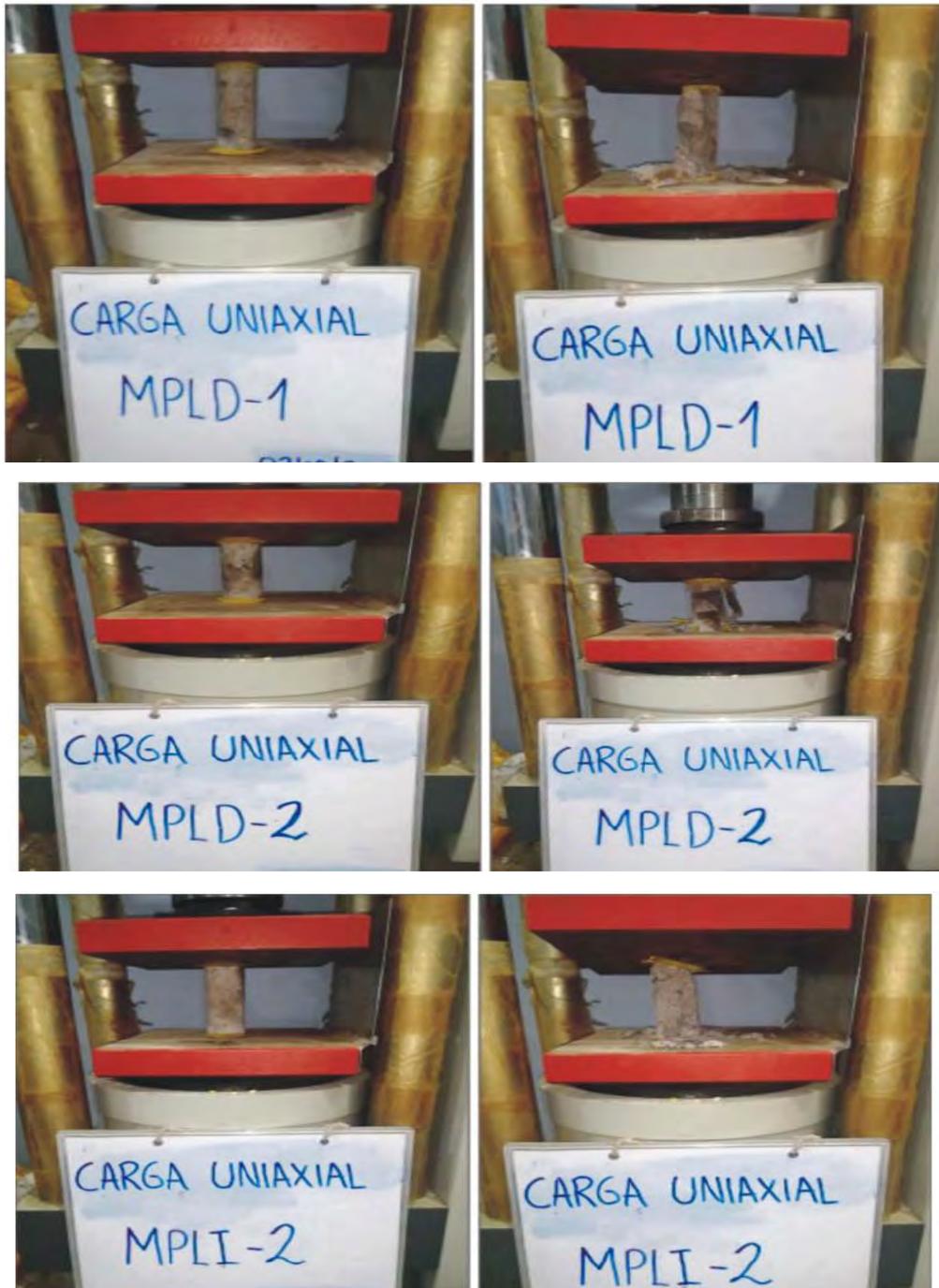


a nivel de fundación de la estructura determinados a partir de la columna de perforación y de los ensayos en laboratorio de geomecánica se exponen en la tabla siguiente y son los que en último término se emplearán para el cálculo de los parámetros geotécnicos de diseño.

APOYO	PROFUNDIDAD	RQD	RESISTENCIA COMPRESIÓN UNIAxIAL	MUESTRA
Derecho	07,0 m	87%	307 Kg/cm <sup>2</sup>	MPLD-1
	08,5 m	87%	527 Kg/cm <sup>2</sup>	MPLD-2
Izquierdo	17,5 m	85%	321 Kg/cm <sup>2</sup>	MPLI-1

*Tabla 23. Parámetros geotécnicos de diseño, derivados de las muestras MPLD-1, MPLD-2 Y MPLI-2.*

Los parámetros previamente indicados se derivaron de las muestras MPLD-1, MPLD-2 y MPLI-2 las cuales fueron ensayadas en el respectivo laboratorio de geomecánica, según se puede visualizar en las fotografías siguientes mientras que los resultados se encuentran detallados en los correspondientes certificados que se adjuntan en los Anexos del presente documento.



Fotografía 48. Ensayo de laboratorio carga uniaxial.

#### j) Capacidad de Carga del Sustrato de Fundación

La capacidad de carga última del sustrato rocoso donde se prevé fundar la subestructura del puente para cada uno de los apoyos fue determinada a partir de los parámetros físico-mecánicos indicados en el acápite precedente y para el nivel de la fundación de las zapatas.



El cálculo se basa en la metodología propuesta por la normativa AASHTO LRFD para determinar el estado límite de resistencia a nivel de la fundación. Para calcular la capacidad máxima de carga, utilizamos la siguiente expresión matemática como referencia.

$$q_{ult} = N_{ms}C_0$$

Donde:

	Capacidad Carga Última	Resistencia Compresión Simple $C_0$	Factor Tipo Roca $N_{ms}$
Fundación Derecha	$q_{ult}$	307 Kg/cm <sup>2</sup>	0,28
Fundación Izquierda		321 Kg/cm <sup>2</sup>	0,28

Tabla 24. Capacidad de carga del sustrato de fundación.

A partir de los considerandos previos se desarrolla la ecuación y se obtiene la capacidad de carga última para cada apoyo en los términos que se indica a continuación:

	Capacidad Carga Última $q_{ult}$ Estado Límite de Resistencia		Capacidad Carga Última $q_{ult}$ Estado Límite de Servicio		
<b>Fundación Derecha</b>	85 Kg/cm <sup>2</sup>	8.33 Mpa	67 kg/cm <sup>2</sup>	6.57 MPa	670 TM/m <sup>2</sup>
<b>Fundación Izquierda</b>	89 Kg/cm <sup>2</sup>	8.72 Mpa	63 Kg/cm <sup>2</sup>	6.17 MPa	630 TM/m <sup>2</sup>

Tabla 25. Capacidad de carga última y estado límite de resistencia.

### k) Asentamientos Presuntos

El asentamiento (p) considerado como el máximo tolerable por AASHTO para rocas competentes es de 15 mm.

El cálculo del parámetro correspondiente se apoya en la expresión matemática:



$$p = q_0(1 - V^2)(Bl_p/E_m) \quad (1)$$

Donde:

$$l_p = \sqrt{\frac{L}{B}}/\beta_z \quad (2)$$

$$E_m = OEE_0 \quad (3)$$

$$OE = 0.0231(RQD) - 1.32 \geq 0.15 \quad (4)$$

Apoyo Derecho:

$q_0$	Tensión Vertical en la Base	8,33 Mpa
$\nu$	Coefficiente de Poisson	0.20
$l_p$	Coefficiente que incorpora la rigidez y dimensiones de la zapata	1,028
$E_0$	Módulo de Elasticidad de la Roca	40Mpa * 10 <sup>3</sup>
$\beta_z$	Factor que Incorpora Rigidez y Geometría de la Zapata	1.09
$L$	Largo de la Zapata	7,50 m
$B$	Ancho de la Zapata	6,50 m
$RQD$	Rock Quality Designation	87

Tabla 26. Asentamientos presuntos en el apoyo derecho.

Resolviendo (4) y (3) se tiene:

$$OE = -0.68$$

Con lo que se cumple:  $OE \geq 0,15$ , Siendo:

$$E_m = 0.68 * 40MPa * 10^3 = 27,2 MPa * 10^3$$

Resolviendo (1) Para  $p_{max} = 15 mm$ :

$$q_0 = 6.57 MPa$$

Para  $q_{ult} = 67 kg/cm^2$



Apoyo Izquierdo:

$q_0$	Tensión Vertical en la Base	8,72 Mpa
$\nu$	Coefficiente de Poisson	0.20
$l_p$	Coefficiente que incorpora la rigidez y dimensiones de la zapata	1,028
$E_0$	Módulo de Elasticidad de la Roca	$40Mpa * 10^3$
$\beta_z$	Factor que Incorpora Rigidez y Geometría de la Zapata	1.09
$L$	Largo de la Zapata	7,50 m
$B$	Ancho de la Zapata	6,50 m
$RQD$	Rock Quality Designation	85

Tabla 27. Asentamientos presuntos en el apoyo izquierdo.

Resolviendo (4) y (3) se tiene:

$$OE = - 0,64$$

Con lo que se cumple:  $OE \geq 0, 15$ , Siendo:

$$Em = 0.64 * 40MPa * 10^3 = 25,6 MPa * 10^3$$

Resolviendo (1)  $Parap_{max} = 15 mm$ :

$$q_0 = 6.17 MPa$$

Para  $q_{ult} = 63 kg/cm^2$

$$\rho = 15 mm$$

En consecuencia, para la aplicación de una carga máxima de 63 Kg/cm<sup>2</sup> o 630

TM/m<sup>2</sup>, el asentamiento elástico potencial esperado alcanzará el máximo tolerable



por norma de 15,0 mm, lo cual implica que las tensiones máximas para el estado límite de servicio que el proyectista deberá considerar no podrán exceder el valor de:

$$q_{ult} = 63 \text{ kg/cm}^2$$

#### D) Análisis de Agresividad al Concreto

Se investigó el grado de agresividad química potencial tanto al concreto como al acero que conformará las armaduras de la estructura según el protocolo requerido por la normativa técnica vigente, tanto a nivel de la roca que hospedará la fundación como a nivel del suelo de cobertura mediante muestras compósito tomadas de las columnas de perforación.

La muestra de suelo se rotuló como MPLI-1C mientras que el rótulo MOLD-3 corresponde a la muestra de roca; ambos ejemplares fueron remitidos al correspondiente laboratorio de geoquímica quienes reportaron los resultados que se resumen en la tabla siguiente y que igualmente se consignan en los certificados de ensayo que se anexan al presente.

Parámetros	Muestra MPLD-3	Muestra MPLI-1C
<b>Cloruros: Cl</b>	468 ppm	585 ppm
<b>Sulfatos: SO<sub>4</sub></b>	151 ppm	167 ppm
<b>Sales Solubles Totales</b>	150 ppm	816 ppm
<b>PH</b>	8,70	8,50

Tabla 28. Análisis de agresividad de concreto.



De lo anterior se concluye que, en tanto los valores reportados se encuentran dentro del rango de tolerancia expresado por la normativa vigente, el suelo y la roca que estarán en contacto con la subestructura del puente no son agresivos ni al concreto ni a las armaduras de acero.



## CONCLUSIONES

1.- El tramo I del proyecto, comprenden desde la parte alta cordillerana, en el divortium acuarium regional, hasta la localidad de Antuloma, donde inflexiona al Oriente Sur, hasta la localidad de Mamagpampa y el tramo II del proyecto comprenden una planicie aluvial donde se asienta la localidad de Atunloma, entre dos colinas que separan dos valles tributarios del Río Huancabamba, sobre la línea de cumbres local hasta la localidad de Congona la cual se ubica sobre una planicie.

2.- Geológicamente el proyecto, se encuentra definido por un núcleo plutónico de composición tonalítica y edad cretácica final - terciaria inicial, donde a lo largo de la vía se observa el macizo intrusivo extendidamente cubierto por depósitos exhalativos volcánicos de composición predominantemente dacítica - andesítica, La litología volcánica de la Formación Volcánico Porculla constituye el bed rock a lo largo de toda la vía y aflora de manera alterna en los sectores donde no existe enmascaramiento edáfico, particularmente a lo largo de los primeros nueve kilómetros de la carretera, desde el inicio en el desvío a Atunloma, hasta la quebrada Linderos. En términos tectónicos – estructurales, el proyecto se emplaza sobre un bloque delimitado por dos megaestructuras que por el Sur convergen y hacia el NW discurren de manera subparalela, inflexionando al NNW a la altura del proyecto, la estructura Occidental es denominada Falla Incahuasi y la Oriental, Falla Huancabamba, ambas afectan la secuencia volcánica Paleógena conformada por los volcánicos Porculla, incluyendo los niveles piroclásticos altos y el material suelto que conforma la cobertura de suelo local, está conformado por coluvio de laderas, depósitos aluviales, depósitos fluviales en cauces activos y depósitos aluviónicos.

3.- El análisis de susceptibilidad geodinámica a flujos aluviónicos permitió concluir que solo existe una zona en la quebrada Mamagpampa entre la progresiva 16+560 a 16+605



que se muestra susceptible a impactos potenciales de fenómenos geodinámicos particularmente intensos y de esta naturaleza; en general los fenómenos de geodinámica registrados a lo largo del camino son de baja intensidad, de baja probabilidad de ocurrencia y de eventualmente bajo a nulo impacto sobre la vía y la plataforma se muestra estable y no se han identificado sectores particularmente críticos; en el caso del tramo II, entre las progresivas 4+000 - 4+060, 4+100 - 4+180, 4+310 - 4+320 y 5+170 - 5+180, por razones de diseño geométrico el eje de la vía abandona la plataforma existente siendo necesario estabilizar el terraplén mediante estructuras retentivas, se plantea estructuras de suelo reforzado. Para el caso de la subrasante se considera el CBR al 95 %, de la densidad seca máxima del ensayo del proctor modificado, concluyendo que el suelo del tramo vecinal es óptimo.



## RECOMENDACIONES

- 1.- Como propuesta de solución en el sector de las progresivas 16+560 y 16+605 se plantea la construcción de una estructura retentiva de suelo reforzado a efectos de mantener confinada la plataforma y de un muro tipo gavión caja como pantalla de proyección del talud superior.
- 2.- La presente intervención prevé la construcción del puente Linderos como una estructura conformada por una losa y vigas de concreto armado de 31,6 m de luz, apoyadas sobre dos estribos de concreto armado, los cuales a su vez estarán fundados mediante zapatas rectangulares que en el caso del apoyo derecho descansarán sobre una falsa zapata y en el caso del apoyo izquierdo sobre una estructura del tipo caisson abierto, estando fundadas ambas sobre roca volcánica exhalativa de buena a media calidad geotécnica.
- 3.- Para efectos de mitigar y/o anular impactos geodinámicos negativos sobre el camino, más allá del caso de las progresivas 16+560 y 16+605, no es necesario apelar a soluciones no convencionales, por consiguiente cualquier eventual problema se abordará mediante el diseño geométrico apropiado de la vía, según parámetros geotécnicos indicados.
- 4.- Para la situación de estabilidad de taludes no es necesario apelar a estructura de retención ni acciones que excedan la modificación de la geometría por corte y descarga de material suelto, además de ello a lo largo de la vía los taludes no son relevantes y eventualmente constituyen situaciones que deberían ser atendidas mediante trabajos de mantenimiento rutinario.
- 5.- Se recomienda realizar estudios geofísicos para este tipo de investigaciones en un futuro.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Braja, M. Das. (2008) – *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* - CENGAGE learning, México, 587 págs.
- Camacho, V. (2013). *Mejoramiento de la trocha carrozable tramo; San Salvador Cuñish Alto – Cuñish Bajo (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú. Recuperado el 15 de marzo, de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/587>.
- Geología del cuadrángulo de Incahuasi, hoja 13e, INGEMMET. Boletín, serie A: Carta Geológica Nacional N°148.
- Gobierno regional de Lambayeque “*Estudio geológico del departamento de Lambayeque año 2013*”.
- Gómez, C. (2017). *Uso y aplicación de las emulsiones asfálticas* (tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua - Perú. Recupero el 15 de marzo, <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/UNC/265>.
- Instituto nacional de defensa civil. Plan de usos de suelo y medidas de mitigación de las siguientes ciudades: Ferreñafe , Lambayeque , Pimentel , Reque , San Jose , Santa Rosa , Chiclayo , Morrope , Puerto Eten , Monsefu ,Eten. Estudios desarrollados en el marco del programa de ciudades Sostenibles.
- MTC. (2018). *Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima - Perú: MTC.
- MTC. (2018). Manual de Carreteras: *Diseño Geométrico DG-2018*. Lima - Perú: MTC.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima - Perú: MTC.
- MTC. (2013). *Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje*. Lima - Perú: MTC.
- MTC. (2013). *Manual de Dispositivos de control del tránsito para calles y carreteras*. Lima - Perú: MTC.



MTC. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima - Perú: MTC

## **ANEXOS**

**Anexo 01:** Matriz de Consistencia.

**Anexo 02:** Plano de Ubicación.

**Anexo 03:** Plano geomorfológico local.

**Anexo 04:** Plano Geológico Regional.

**Anexo 05:** Plano Geológico Local Vial I

**Anexo 06:** Plano Geológico Local Vial II

**Anexo 07:** Plano Geológico Local Vial III

**Anexo 08:** Plano Geológico – Geotécnico Puente Linderos.

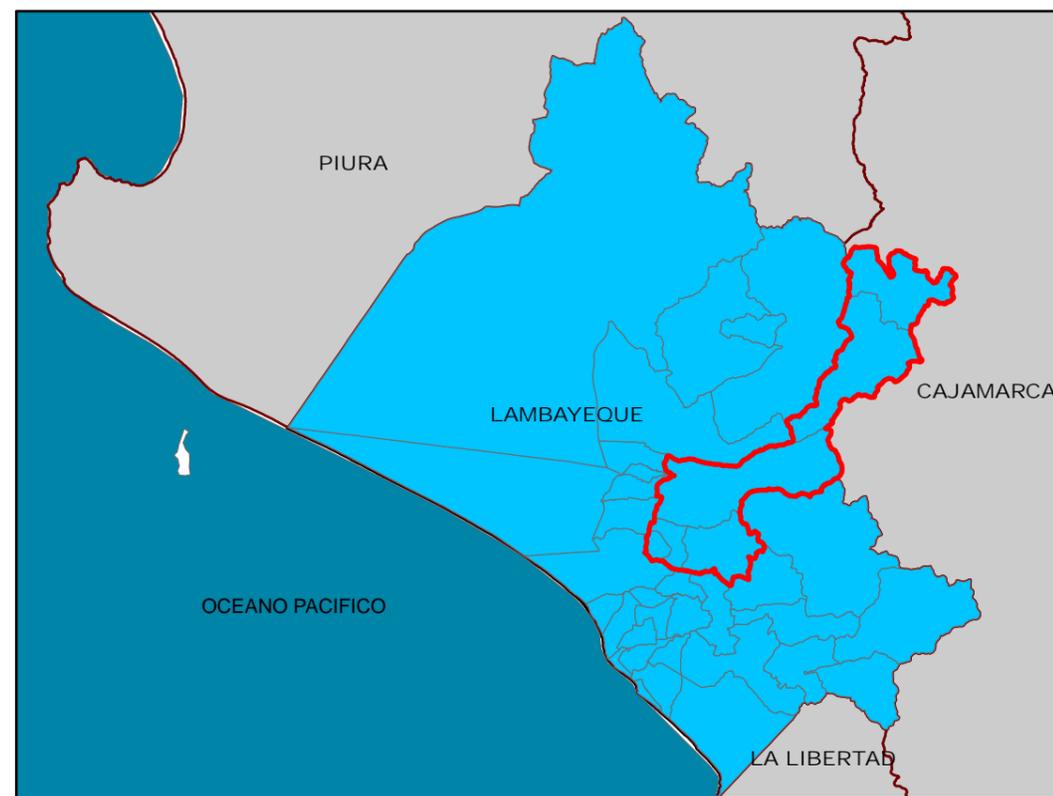
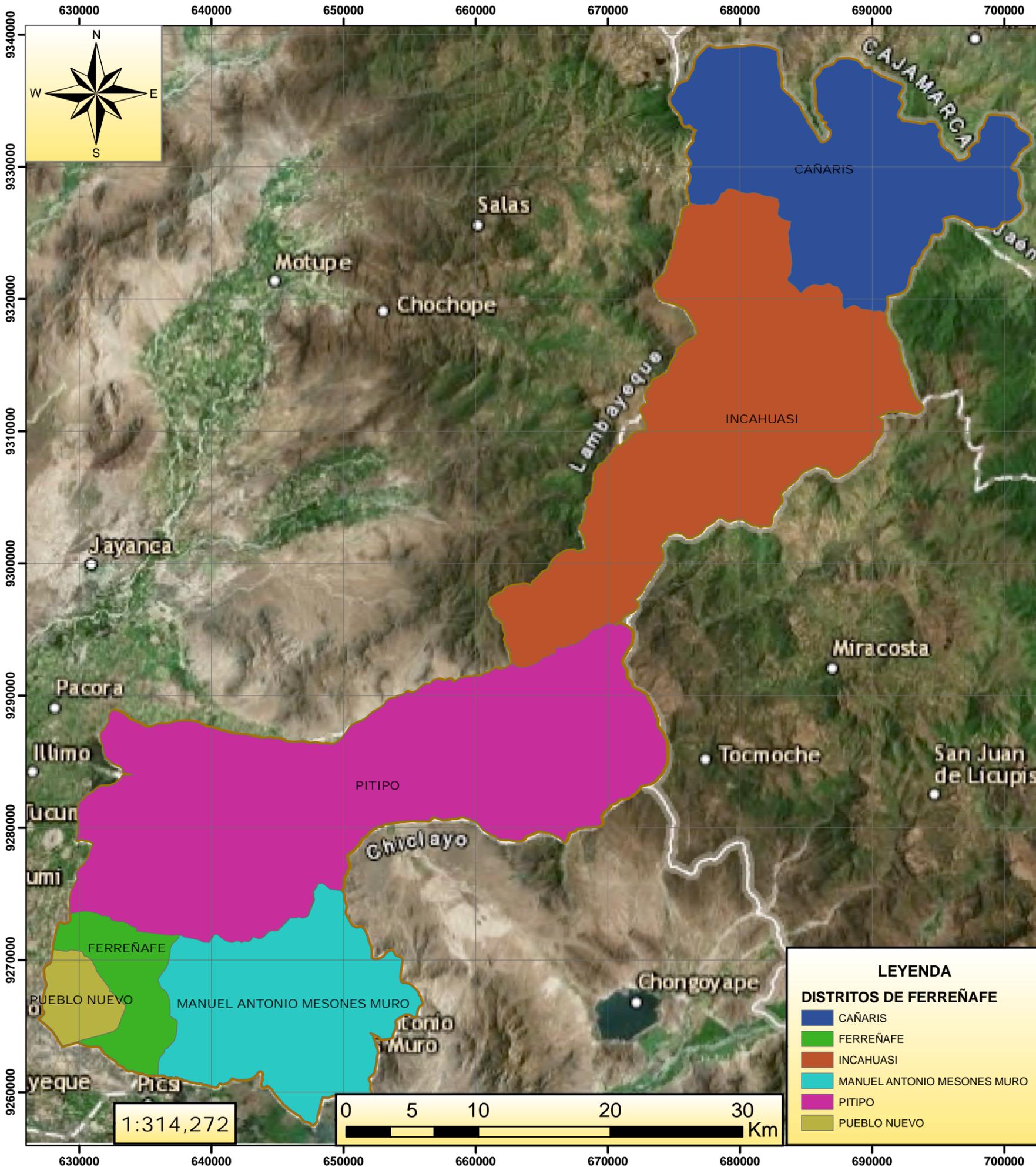
**Anexo 09:** Análisis de estabilidad de taludes.

**Anexo 10:** Ensayos de laboratorio.

**ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA																																													
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Independiente</b>	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 EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE y donde se ubicarán las demás 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 tipificación de las características geotécnicas de los materiales de la cimentación del vaso ETAPA FINAL: Sustentacion Final Del Proyecto de Tesis.																																													
1. ¿COMO SON LOS PARÁMETROS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS PARA GARANTIZAR EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE?	1. DETERMINAR LOS PARÁMETROS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS PARA GARANTIZAR EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.	1.- La caracterización geológica permitirá, determinar los parámetros geotécnicos; en función a los datos obtenidos de campo y los datos físico – mecánicas, de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales existentes en la zona.	- GEOLOGIA - GEOTECNIA																																														
<b>Problemas Especificos</b>	<b>Objetivos Especificos</b>	<b>Hipotesis Especificas</b>	<b>Dependientes</b>	<b>ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.</b>																																													
1. ¿CUÁL ES EL ENTORNO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y ESTRUCTURAL SOBRE EL CUAL SE REALIZARÁ EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE?	1.- DETERMINAR EL ENTORNO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y ESTRUCTURAL SOBRE EL CUAL SE REALIZARÁ EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.	1.- Se determinó el entorno geológico, geomorfológico y estructural el cual permitirá el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distritos Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.	Mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACTIVIDADES</th> <th>Ene-23</th> <th>Ene-23</th> <th>Feb-23</th> <th>Feb-23</th> <th>Mar-23</th> <th>Mar-23</th> <th>Abr-23</th> <th>Abr-23</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>ETAPA PRE-CAMPO:</b> exhaustiva revisión de la documentación existente relacionada con la zona de estudio, Análisis de mapas a Escala Regional.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>ETAPA DE CAMPO I:</b> Mapeo geológico y topográfica local a detalle</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>ETAPA DE CAMPO II:</b> estudio de materiales correspondiente al tramo de estudio y donde se ubicarán las demás obras conexas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>ETAPA DE POST-CAMPO:</b> Colección y organización de datos obtenidos de la etapa de campo y de los ensayos realizados.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ACTIVIDADES	Ene-23	Ene-23	Feb-23	Feb-23	Mar-23	Mar-23	Abr-23	Abr-23	<b>ETAPA PRE-CAMPO:</b> exhaustiva revisión de la documentación existente relacionada con la zona de estudio, Análisis de mapas a Escala Regional.									<b>ETAPA DE CAMPO I:</b> Mapeo geológico y topográfica local a detalle									<b>ETAPA DE CAMPO II:</b> estudio de materiales correspondiente al tramo de estudio y donde se ubicarán las demás obras conexas									<b>ETAPA DE POST-CAMPO:</b> Colección y organización de datos obtenidos de la etapa de campo y de los ensayos realizados.								
ACTIVIDADES	Ene-23	Ene-23	Feb-23	Feb-23	Mar-23	Mar-23	Abr-23	Abr-23																																									
<b>ETAPA PRE-CAMPO:</b> exhaustiva revisión de la documentación existente relacionada con la zona de estudio, Análisis de mapas a Escala Regional.																																																	
<b>ETAPA DE CAMPO I:</b> Mapeo geológico y topográfica local a detalle																																																	
<b>ETAPA DE CAMPO II:</b> estudio de materiales correspondiente al tramo de estudio y donde se ubicarán las demás obras conexas																																																	
<b>ETAPA DE POST-CAMPO:</b> Colección y organización de datos obtenidos de la etapa de campo y de los ensayos realizados.																																																	
2. ¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS, DE ESTABILIDAD Y DE CONSOLIDACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES EXISTENTES EN LA ZONA NECESARIOS PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE?	2.- DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS, DE ESTABILIDAD Y DE CONSOLIDACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES EXISTENTES EN LA ZONA NECESARIOS PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.	2.- Se determinó las características físico - mecánicas de estabilidad y de consolidación de los diferentes materiales el cual permitirá el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal Emp. La-103 – Chillvaca – Atunloma – Emp. 103 (mamagpampa) y acceso Desv. Congona – Nuevo Progreso – Congona, Distritos Cañaris – Incahuasi, Provincia Ferreñafe, Región Lambayeque.																																															

# PLANO DE UBICACION POLITICA DEL DISTRITO DE CAÑARIS - INCAHUASI



**LEYENDA**

**DISTRITOS DE FERREÑAFE**

- CAÑARIS
- FERREÑAFE
- INCAHUASI
- MANUEL ANTONIO MESONES MURO
- PITIPO
- PUEBLO NUEVO



<b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINAS Y METALURGICA</b>	
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</b>	
TESIS:	
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.	
PLANO DE UBICACION	
ASESOR:	MGT.ING. IVAN CACERES ANGULO
ELABORADO POR:	BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ
	BACH. ABEL CONDORI QUISPE
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROYECCION:	UTM
DATUM HORIZONTAL:	WGS84
HUSO Y ZONA:	17M Norte
ESCALA DE IMPRESION:	A-3
UBICACION	
SECTOR:	EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO
DISTRITO:	INCAHUASI
PROVINCIA:	FERREÑAFE
REGION:	LAMBAYEQUE

PLANO:  
**P-01**

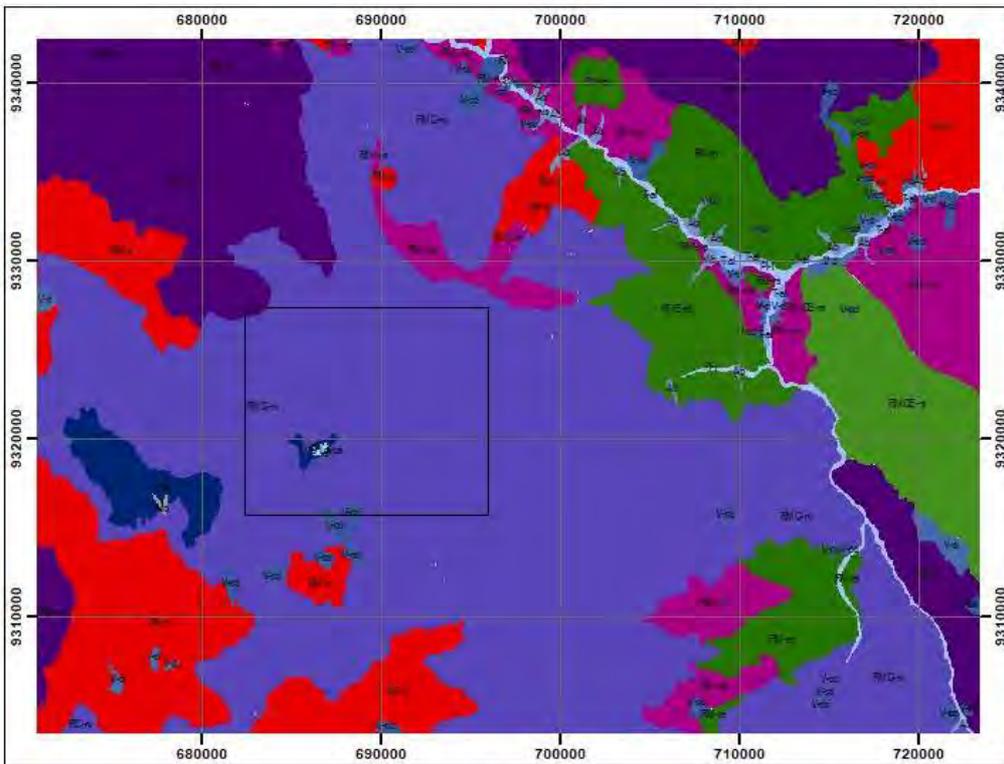
LAMINA: 1/1

ESCALA: 1:314,272  
FECHA: DICIEMBRE 2022

1:314,272

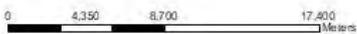


# MAPA GEOMORFOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO



## LEYENDA

- RM-ri, Montaña en roca intrusiva
- RM-rv, Montaña en roca volcánica
- RM-rvs, Montaña en roca volcano-sedimentaria
- RMC-rv, Montañas y colinas en roca volcánica
- RM-rs, Montaña en roca sedimentaria
- V-gl, Vertiente glacial o de gelifracción
- V-cd, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
- Ab, Abanico de piedemonte
- T-al, Terraza aluvial
- Lg/ca, Laguna y cuerpos de agua



1:300,000

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO



FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:  
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO  
VECINAL EMP. LA-103 - CHILVACA - ATUNLOMA - EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV.  
CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS - INCAHUASI, PROVINCIA  
FERRERAFE, REGION LAMBAYEQUE.

MAPA GEOMORFOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

ASESOR: ELABORADO POR: BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ	UBICACION SECTOR: EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO DISTRITO: INCAHUASI PROVINCIA: FERRERAFE REGION: LAMBAYEQUE
SISTEMA DE COORDENADAS PROYECCION: DATUM HORIZONTAL: HUSO Y ZONA: WGS84 17M Norte	ESCALA DE IMPRESION: A-2



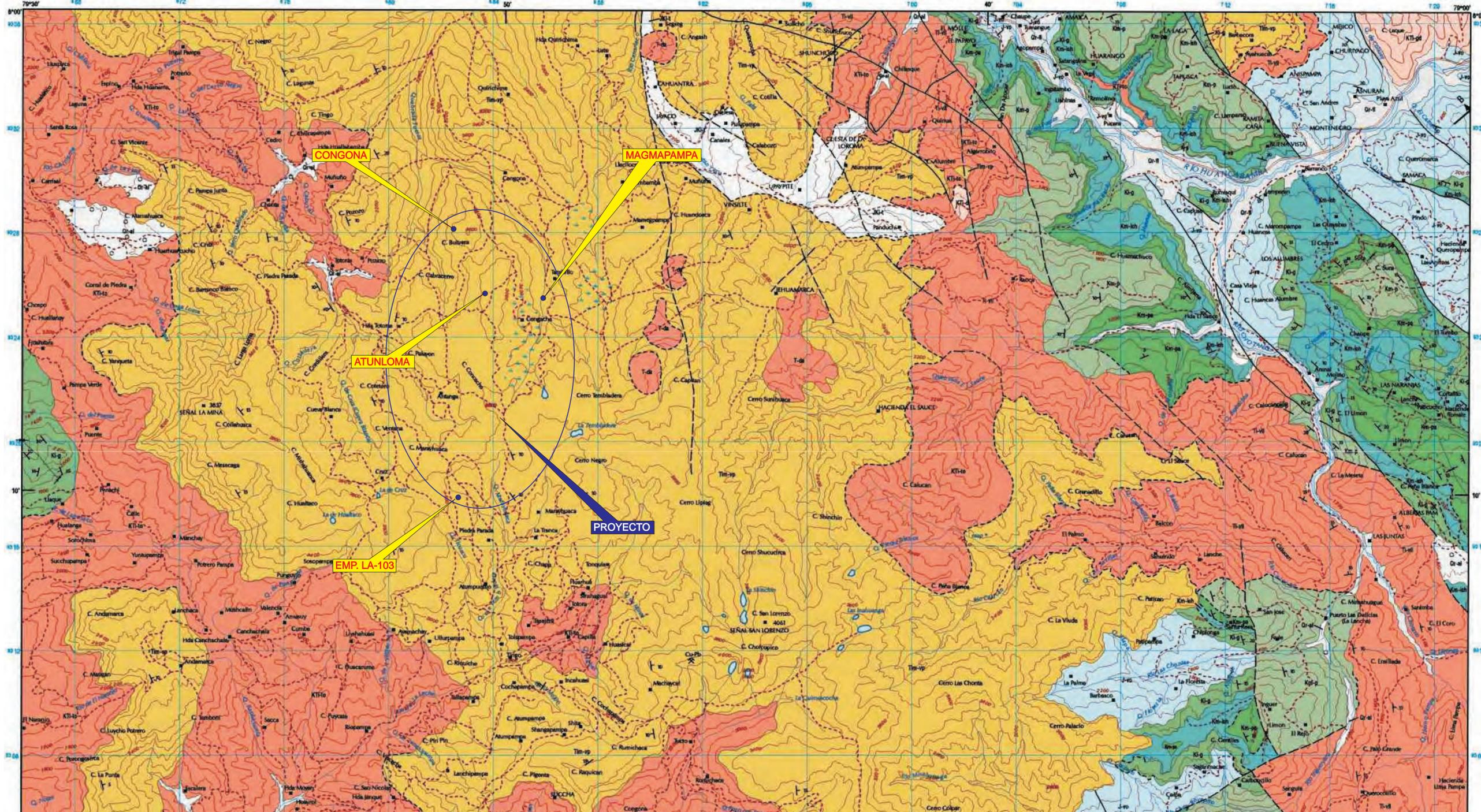
PLANO:

P-07

LAMINA: 1/1

ESCALA: 1:300 000

FECHA: ENERO 2023



**LEYENDA**

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO		RECIENTE	Depósitos fluviales aluviales y fluvio-glaciares disc. ANGUL. Volc. Huamboe disc. ANGUL. Volc. Porculla disc. ANGUL. Volc. Llama	Qr-tg Qr-sl Qr-fl Ts-vh Tm-yp T-vil	
			TERCIARIO	SUPERIOR		T-po Pórfido Cuarífero
				MEDIO		T-di Dapta
	MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	Turoniano	Bpo. Dulkuilan	Km-g
				Campaniano	Gco. Pullucana disc. PARAL. Fm. Parialambo disc. PARAL. Fm. Inca Chacú disc. PARAL.	Km-p Km-pe Km-lsl
				Albiano		
INFERIOR		Aptiano	Bpo. Boylarisquitza	Km-p		
		Neocomiano	Fm. Tinajones disc. PARAL.	Km-l		
		Muriario	Volc. Oyotún	J-vo		
JURÁSICO	SUPERIOR					
	MEDIO					
INFERIOR						

REPUBLICA DEL PERU  
SECTOR ENERGIA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO  
DEPARTAMENTOS : LAMBAYEQUE Y CAJAMARCA  
POR : JHON WILSON  
SUPERVISADO POR : CARLOS GUEVARA R.  
Escala 1:100,000

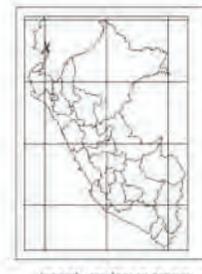


**INDICE DE CUADRANGULOS**

Dinos 12-d	Pomahuasi 12-e	Jain 12-f
Jayuyo 13-d	Incahuasi 13-e	Culervo 13-f
Chibuyo 14-d	Chongoyape 14-e	Chala 14-f

VERSION DIGITAL, 1998

DECLINACION MAGNETICA APROXIMADA EN 1987 PARA TODO EL CUADRANGULO VARIA ANUALMENTE -8.5' OESTE



BASE TOPOGRAFICA:  
LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAFICO POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR LIMA-PERU 1988

- SIMBOLOS**
- Contacto conocido
  - Contacto cubierto
  - Rumbo y buzamiento de estrato
  - Rumbo y buzamiento de estrato invertido
  - Falla conocida
  - Falla probable



FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:  
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 - CHILLVACA - ATUNLOMA - EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS - INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.

SISTEMA DE COORDENADAS  
DATUM HORIZONTAL: UTM  
WGS84  
HUSO Y ZONA: 17M Norte

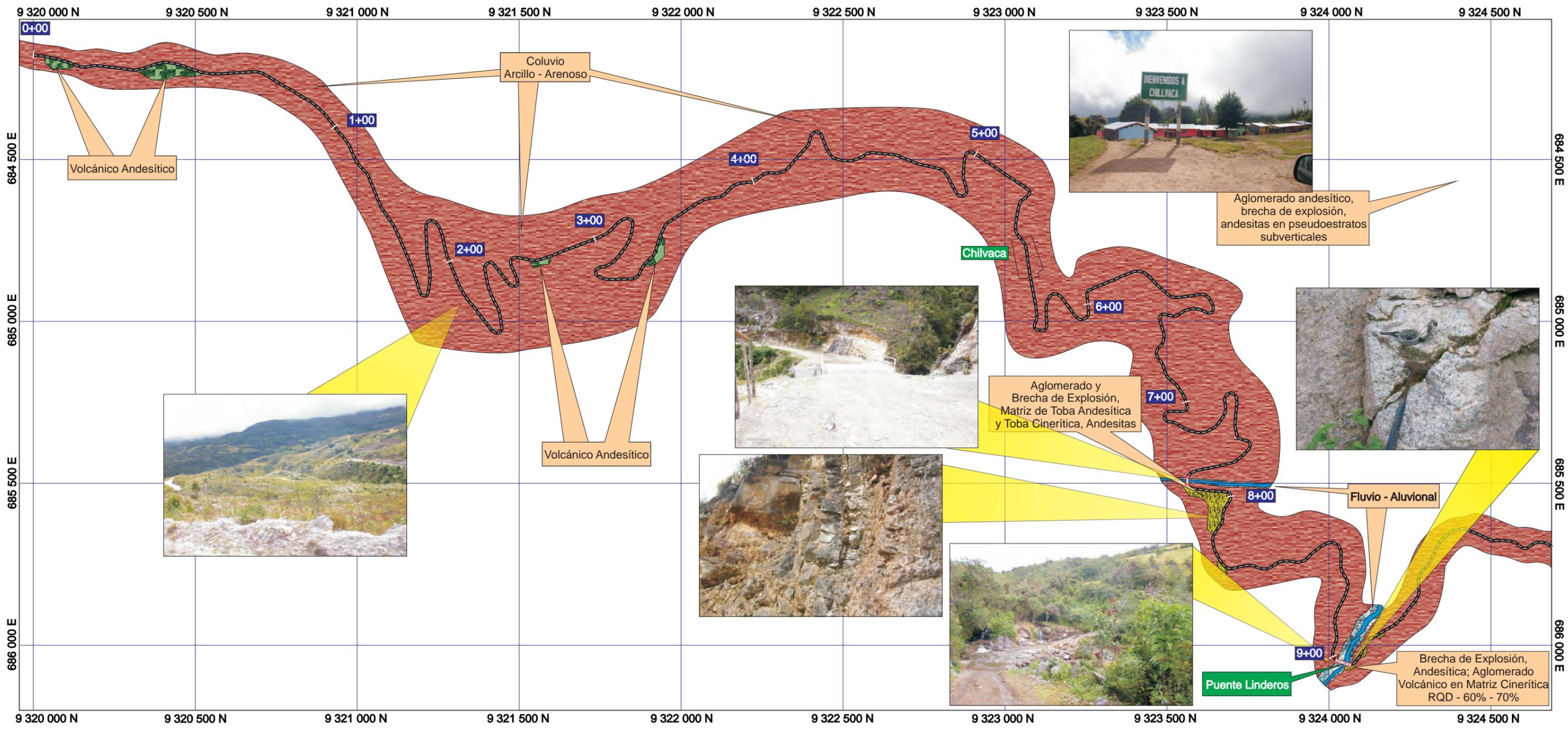
UBICACION  
SECTOR: EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO  
DISTRITO: INCAHUASI  
PROVINCIA: FERREÑAFE  
REGION: LAMBAYEQUE

PLANO:  
**P-02**

LAMINA: 1/1

ESCALA: 1:100 000

FECHA: ENERO 2023

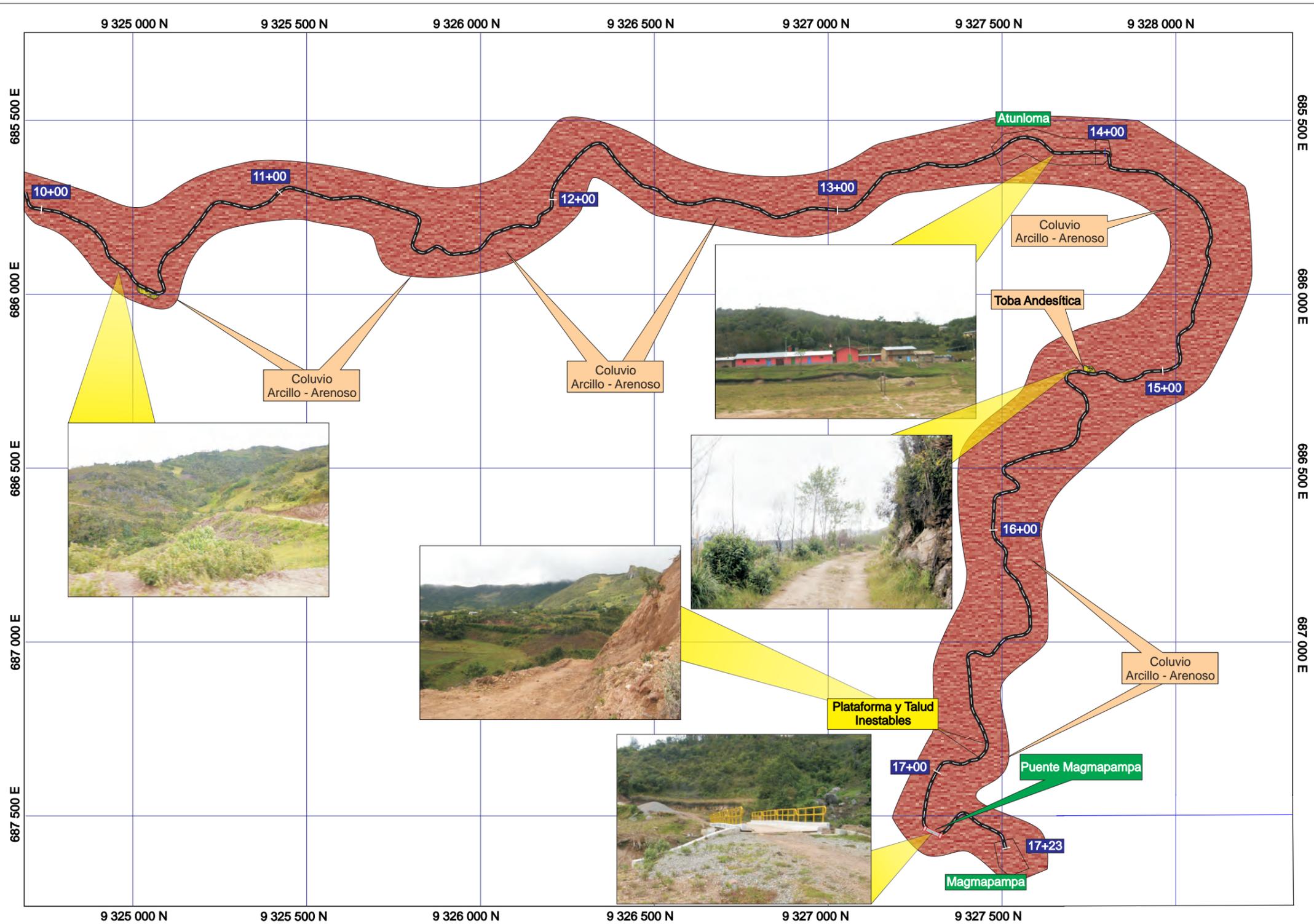


### HOJAS INDICE

12 d	12 e	12 f
13 d	13 e <b>INCAHUASI</b>	13 f
14 d	14 e	14 f

LEYENDA			
Material Fluvio - Aluviónico		Río Linderos	
Coluvio de Ladera		Puente / Eje Trazo Projectados	
Fm. Volcánico Porculia Brecha de Explosión		Andesitas Tobas Andesíticas	

	<b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</b>		
	<b>TESIS:</b> ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.		
<b>PLANO GEOLOGICO LOCAL VIAL I</b>			<b>LAMINA:</b> 1/3
<b>ASESOR:</b> MGT.ING. IVAN CACERES ANGULO <b>ELABORADO POR:</b> BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ BACH. ABEL CONDORI QUISPE	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b> <b>PROYECCION:</b> UTM <b>DATUM HORIZONTAL:</b> WGS84 <b>HUSO Y ZONA:</b> 17M Norte		<b>UBICACIÓN</b> <b>SECTOR:</b> EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO <b>DISTRITO:</b> INCAHUASI <b>PROVINCIA:</b> FERREÑAFE <b>REGION:</b> LAMBAYEQUE
<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> A-2			<b>ESCALA:</b> 1:12 500 <b>FECHA:</b> ENERO 2023



### HOJAS INDICE

12 d	12 e	12 f
13 d	13 e <b>INCAHUASI</b>	13 f
14 d	14 e	14 f

LEYENDA			
Material Fluvio - Aluviónico		Río Linderos	
Coluvio de Ladera		Puente / Eje Trazo Projectados	
Fm. Volcánico Porculla Brecha de Explosión		Andesitas Tobas Andesíticas	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:  
 ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 – CHILLVACA – ATUNLOMA – EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA – NUEVO PROGRESO – CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS – INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.

PLANO GEOLOGICO LOCAL VIAL II

ASESOR:	MGT.ING. IVAN CACERES ANGULO	UBICACIÓN	SECTOR: EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO
ELABORADO POR:	BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ	DISTRITO:	INCAHUASI
	BACH. ABEL CONDORI QUISPE	PROVINCIA:	FERREÑAFE
		REGION:	LAMBAYEQUE

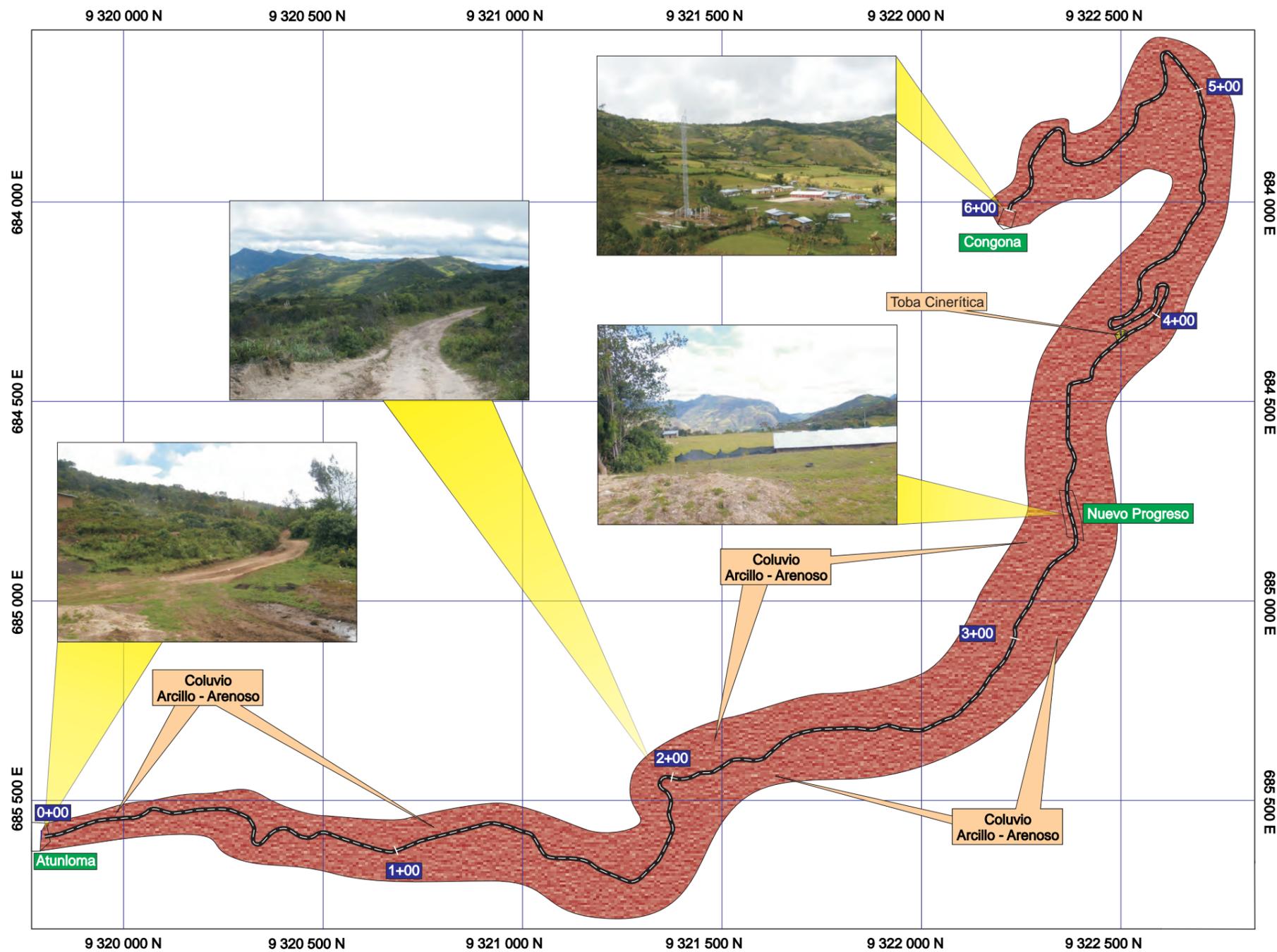
SISTEMA DE COORDENADAS  
 PROYECCION: UTM  
 DATUM HORIZONTAL: WGS84  
 HUSO Y ZONA: 17M Norte

ESCALA DE IMPRESIÓN: A-2

PLANO:  
**P-04**

LAMINA: 2/3

ESCALA: 1:12 500  
 FECHA: ENERO 2023



### HOJAS INDICE

12 d	12 e	12 f
13 d	13 e INCAHUASI	13 f
14 d	14 e	14 f

LEYENDA			
Material Fluvio - Aluviónico		Río Linderos	
Coluvio de Ladera		Puente / Eje Trazo Propyectados	
Fm. Volcánico Porculla Brecha de Explosión		Andesitas Tobas Andesíticas	

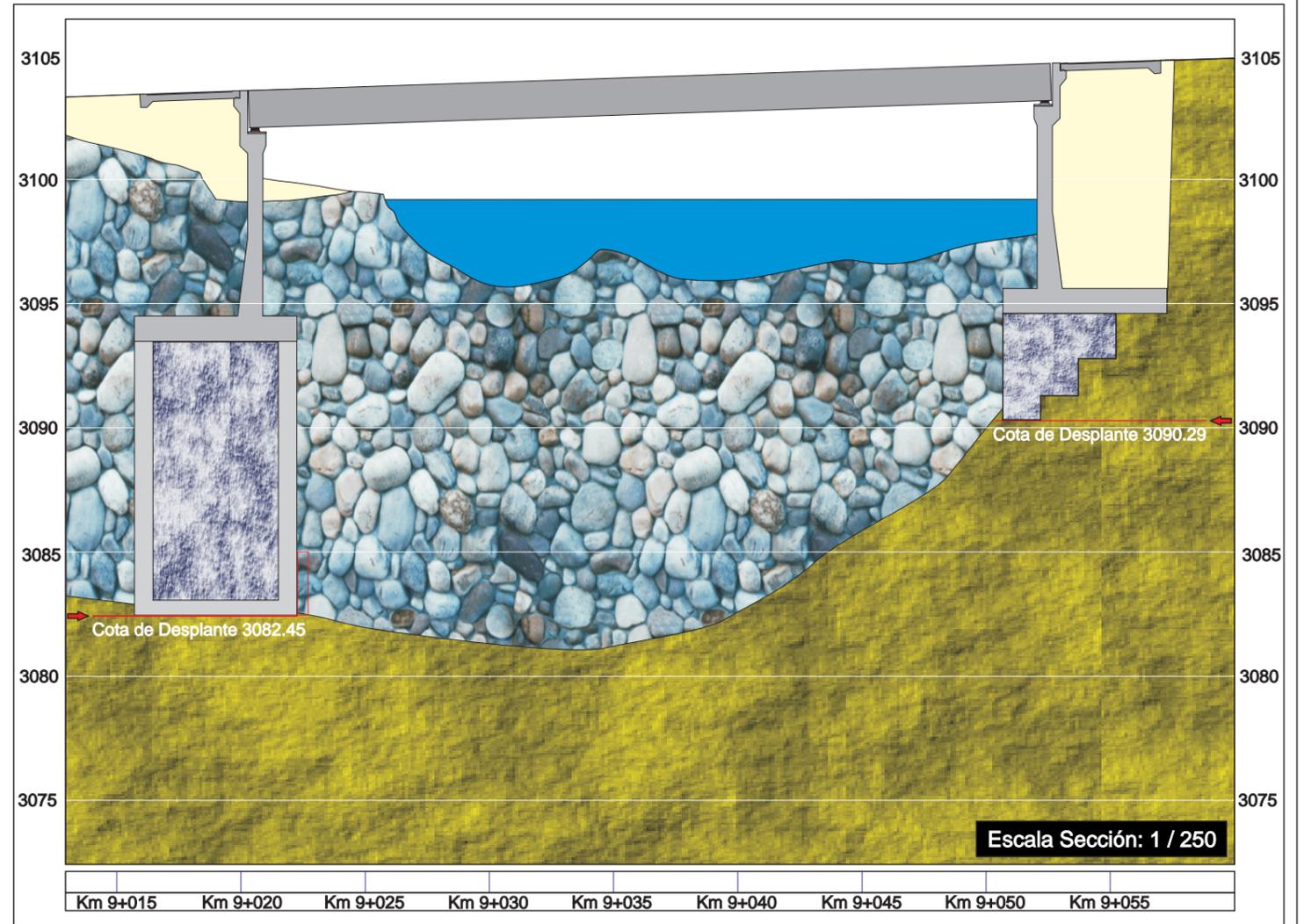
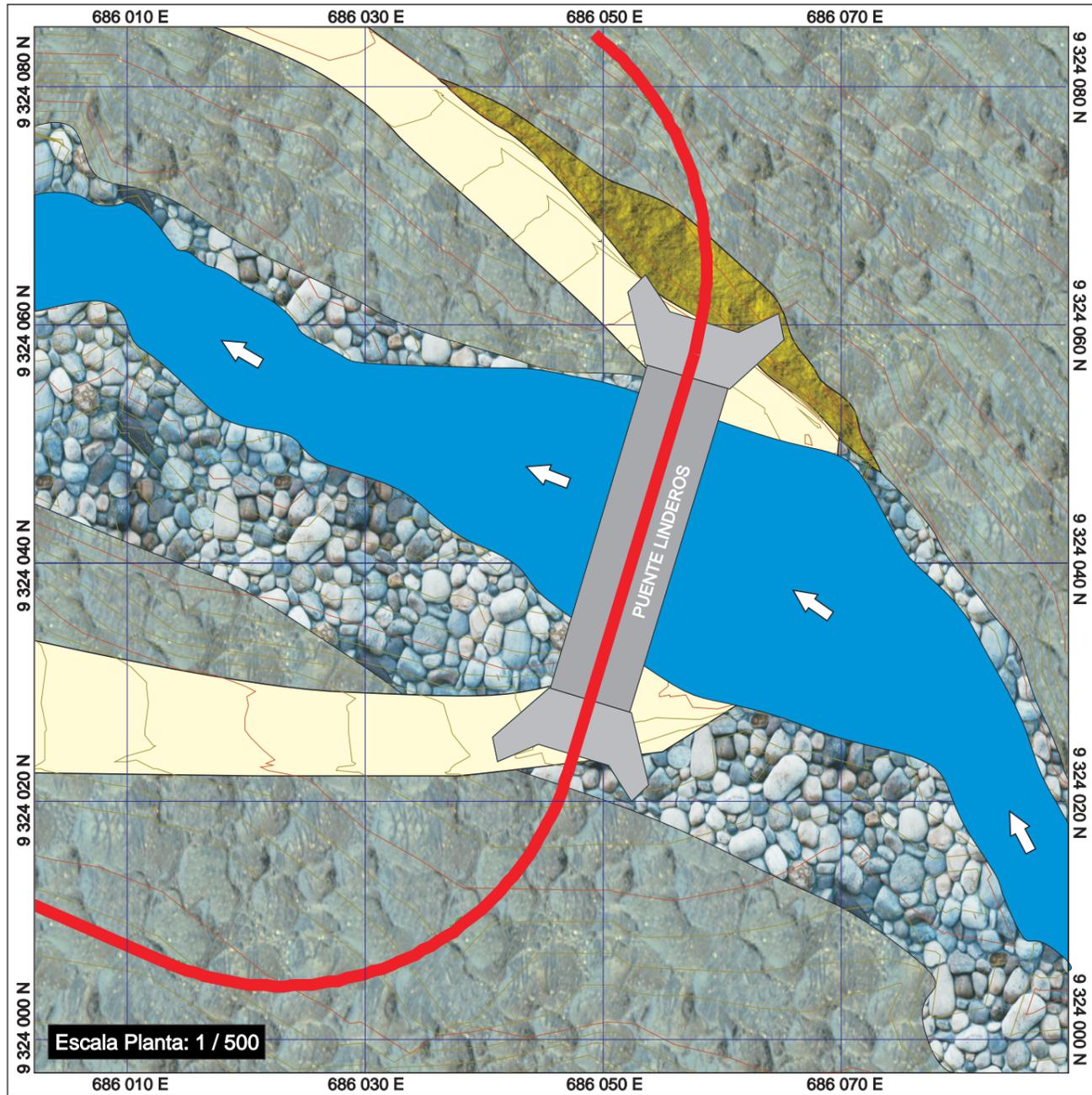


FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 - CHILLVACA - ATUNLOMA - EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS - INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.		
PLANO GEOLOGICO LOCAL VIAL III		
ASESOR:	MGT. ING. IVAN CACERES ANGULO	UBICACION
ELABORADO POR:	BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ BACH. ABEL CONDORI QUISPE	SECTOR: EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO
SISTEMA DE COORDENADAS		DISTRITO: INCAHUASI
PROYECCION:	UTM	PROVINCIA: FERREÑAFE
DATUM HORIZONTAL:	WGS84	REGION: LAMBAYEQUE
HUSO Y ZONA:	17M Norte	
ESCALA DE IMPRESION:	A-2	

PLANO:  
**P-05**

LAMINA: 3/3

ESCALA: 1:12 500  
FECHA: ENERO 2023



**LEYENDA**

Material Fluvio - Aluviónico		Río Linderos	
Coluvio de Ladera		Puente / Eje Trazo Propietarios	
Fm. Volcánico Porculla Brecha de Explosión		Relleno Antrópico - Camino Existente	



	<b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</b>		
	TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103 - CHILLVACA - ATUNLOMA - EMP. 103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA - NUEVO PROGRESO - CONGONA, DISTRITOS CAÑARIS - INCAHUASI, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE.		
<b>PLANO GEOLOGICO GEOTECNICO PUENTE LINDEROS</b>			LAMINA: 1/1
<b>ASESOR:</b> MGT. ING. IVAN CACERES ANGULO <b>ELABORADO POR:</b> BACH. ISAAC AGUILAR GUTIERREZ BACH. ABEL CONDORI QUISPE	<b>UBICACION</b> SECTOR: EMP. LA-103 - MAMAGPAMPA Y CONGONA - NUEVO PROGRESO DISTRITO: CAÑARIS - INCAHUASI PROVINCIA: FERREÑAFE REGION: LAMBAYEQUE		ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2023
<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b> <b>PROYECCION:</b> UTM <b>DATUM HORIZONTAL:</b> WGS84 <b>HUSO Y ZONA:</b> 17M Norte		<b>ESCALA DE IMPRESION:</b> A-2	

## Análisis de Estabilidad de Muros

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Proyecto.....: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-  
CHILLVACA-ATUNLOMA-EMP.LA-103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA-  
NUEVO PROGRESO-CONGONA.

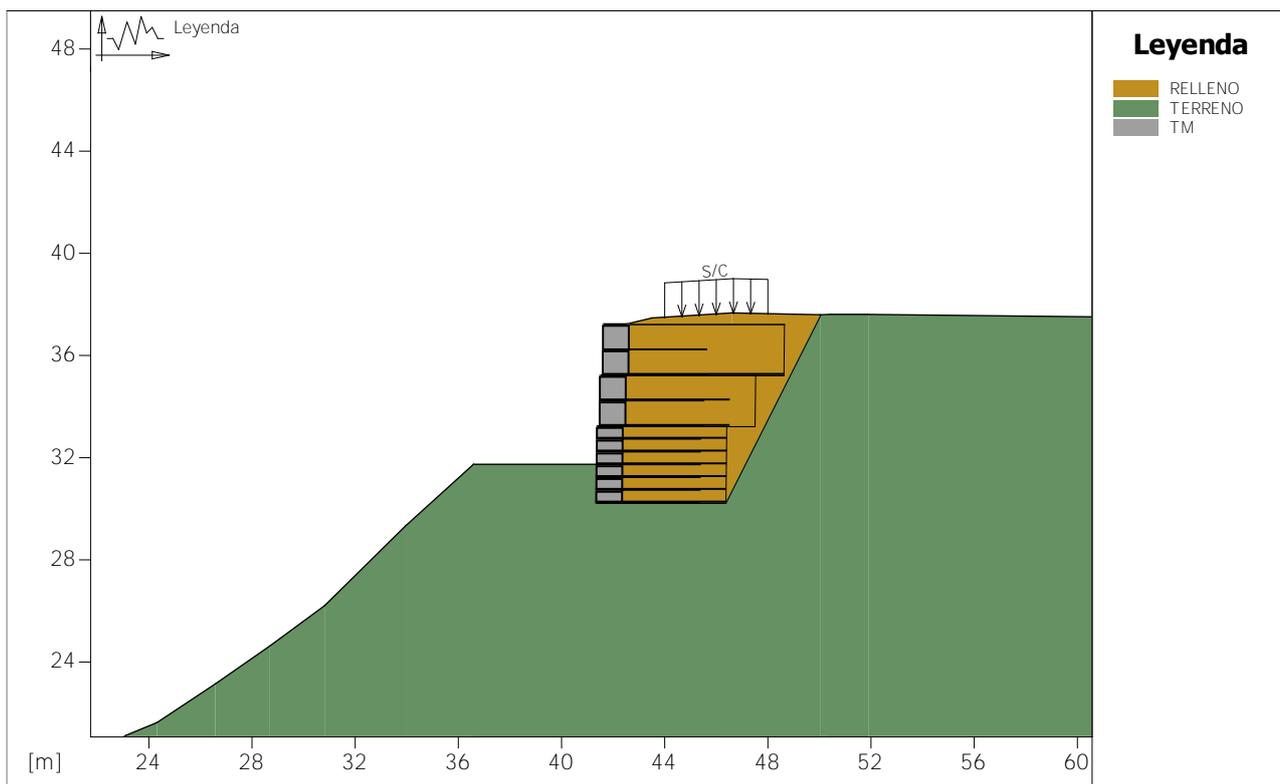
Sección Transversal.....: Progresiva 16+590

Localización...: LAMBAYEQUE

Carpeta.....: PR-PE-182-20

Archivo.....: A. Pseudoestático (Terramesh System)

## PROPIEDADES DEL SUELO



<b>MACCAFERRI</b>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINO	
Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 16+590	Carbeta: PR-PE-182-20
	<b>Localización:</b> LAMBAYEQUE	<b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)

### Suelo: RELLENO

Descripción: suelo de relleno

Cohesión.....[t/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Ángulo de Fricción.....[°].....:	30.00
Peso unitario – Natural.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	2.00
Peso unitario – Saturado.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	2.00

### Suelo: TERRENO

Descripción: suelo de terreno

Cohesión.....[t/m <sup>2</sup> ].....:	1.00
Ángulo de Fricción.....[°].....:	13.10
Peso unitario – Natural.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	1.56
Peso unitario – Saturado.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	1.56

### Suelo: TM

Descripción: caja de gaviones

Cohesión.....[t/m <sup>2</sup> ].....:	1.75
Ángulo de Fricción.....[°].....:	40.00
Peso unitario – Natural.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	1.80
Peso unitario – Saturado.....[t/m <sup>3</sup> ].....:	1.80

## BLOQUES REFORZADOS

### Bloque: TM-01

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 5.00      Altura..... = 3.00  
Origen del Bloque..... [m].....: Abscisa..... = 41.37      Ordenada... = 30.21  
BermaInclinación Paramento..... [°].....: 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Largo..... [m]..... = 4.00  
Gavión..... [m]: Altura..... = 0.50      Ancho..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo..... [m]..... = 5.00  
Espaciamiento Vertical..... [m]..... = 0.50  
Offset..... [m]..... = 0.00

### Bloque: TM-02

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 6.00      Altura..... = 2.00  
..... [m]..... = 0.10 por TM-01  
Inclinación Paramento..... [°].....: 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo..... [m]..... = 4.00  
Gavión..... [m]: Altura..... = 1.00      Ancho..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo..... [m]..... = 5.00  
Espaciamiento Vertical..... [m]..... = 1.00  
Offset..... [m]..... = 0.00

### Bloque: TM-03

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 7.00      Altura..... = 2.00  
..... [m]..... = 0.10 por TM-02  
Inclinación Paramento..... [°].....: 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo..... [m]..... = 4.00  
Gavión..... [m]: Altura..... = 1.00      Ancho..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo..... [m]..... = 7.00  
Espaciamiento Vertical..... [m]..... = 5.00  
Offset..... [m]..... = 0.00

## SOBRECARGAS

### Cargas Distribuidas: S/C

Descripción :

Intensidad..... [t/m<sup>2</sup>]..... = 1.00      Inclinación..... [°]..... = 0.00  
Abscisa..... [m].....: de = 44.00 hasta = 48.00

### Efectos Sísmicos:

Aceleración..... [m/s<sup>2</sup>].....: Horizontal..... = 1.57      Vertical..... = 0.00

## PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS

### Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....	[t/m].....	8.15
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....	[t/m].....	67.79
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

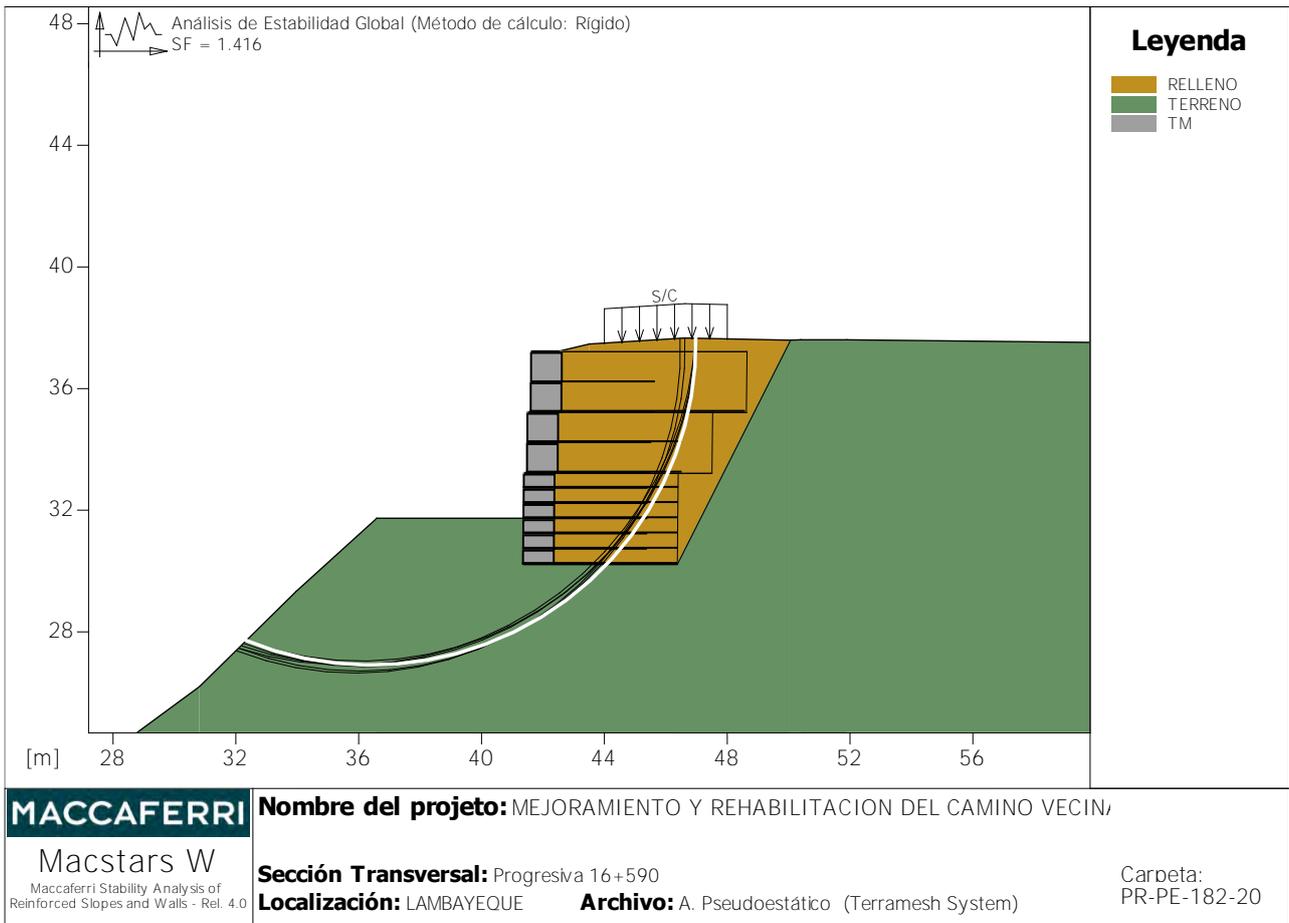
### Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Resistencia a la Tracción.....	[t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....	[t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.00
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.00
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.00

### Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción.....	[t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....	[t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		0.00
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		0.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.00
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.00
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.00

## VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

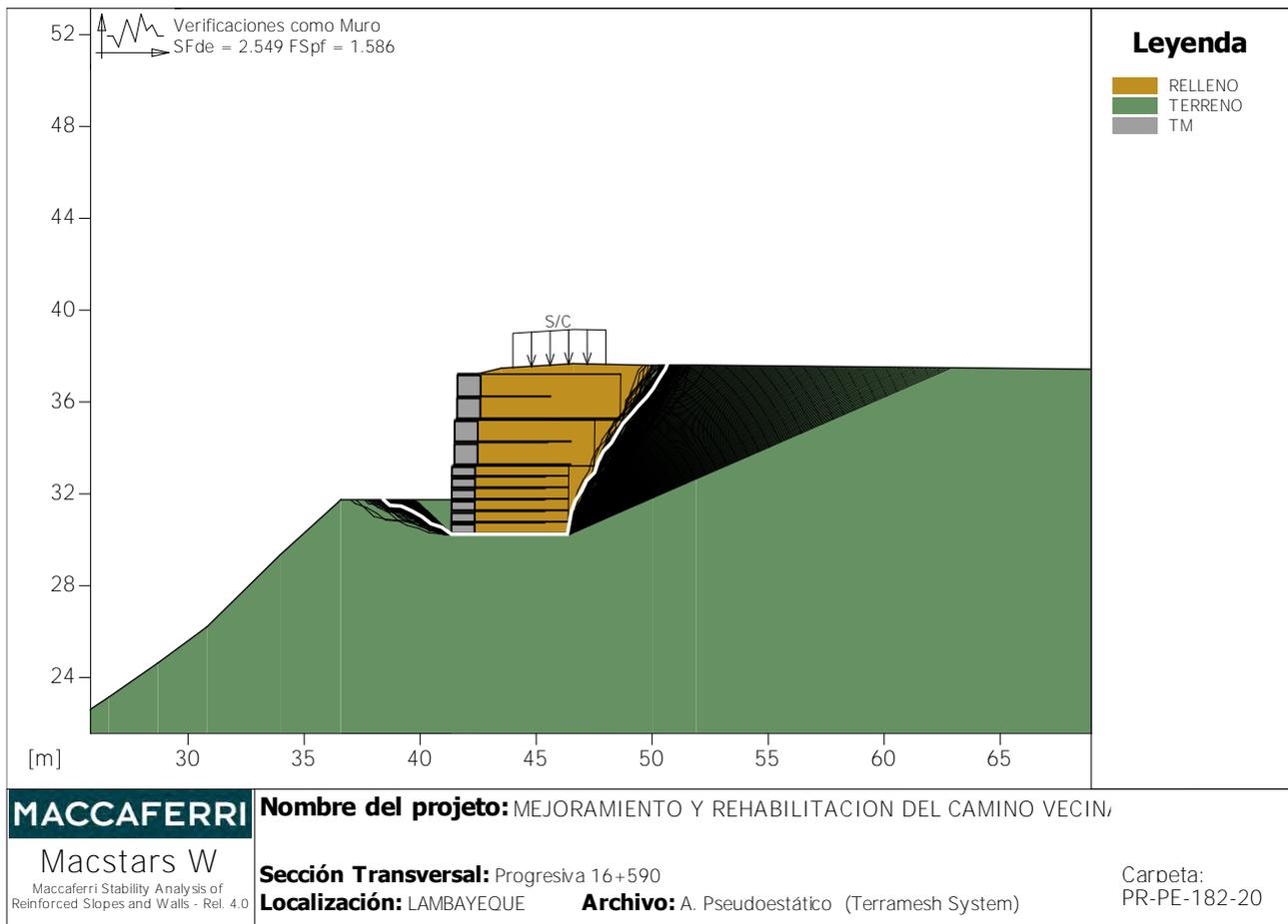


### Verificación de la estabilidad Global:

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop

Factor de Seguridad Calculado.....: 1.416



### Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: TM-01

Momento Estabilizante.....[t\*m/m].....: 292.10

Momento Solicitante.....[t\*m/m].....: 114.58

Factor de Seguridad contra el Vuelco.....: 2.549

Capacidad portante asignada.

Capacidad portante.....[t/m<sup>2</sup>].....: 35.00

Presión media.....[t/m<sup>2</sup>].....: 22.06

Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo: 1.586

Fundación equivalente.....[m].....: 4.01

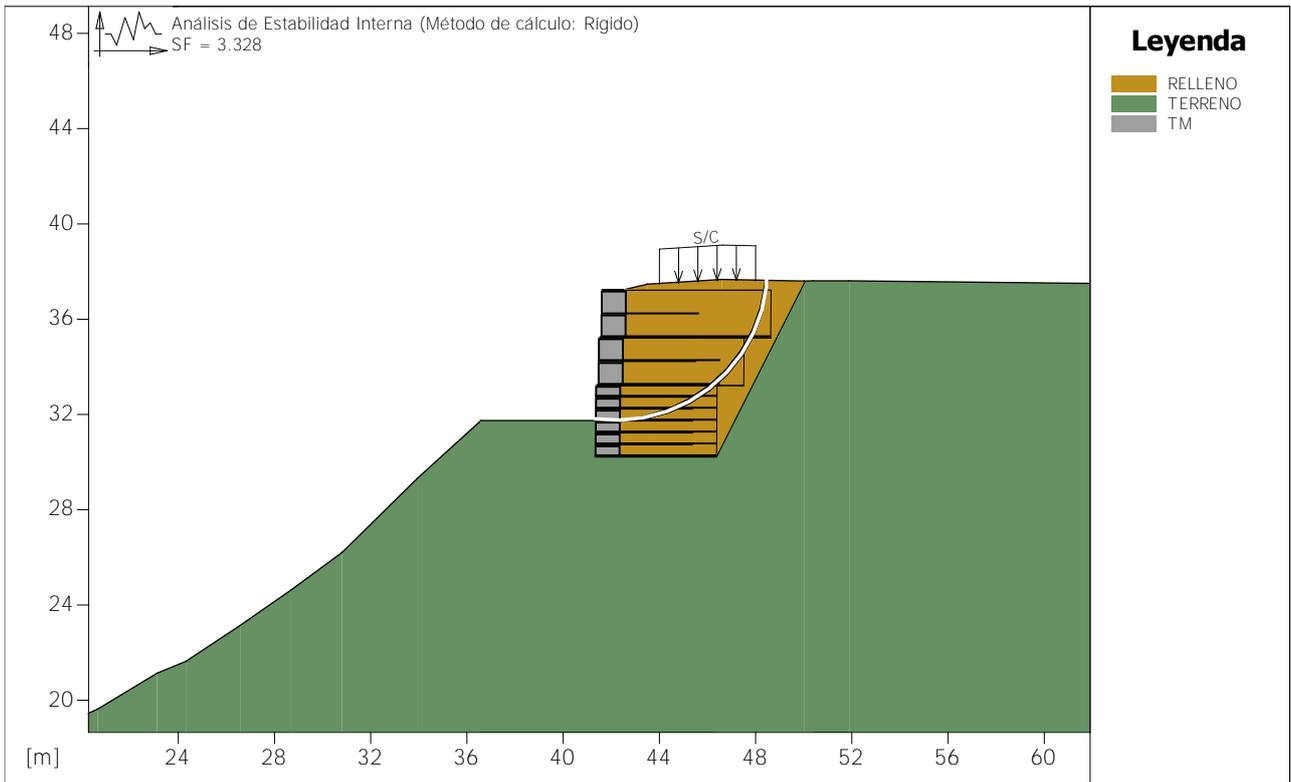
Excentricidad fuerza normal.....[m].....: 0.49

Brazo del momento.....[m].....: 2.92

Fuerza normal.....[t].....: 88.51

Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....[t/m<sup>2</sup>].....: 28.20

Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....[t/m<sup>2</sup>].....: 7.20



**MACCAFERRI**  
 Macstars W  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Nombre del proyecto:** MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN,  
**Sección Transversal:** Progresiva 16+590  
**Localización:** LAMBAYEQUE **Archivo:** A. Pseudoestático (Terramesh System)  
 Carpeta: PR-PE-182-20

**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 3.328

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Proyecto.....: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-  
CHILLVACA-ATUNLOMA-EMP.LA-103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA-  
NUEVO PROGRESO-CONGONA.

Sección Transversal.....: Progresiva 4+040

Localización.....: LAMBAYEQUE

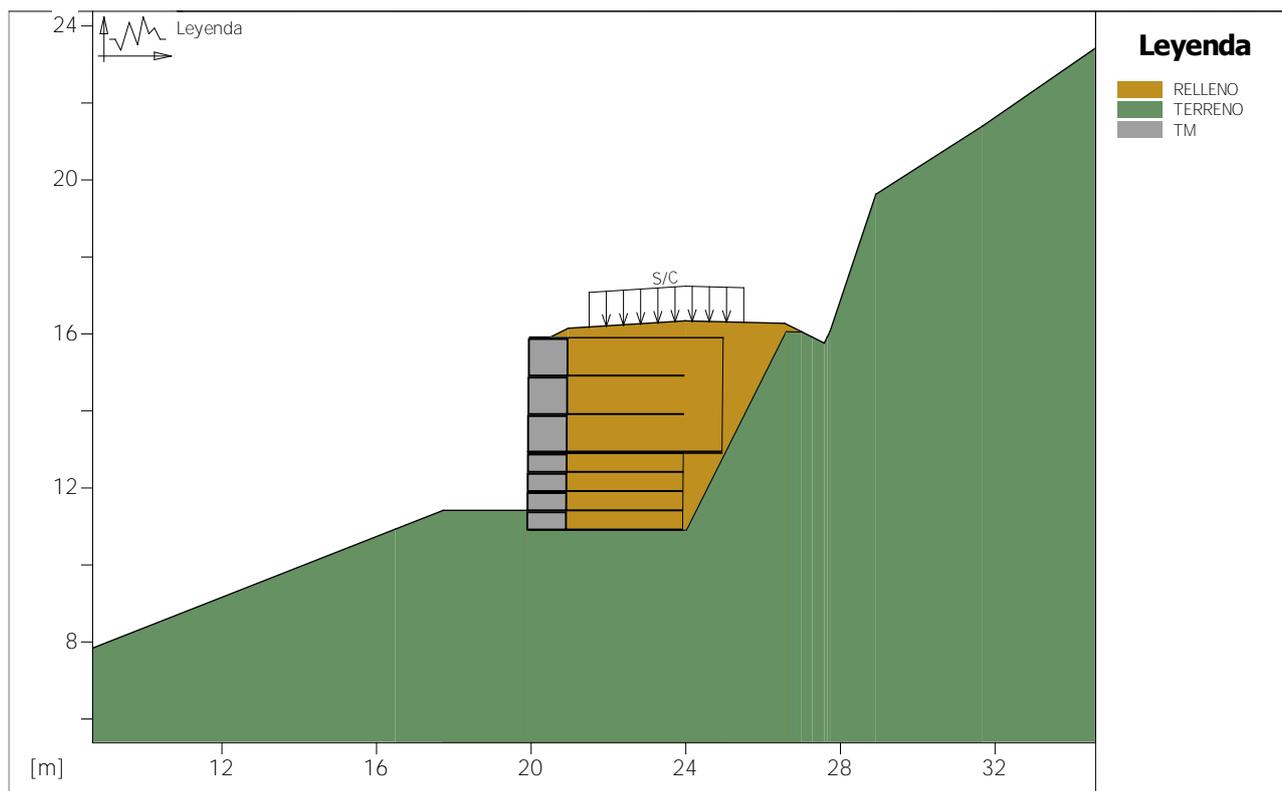
Carpeta.....: PR-PE-182-20

Archivo.....: A. Pseudoestático (Terramesh System)

## RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
BLOQUES REFORZADOS .....	2
Bloque: TM-01 .....	3
Bloque: TM-02 .....	3
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS .....	3
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	5
Verificación como muro a gravedad: .....	5
Verificación de la estabilidad Global: .....	6
Estabilidad Interna: .....	7

## PROPIEDADES DEL SUELO



**MACCAFERRI**

Macstars W

Maccaferri  
Stability Analysis  
of Reinforced Slopes

**Nombre del proyecto:** MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL

**Sección Transversal:** Progresiva 4+040

**Localización:** LAMBAYEQUE

**Archivo:** A. Pseudoestático (Terramesh System)

Carpetas:  
PR-PE-182-20

### Suelo: RELLENO

Descripción: suelo de relleno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	30.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	2.00
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	2.00

### Suelo: TERRENO

Descripción: suelo de terreno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	:	3.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	12.60
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	1.20
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	1.20

### Suelo: TM

Descripción: caja de gaviones

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	:	1.75
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	40.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	1.80
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	:	1.80

**Bloque: TM-01**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 4.00      Altura..... = 2.00  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 0.50      Ancho..... = 1.00

**Bloque: TM-02**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 5.00      Altura..... = 3.00  
 .....[m]..... = 0.00 por TM-01  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 1.00      Ancho..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo.....[m]..... = 5.00  
 Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 5.00  
 Offset.....[m]..... = 0.00

**Cargas Distribuidas: S/C**

Descripción :

Intensidad.....[t/m<sup>2</sup>]..... = 1.00      Inclinación.....[°]..... = 0.00  
 Abscisa.....[m].....: de = 21.50 hasta = 25.50

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>]...: Horizontal..... = 1.57      Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....[t/m].....:	8.15
Tasa de deformación plástica.....:	0.00
Coefficiente de deformación elástica.....[m <sup>3</sup> /t].....:	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....[t/m].....:	67.79
Largo de anclaje Mínimo.....[m].....:	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....:	1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.40

---

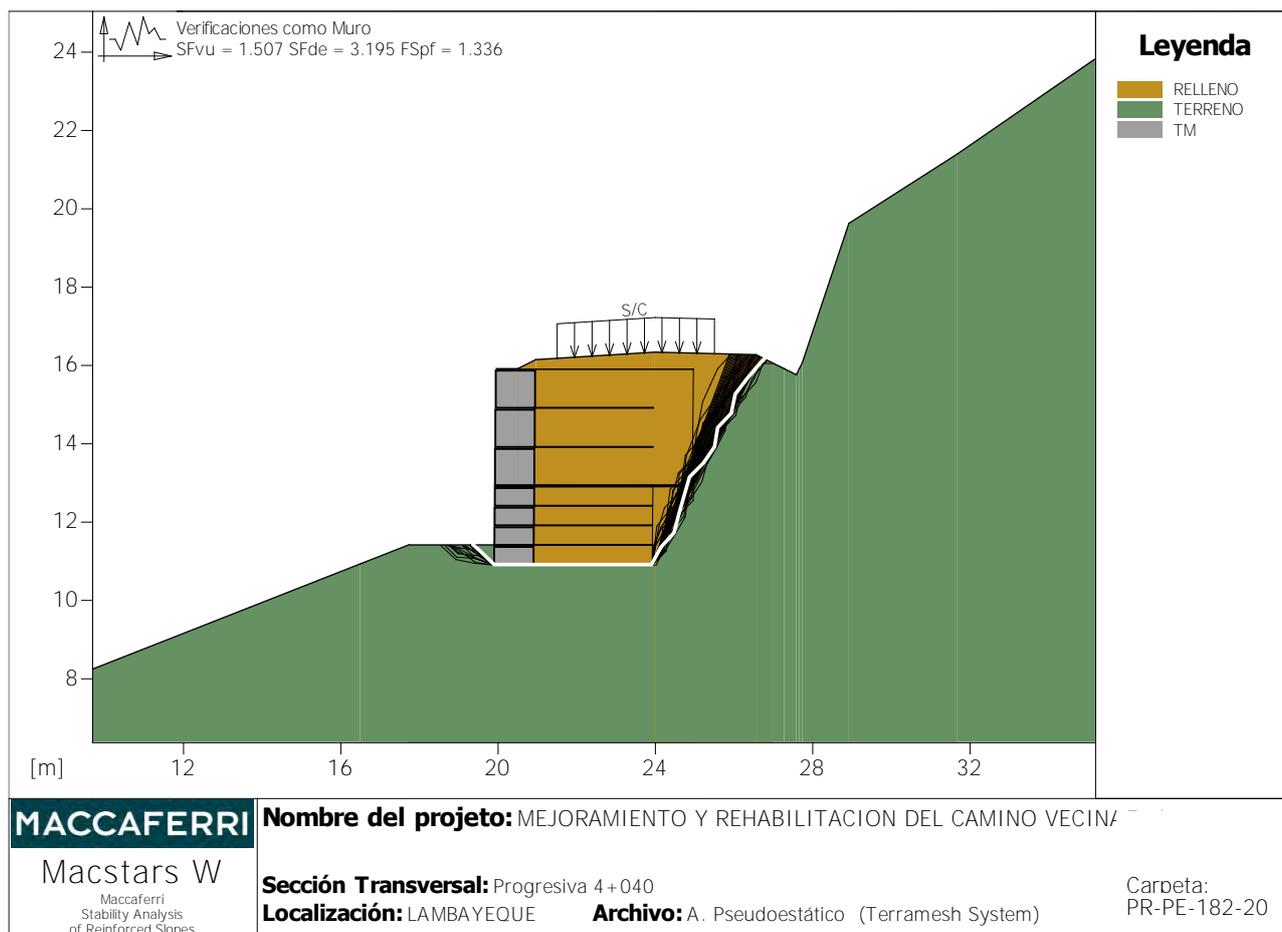
Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Resistencia a la Tracción.....[t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....	2.00
Coefficiente de deformación elástica.....[m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....[t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo.....[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....	0.30

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción.....[t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....	2.00
Coefficiente de deformación elástica.....[m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....[t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo.....[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....	0.30

## VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

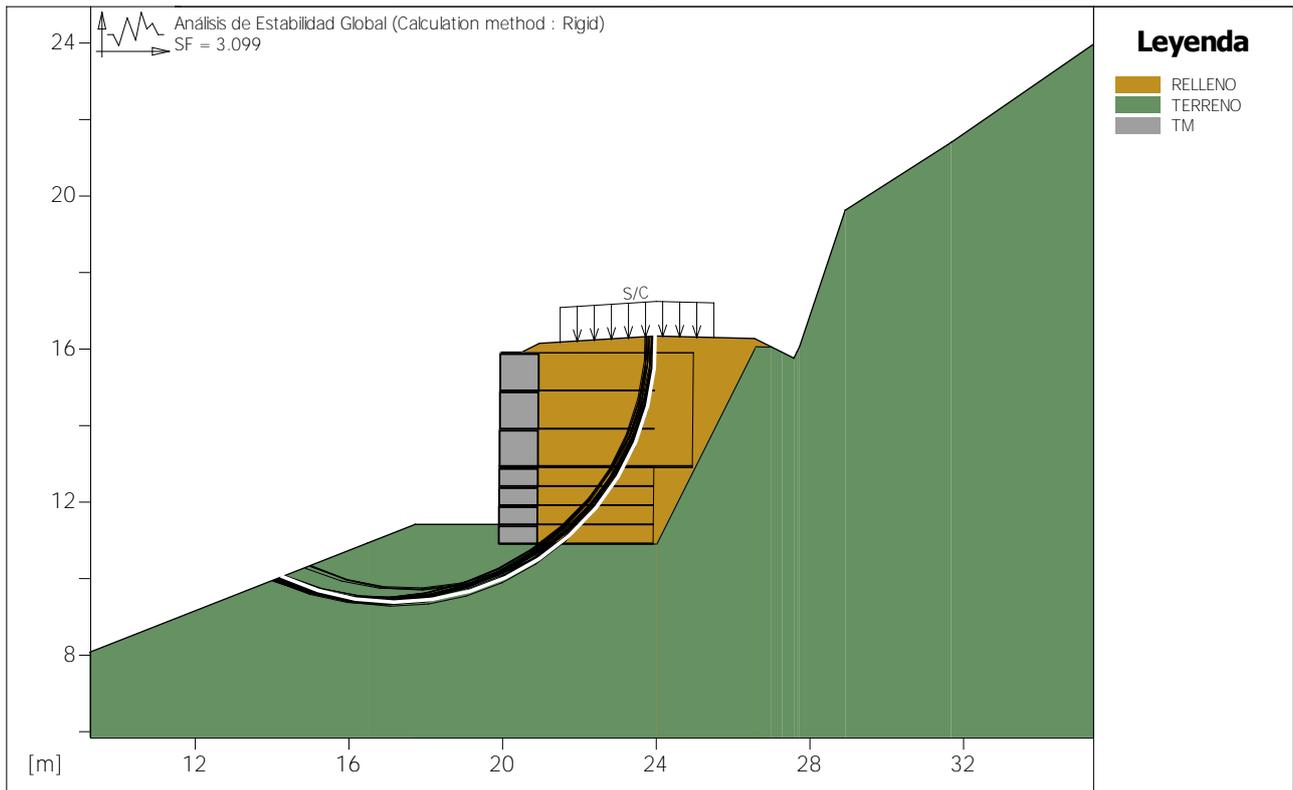


### Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: TM-01

Fuerza Estabilizante.....	[t/m].....	24.28
Fuerza Solicitante.....	[t/m].....	16.11
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		1.507
Momento Estabilizante.....	[t*m/m].....	128.18
Momento Solicitante.....	[t*m/m].....	40.12
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		3.195
Capacidad portante asignada.		

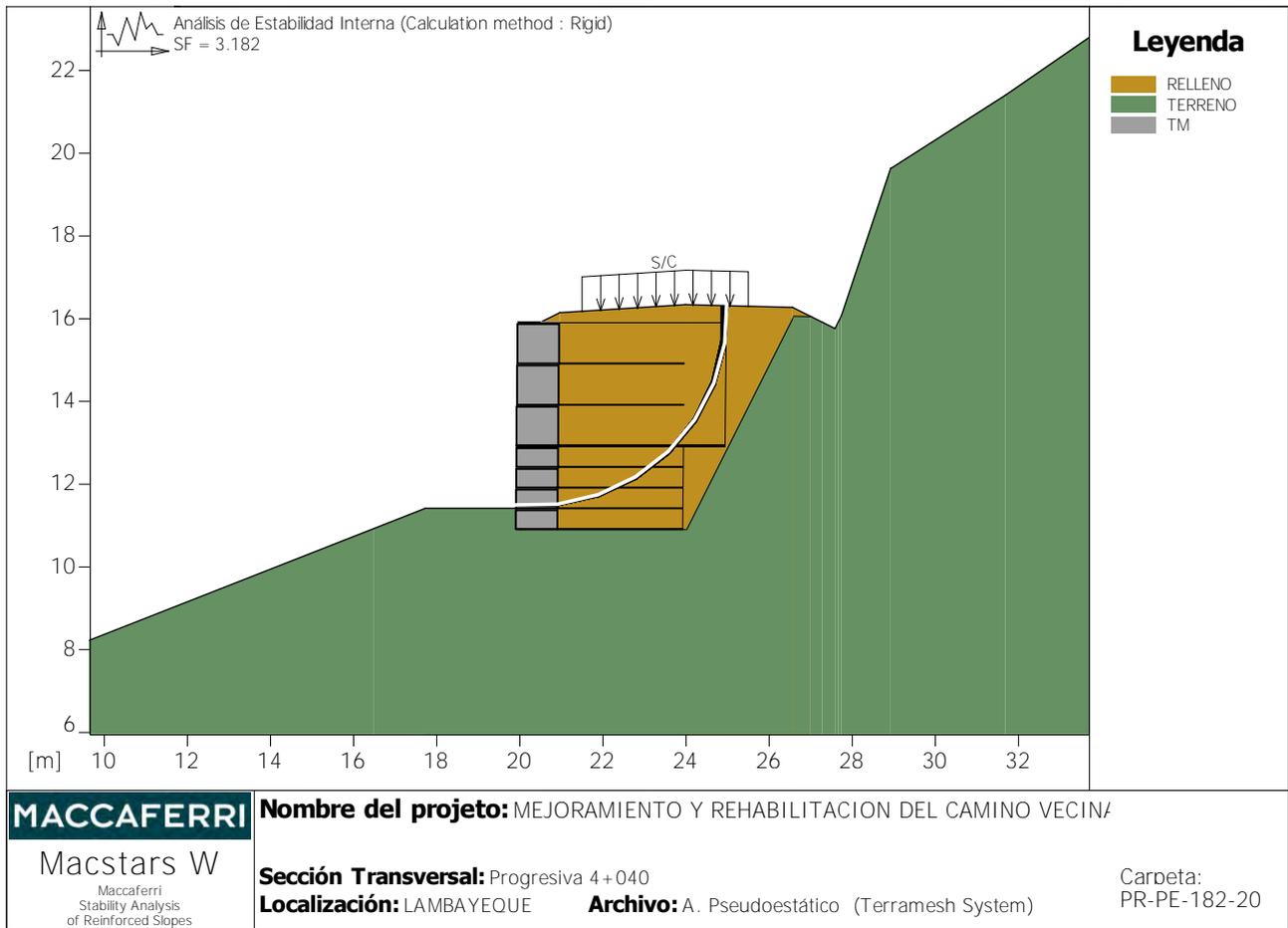
Capacidad portante.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	20.00
Presión media.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	14.97
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		1.336
Fundación equivalente.....	[m].....	3.43
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	0.28
Brazo del momento.....	[m].....	2.49
Fuerza normal.....	[t].....	51.34
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	18.32
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	7.35



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL		Carpeta: PR-PE-182-20
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+040 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE	<b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	

**Verificación de la estabilidad Global:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 3.099



**Estabilidad Interna:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
Factor de Seguridad Calculado.....: 3.182

*Officine Maccaferri no assume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.*

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Proyecto.....: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-  
CHILLVACA-ATUNLOMA-EMP.LA-103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA-  
NUEVO PROGRESO-CONGONA.

Sección Transversal.....: Progresiva 4+140

Localización.....: LAMBAYEQUE

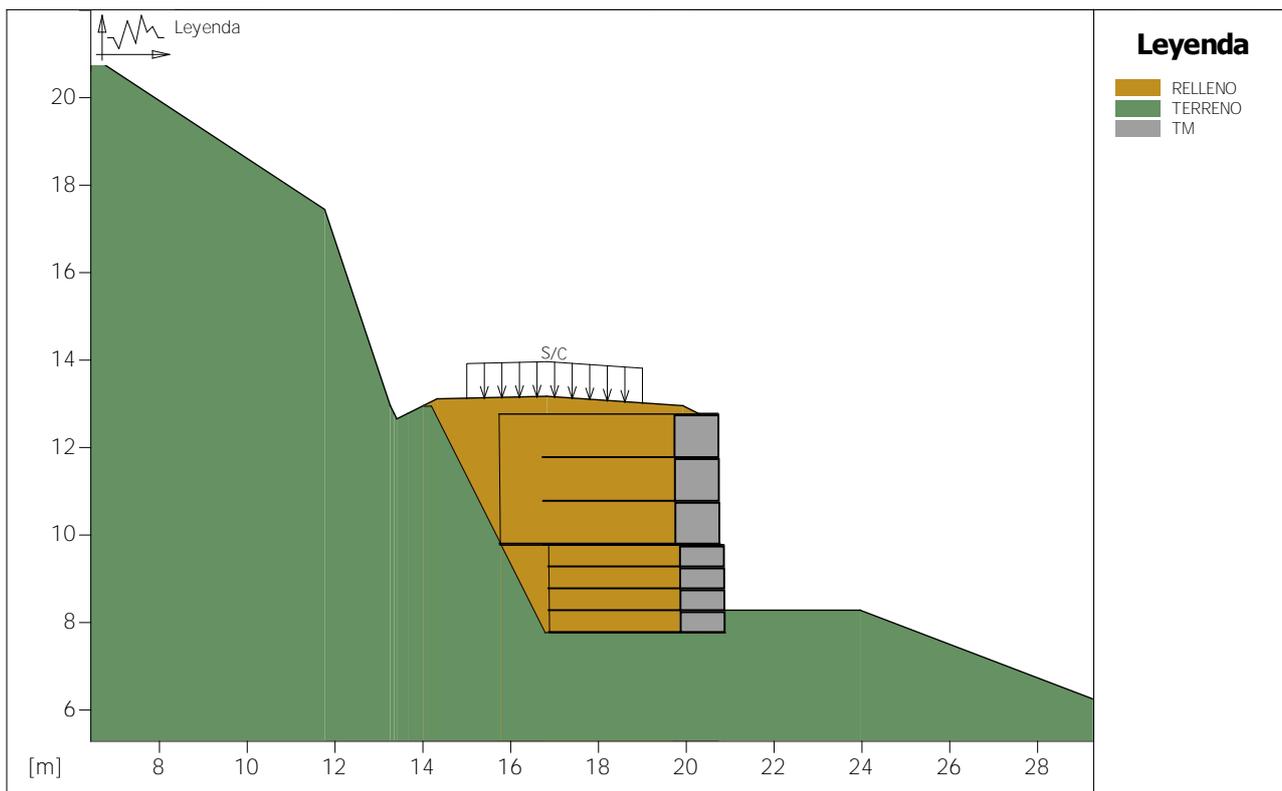
Carpeta.....: PR-PE-182-20

Archivo.....: A. Pseudoestático (Terramesh System)

## RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
Bloque: TM-01.....	3
Bloque: TM-02.....	3
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS .....	3
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	5
Verificación como muro a gravedad: .....	5
Verificación de la estabilidad Global: .....	6
Estabilidad Interna:.....	7

## PROPIEDADES DEL SUELO



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL <b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+140 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)
	Carreta: PR-PE-182-20

### Suelo: RELLENO

Descripción: suelo de relleno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	0.00
Ángulo de Fricción.....	[°]	30.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00

### Suelo: TERRENO

Descripción: suelo de terreno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	3.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	12.60
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20

### Suelo: TM

Descripción: caja de gaviones

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	1.75
Ángulo de Fricción.....	[°]	40.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80

**Bloque: TM-01**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 4.00      Altura..... = 2.00  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 0.50      Ancho..... = 1.00

**Bloque: TM-02**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 5.00      Altura..... = 3.00  
 .....[m]..... = 0.10 por TM-01  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 1.00      Ancho..... = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo.....[m]..... = 5.00  
 Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 5.00  
 Offset.....[m]..... = 0.00

**Cargas Distribuidas: S/C**

Descripción :

Intensidad.....[t/m<sup>2</sup>]..... = 1.00      Inclinación.....[°]..... = 0.00  
 Abscisa.....[m].....: de = 15.00 hasta = 19.00

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>]...: Horizontal..... = 1.57      Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....[t/m].....:	8.15
Tasa de deformación plástica.....:	0.00
Coefficiente de deformación elástica.....[m <sup>3</sup> /t].....:	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....[t/m].....:	67.79
Largo de anclaje Mínimo.....[m].....:	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....:	1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....:	1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.40

---

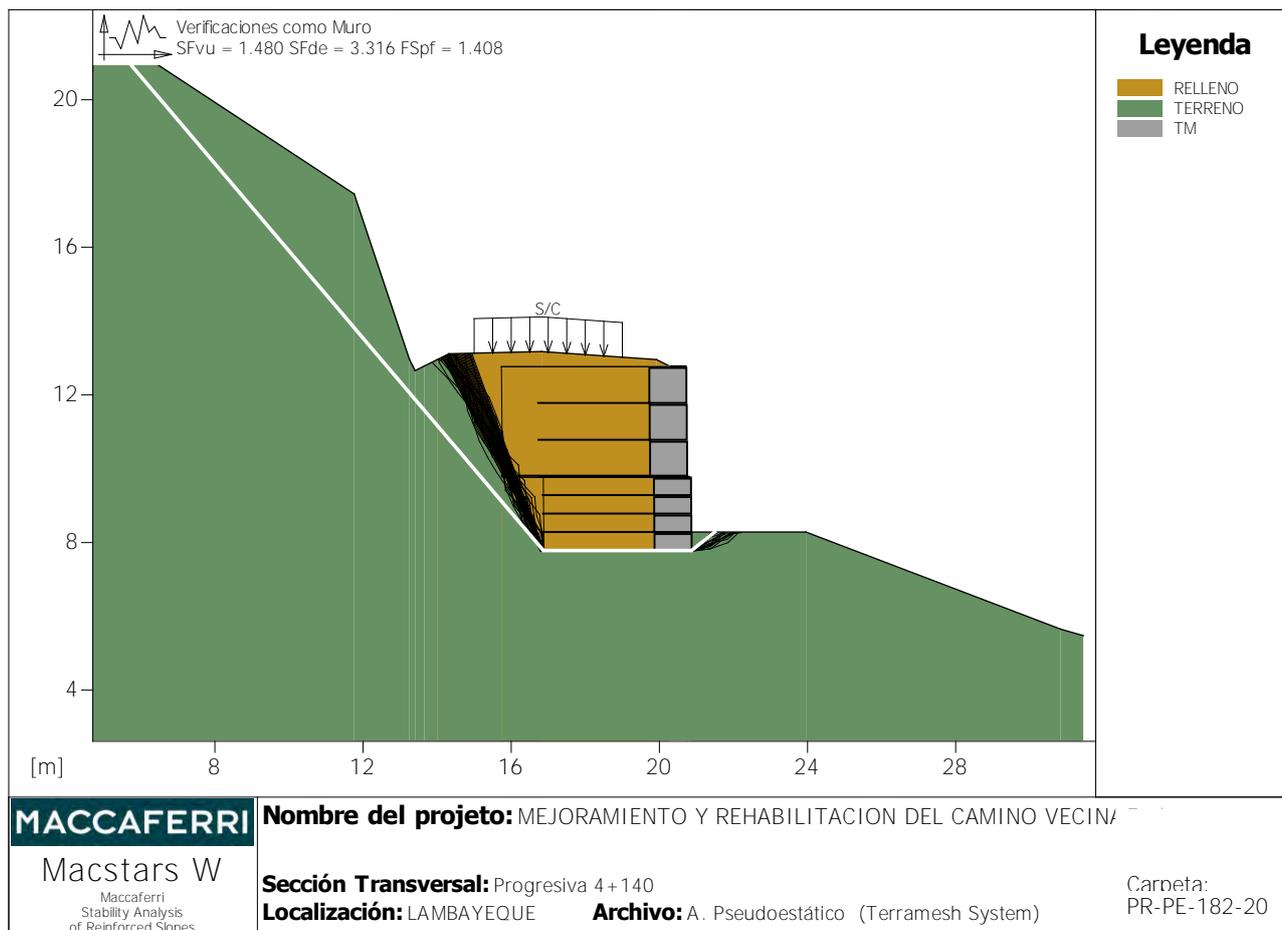
Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Resistencia a la Tracción..... [t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....	2.00
Coefficiente de deformación elástica..... [m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo..... [t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo..... [m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....	0.30

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción..... [t/m].....	4.21
Tasa de deformación plástica.....	2.00
Coefficiente de deformación elástica..... [m <sup>3</sup> /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo..... [t/m].....	42.81
Largo de anclaje Mínimo..... [m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....	0.30

## VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



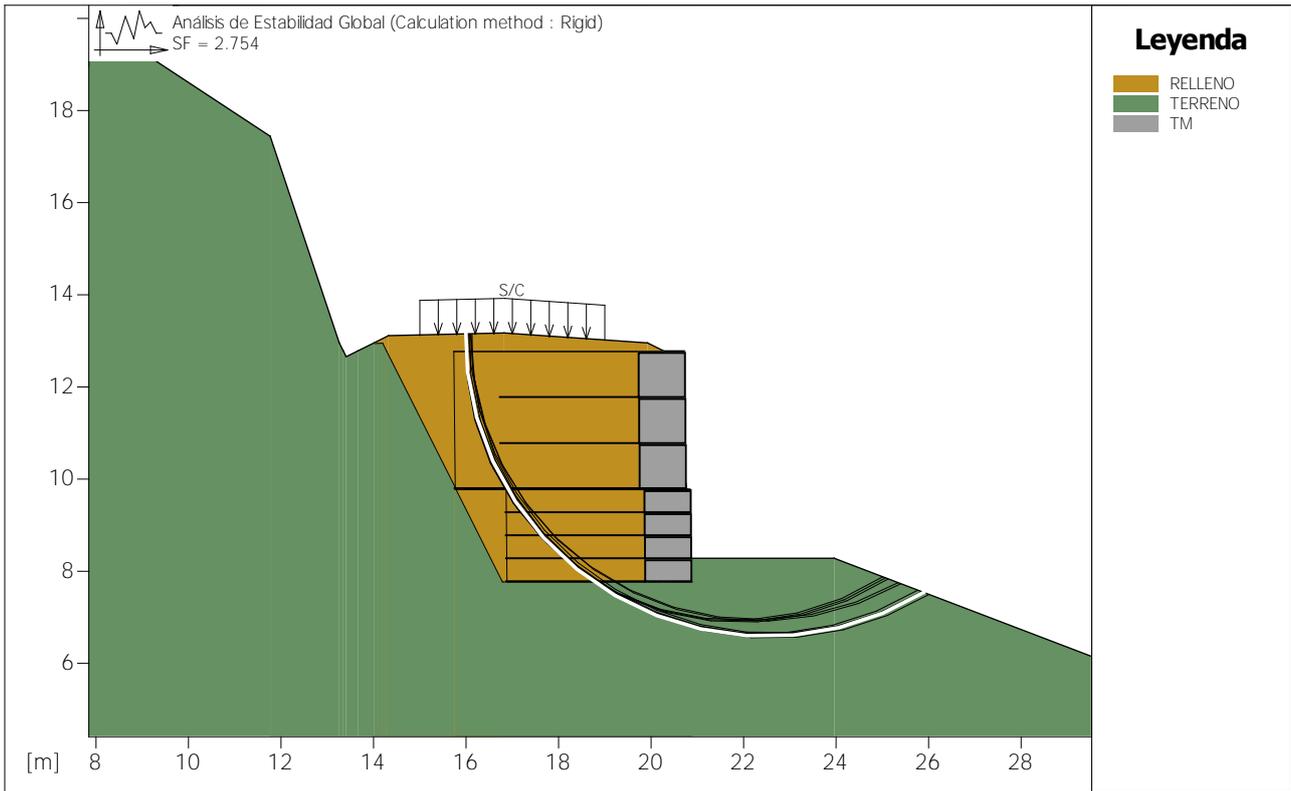
### Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: TM-01

Fuerza Estabilizante.....	[t/m].....	24.18
Fuerza Solicitante.....	[t/m].....	16.34
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		1.480
Momento Estabilizante.....	[t*m/m].....	130.62
Momento Solicitante.....	[t*m/m].....	39.40
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		3.316

Capacidad portante asignada.

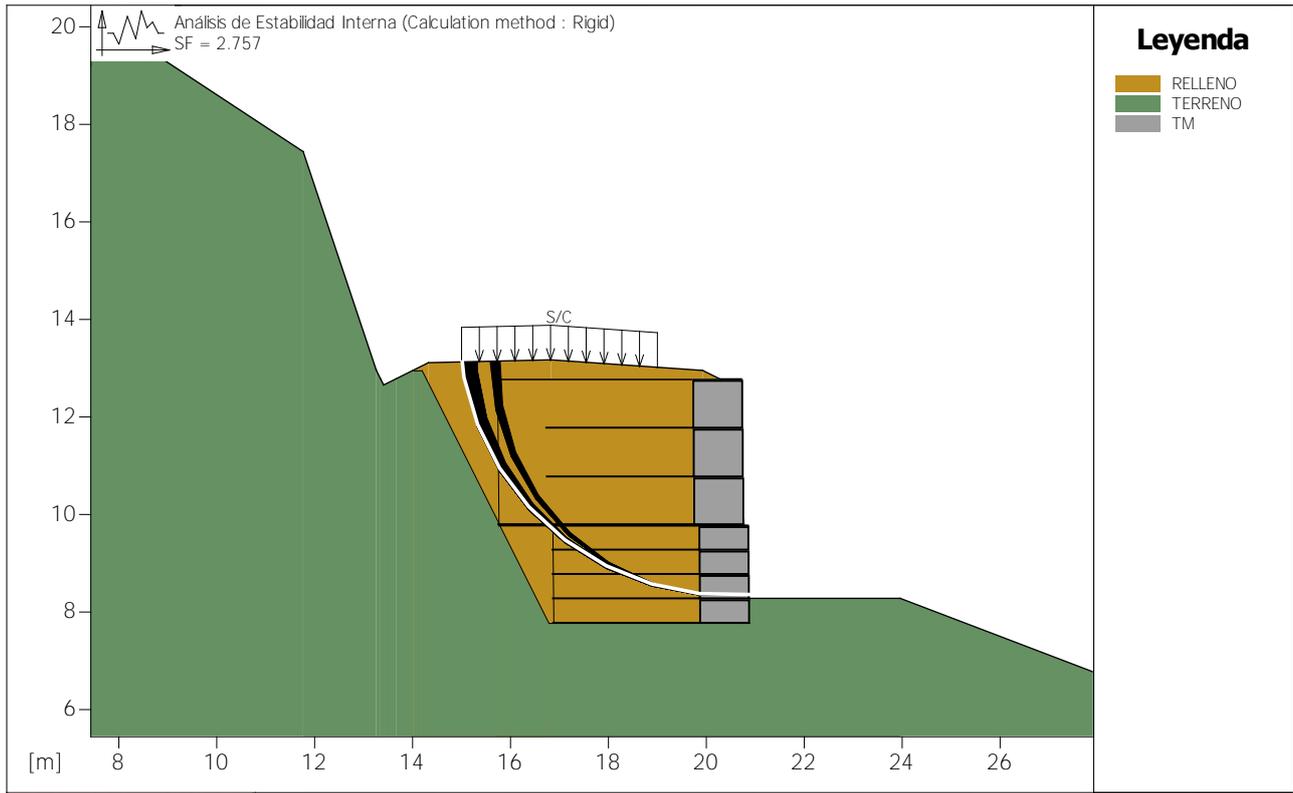
Capacidad portante.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	20.00
Presión media.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	14.21
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		1.408
Fundación equivalente.....	[m].....	3.58
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	0.21
Brazo del momento.....	[m].....	2.41
Fuerza normal.....	[t].....	50.92
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	16.71
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	8.75



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN/	
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+140 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carpeta: PR-PE-182-20

**Verificación de la estabilidad Global:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.754



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN/	
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+140 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carpeta: PR-PE-182-20

**Estabilidad Interna:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.757

-----  
**Oficine Maccaferri no asume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.**  
 -----

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Proyecto.....: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-  
CHILLVACA-ATUNLOMA-EMP.LA-103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA-  
NUEVO PROGRESO-CONGONA.

Sección Transversal.....: Progresiva 4+320

Localización.....: LAMBAYEQUE

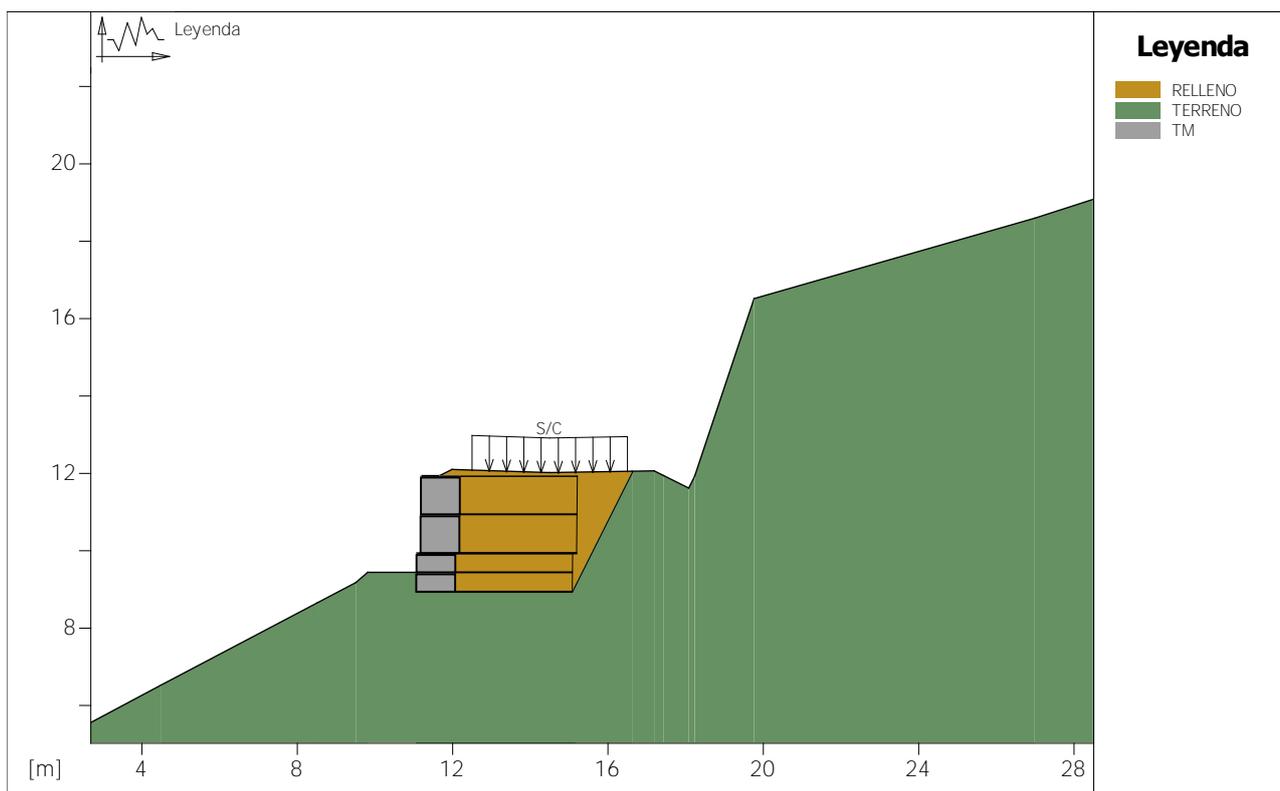
Carpeta.....: PR-PE-182-20

Archivo.....: A. Pseudoestático (Terramesh System)

## RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
Bloque: TM-01.....	3
Bloque: TM-02.....	3
SOBRECARGAS.....	3
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS .....	3
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	5
Verificación como muro a gravedad: .....	5
Verificación de la estabilidad Global: .....	6
Estabilidad Interna:.....	7

## PROPIEDADES DEL SUELO



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL <b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+320 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)
	Carreta: PR-PE-182-20

### Suelo: RELLENO

Descripción: suelo de relleno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	0.00
Ángulo de Fricción.....	[°]	30.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00

### Suelo: TERRENO

Descripción: suelo de terreno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	3.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	12.60
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20

### Suelo: TM

Descripción: caja de gaviones

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	1.75
Ángulo de Fricción.....	[°]	40.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80

**Bloque: TM-01**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 4.00      Altura..... = 1.00  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 0.50      Ancho..... = 1.00

**Bloque: TM-02**

Dimensiones del bloque... [m].....: Ancho de la Base... = 4.00      Altura..... = 2.00  
 .....[m]..... = 0.10 por TM-01  
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00  
 Gavión.....[m]: Altura..... = 1.00      Ancho..... = 1.00

**SOBRECARGAS****Cargas Distribuidas: S/C**

Descripción :

Intensidad.....[t/m<sup>2</sup>]..... = 1.00      Inclinación.....[°]..... = 0.00  
 Abscisa.....[m].....: de = 12.50 hasta = 16.50

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>]...: Horizontal..... = 1.57      Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Resistencia a la Tracción..... [t/m].....: 4.21  
 Tasa de deformación plástica.....: 2.00  
 Coeficiente de deformación elástica.....[m<sup>3</sup>/t].....: 1.08e-03  
 Rigidez del refuerzo.....[t/m].....: 42.81  
 Largo de anclaje Mínimo.....[m].....: 0.15  
 Factor de seg. contra la rotura (grava).....: 1.44  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....: 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arena).....: 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....: 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....: 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....: 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....: 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....: 1.00  
 Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....: 0.30  
 Coeficiente de interacción refuerzo-grava.....: 0.90  
 Coeficiente de interacción refuerzo-arena.....: 0.65  
 Coeficiente de interacción refuerzo-limo.....: 0.50  
 Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla.....: 0.30

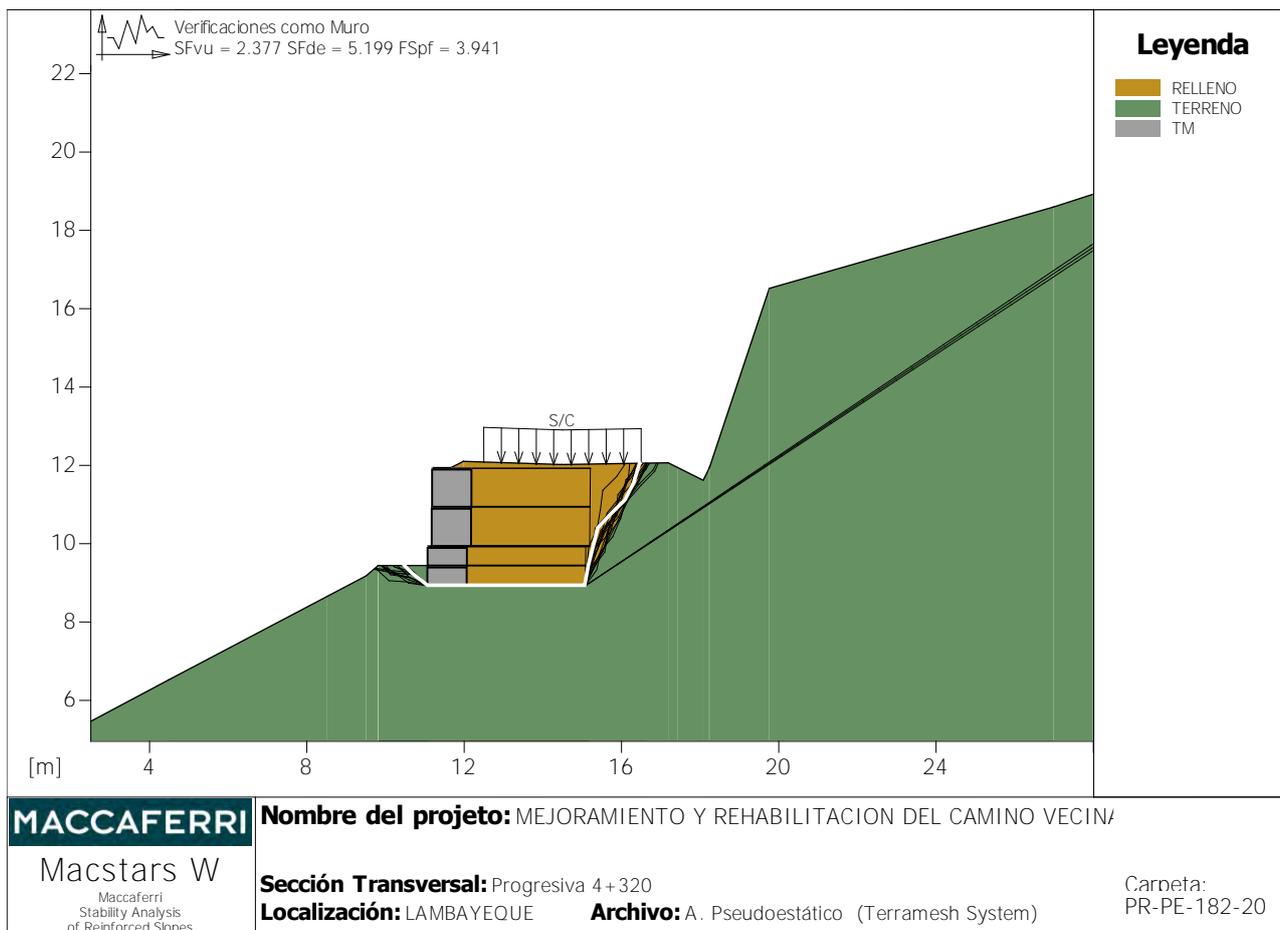
Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción..... [t/m].....: 4.21  
 Tasa de deformación plástica.....: 2.00  
 Coeficiente de deformación elástica.....[m<sup>3</sup>/t].....: 1.08e-03  
 Rigidez del refuerzo.....[t/m].....: 42.81  
 Largo de anclaje Mínimo.....[m].....: 0.15

---

Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....	0.30

## VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

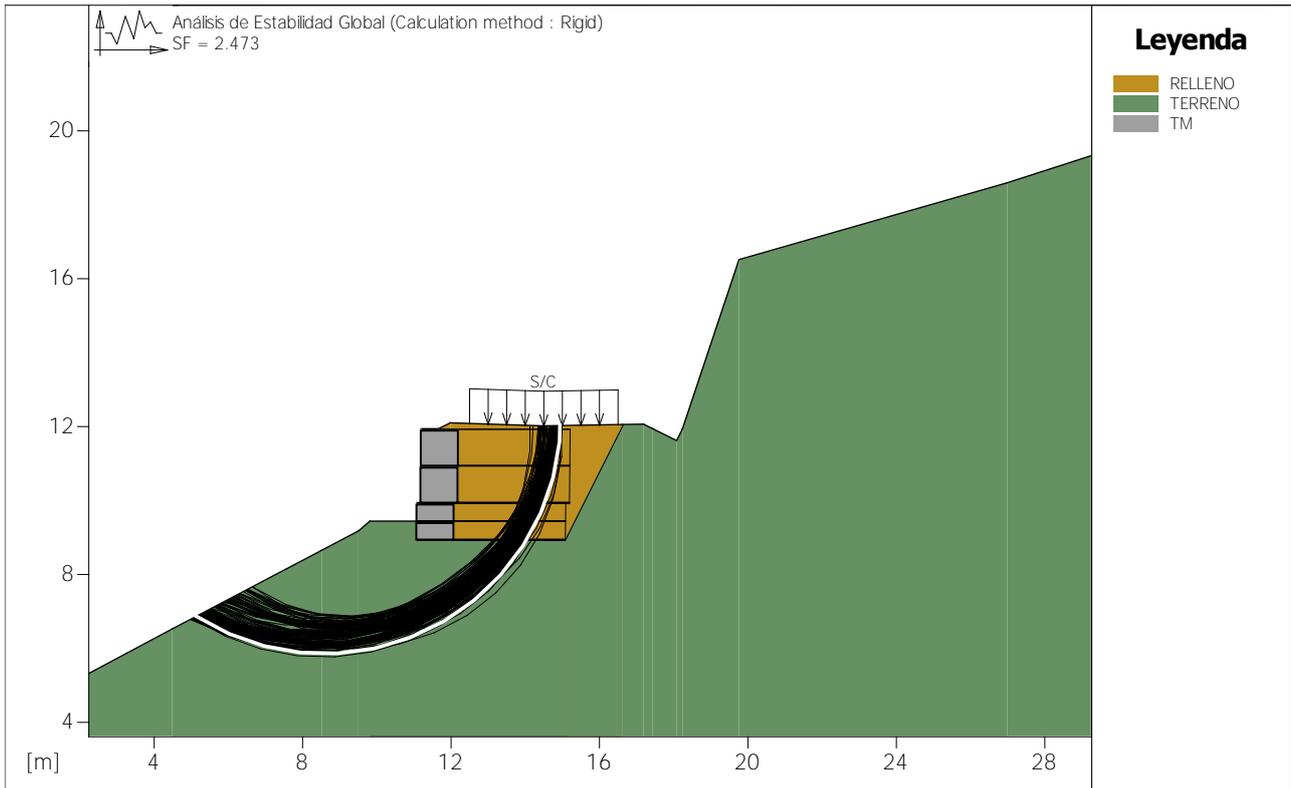


### Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: TM-01

Fuerza Estabilizante.....	[t/m].....	18.81
Fuerza Solicitante.....	[t/m].....	7.91
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		2.377
Momento Estabilizante.....	[t*m/m].....	58.74
Momento Solicitante.....	[t*m/m].....	11.30
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		5.199
Capacidad portante asignada.		

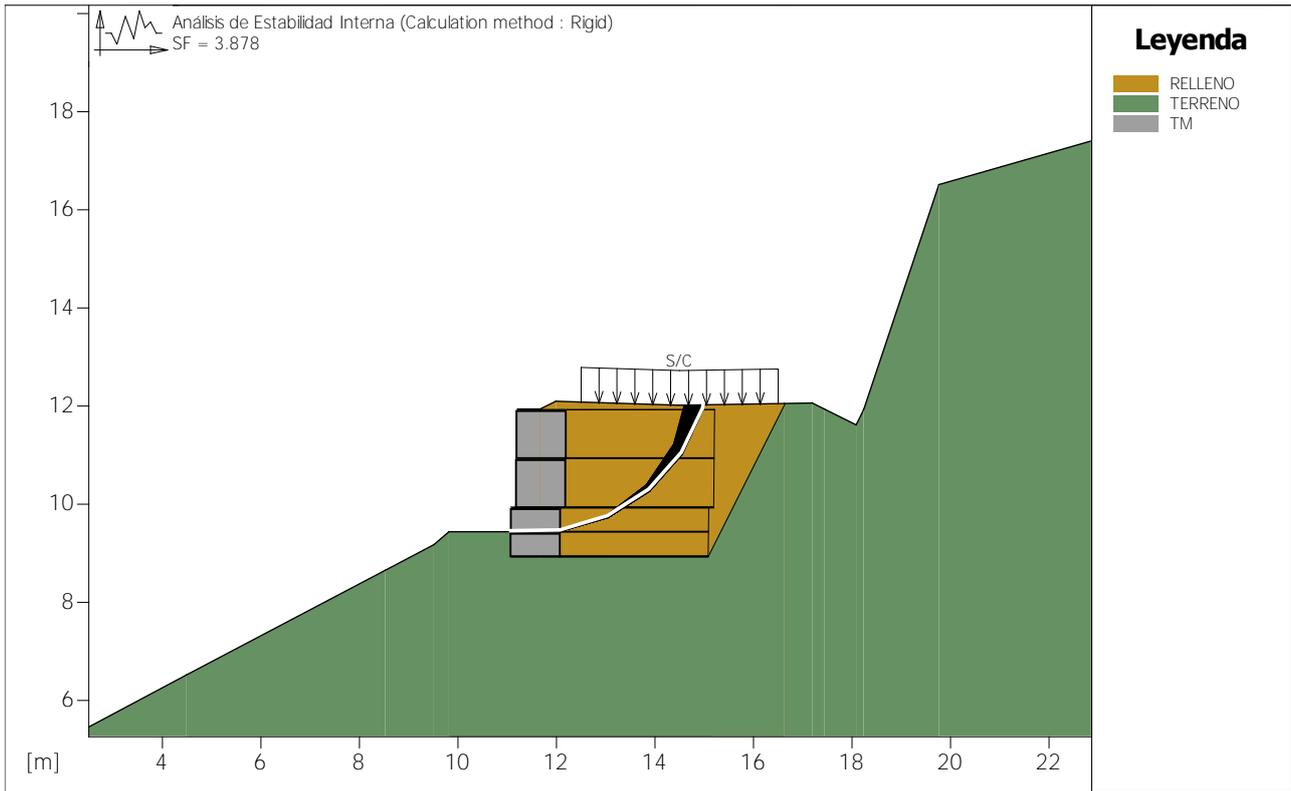
Capacidad portante.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	30.00
Presión media.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	7.61
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		3.941
Fundación equivalente.....	[m].....	3.53
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	0.23
Brazo del momento.....	[m].....	1.43
Fuerza normal.....	[t].....	26.87
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	9.09
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	4.35



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN/	
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+320 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carpeta: PR-PE-182-20

**Verificación de la estabilidad Global:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.473



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL	Carneta: PR-PE-182-20
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 4+320 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	

**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop

Factor de Seguridad Calculado.....: 3.878

*Officine Maccaferri no assume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.*

---

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Proyecto.....: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL EMP. LA-103-  
CHILLVACA-ATUNLOMA-EMP.LA-103 (MAMAGPAMPA) Y ACCESO DESV. CONGONA-  
NUEVO PROGRESO-CONGONA.

Sección Transversal.....: Progresiva 5+170

Localización.....: LAMBAYEQUE

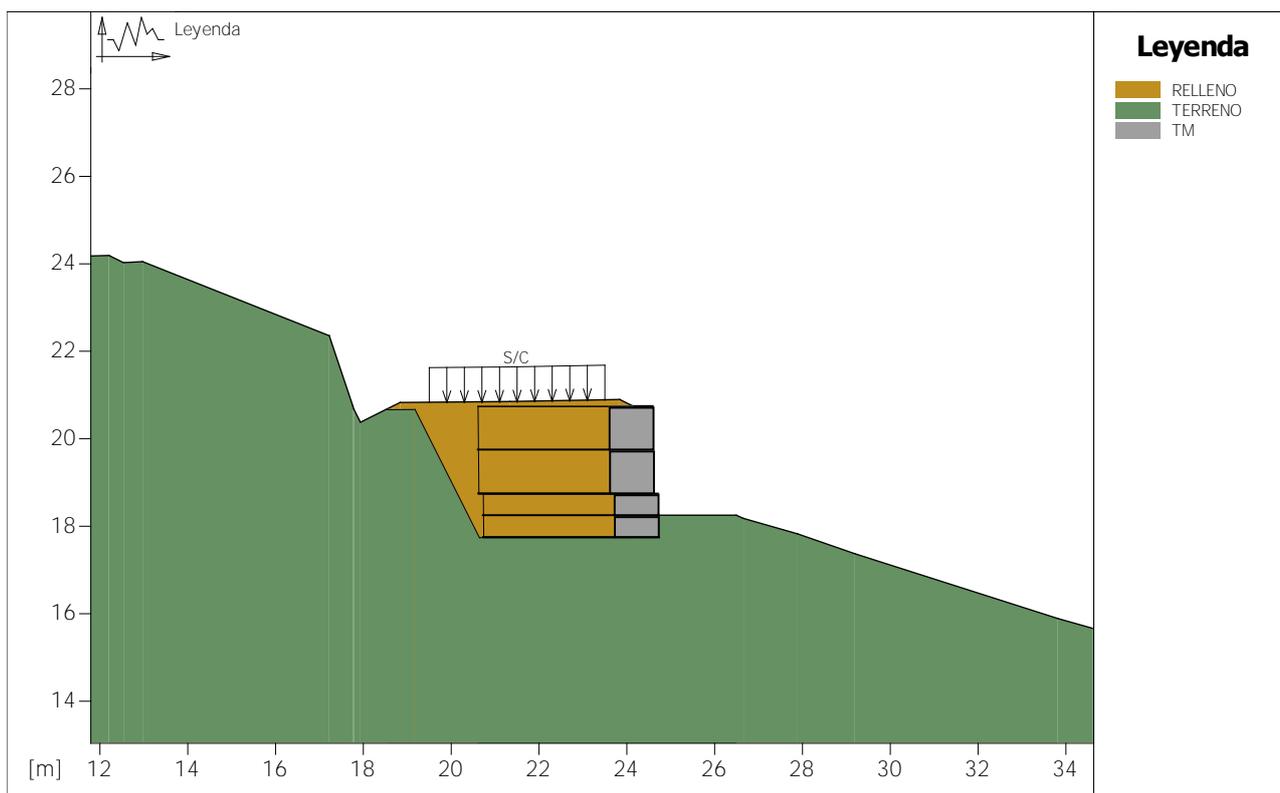
Carpeta.....: PR-PE-182-20

Archivo.....: A. Pseudoestático (Terramesh System)

## RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
Bloque: TM-01.....	3
Bloque: TM-02.....	3
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS .....	3
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	5
Verificación como muro a gravedad: .....	5
Verificación de la estabilidad Global: .....	6
Estabilidad Interna:.....	7

## PROPIEDADES DEL SUELO



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL <b>Sección Transversal:</b> Progresiva 5+170 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carreta: PR-PE-182-20
--	--	--------------------------

### Suelo: RELLENO

Descripción: suelo de relleno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	0.00
Ángulo de Fricción.....	[°]	30.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	2.00

### Suelo: TERRENO

Descripción: suelo de terreno

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	3.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	12.60
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.20

### Suelo: TM

Descripción: caja de gaviones

Cohesión.....	[t/m <sup>2</sup> ]	1.75
Ángulo de Fricción.....	[°]	40.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80
Peso unitario – Saturado.....	[t/m <sup>3</sup> ]	1.80

**Bloque: TM-01**

Dimensiones del bloque [m]: Ancho de la Base = 4.00 Altura = 1.00  
 Inclinación Paramento [°]: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Largo [m] = 4.00  
 Gavión [m]: Altura = 0.50 Ancho = 1.00

**Bloque: TM-02**

Dimensiones del bloque [m]: Ancho de la Base = 4.00 Altura = 2.00  
 [m] = 0.10 por TM-01  
 Inclinación Paramento [°]: 0.00

**Patrón de los refuerzos:**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Largo [m] = 4.00  
 Gavión [m]: Altura = 1.00 Ancho = 1.00

**Cargas Distribuidas: S/C**

Descripción :

Intensidad [t/m<sup>2</sup>] = 1.00 Inclinación [°] = 0.00  
 Abscisa [m]: de = 19.50 hasta = 23.50

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración [m/s<sup>2</sup>]: Horizontal = 1.57 Vertical = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 0.5x1.0

Resistencia a la Tracción [t/m] : 4.21  
 Tasa de deformación plástica : 2.00  
 Coeficiente de deformación elástica [m<sup>3</sup>/t] : 1.08e-03  
 Rigidez del refuerzo [t/m] : 42.81  
 Largo de anclaje Mínimo [m] : 0.15  
 Factor de seg. contra la rotura (grava) : 1.44  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arena) : 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arena limosa) : 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa) : 1.30  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00  
 Factor de interacción refuerzo/refuerzo : 0.30  
 Coeficiente de interacción refuerzo-grava : 0.90  
 Coeficiente de interacción refuerzo-arena : 0.65  
 Coeficiente de interacción refuerzo-limo : 0.50  
 Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla : 0.30

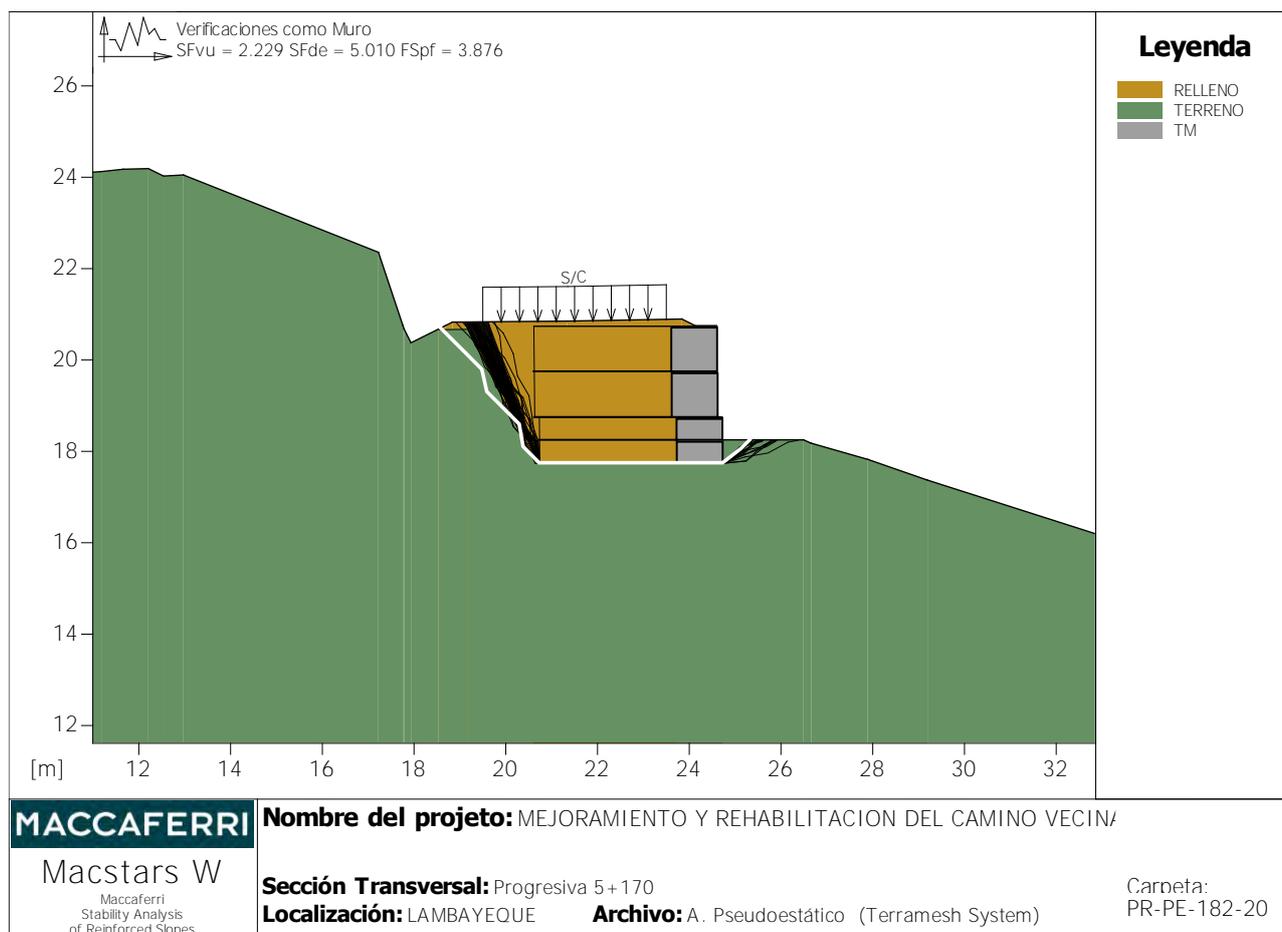
Maccaferri - Terramesh System - 10/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción [t/m] : 4.21  
 Tasa de deformación plástica : 2.00  
 Coeficiente de deformación elástica [m<sup>3</sup>/t] : 1.08e-03  
 Rigidez del refuerzo [t/m] : 42.81  
 Largo de anclaje Mínimo [m] : 0.15  
 Factor de seg. contra la rotura (grava) : 1.44  
 Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out) : 1.00  
 Factor de seg. contra la rotura (arena) : 1.30

---

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....:	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....:	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

## VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



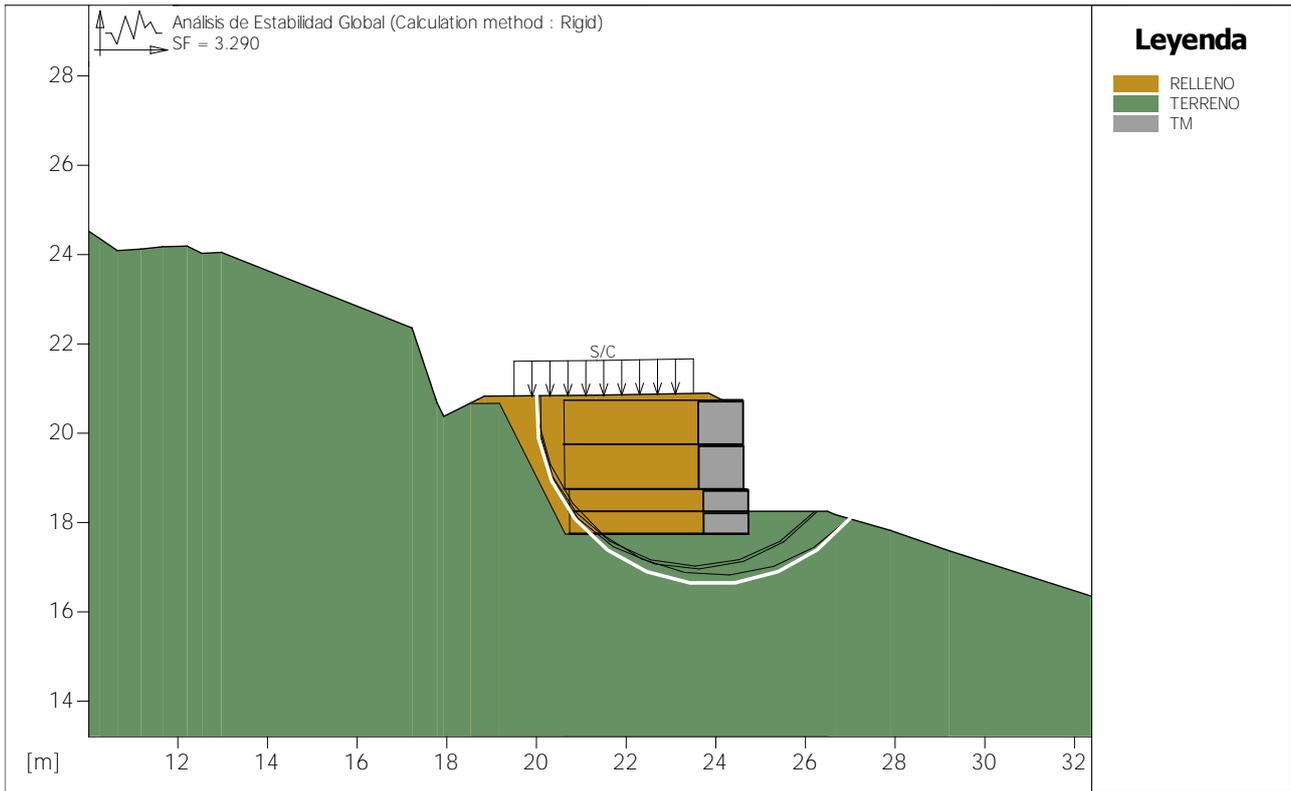
### Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: TM-01

Fuerza Estabilizante.....	[t/m].....	18.85
Fuerza Solicitante.....	[t/m].....	8.46
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		2.229
Momento Estabilizante.....	[t*m/m].....	59.22
Momento Solicitante.....	[t*m/m].....	11.82
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		5.010

Capacidad portante asignada.

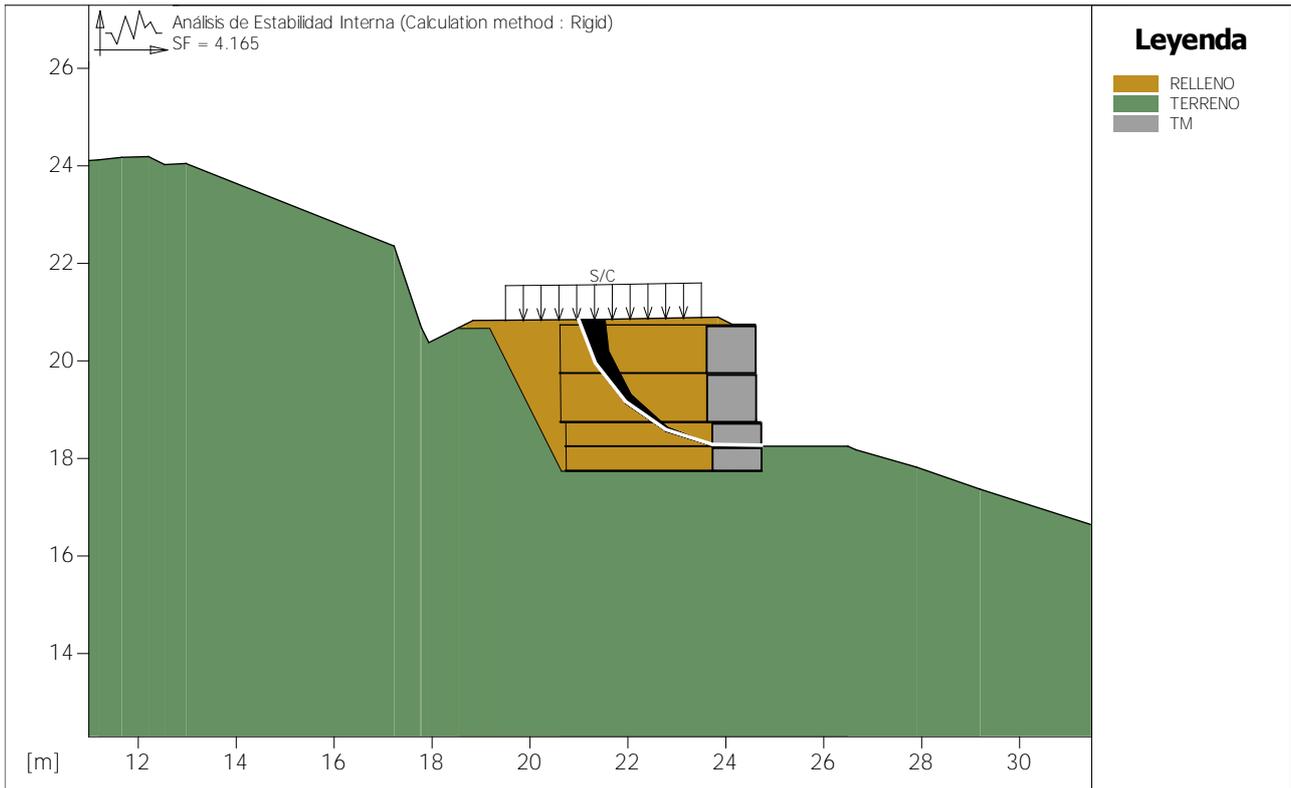
Capacidad portante.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	30.00
Presión media.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	7.74
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		3.876
Fundación equivalente.....	[m].....	3.50
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	0.25
Brazo del momento.....	[m].....	1.40
Fuerza normal.....	[t].....	27.09
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	9.31
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[t/m <sup>2</sup> ].....	4.23



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN/	
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 5+170 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carpeta: PR-PE-182-20

**Verificación de la estabilidad Global:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 3.290



<b>MACCAFERRI</b> Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small>	<b>Nombre del proyecto:</b> MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL CAMINO VECIN/	
	<b>Sección Transversal:</b> Progresiva 5+170 <b>Localización:</b> LAMBAYEQUE <b>Archivo:</b> A. Pseudoestático (Terramesh System)	Carpeta: PR-PE-182-20

**Estabilidad Interna:**

Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 4.165

-----  
**Oficine Maccaferri no asume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.**  
 -----

Certificados de Ensayos Físicos, Químicos y Geomecánicos

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE N° : 057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : MPLI-1  
DESCRIPCIÓN : -

PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno  
CANTIDAD : 05 kg aprox.

<b>MTC E 204</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>
------------------	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			100.0
N° 6	3.360	0.5	0.5	99.5
N° 8	2.360	0.7	1.2	98.8
N° 10	2.000	0.3	1.5	98.5
N° 16	1.180	1.7	3.2	96.8
N° 20	0.850	1.5	4.7	95.3
N° 30	0.600	3.6	8.3	91.7
N° 40	0.425	5.3	13.6	86.4
N° 50	0.300	6.4	20.0	80.0
N° 80	0.180	10.4	30.4	69.6
N° 100	0.150	2.0	32.4	67.6
N° 200	0.075	8.6	41.0	59.0
- N°200	ASTM D 1140:00	59.0	100.0	

CARACTERISTICAS GENERALES	
<b>ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"</b>	
Grava (Ret. N°4)	: 0.0 %
Arena	: 41.0 %
Fino (Pas. N°200)	: 59.0 %
<b>ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg"</b>	
Límite Líquido (L.L.)	: 43 %
Límite Plástico (L.P.)	: 33 %
Índice Plástico (I.P.)	: 10 %
<b>ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)</b>	
A-5(5)	
<b>ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)</b>	
ML	
LIMO ARENOSO	
<b>ASTM D 2216, "Contenido de humedad"</b>	
Cont. de humedad	: 28.8 %
<b>OBSERVACIONES:</b>	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	
- Ensayo efectuado al agregado global natural.	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.



Malla de 3" Código - TDM001

Malla de 2 1/2" Código - TDM002

**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE : 057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : MPLI-1

PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno

DESCRIPCIÓN : -

CANTIDAD : 05 kg aprox.

MTC E 215	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO</b>
-----------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	239	245
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	481.4	409.7
Peso cápsula + suelo seco (g)	398.7	341.3
Peso del Agua (g)	82.7	68.4
Peso de la cápsula (g)	108.4	106.3
Peso del suelo seco (g)	290.3	235.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.50	29.10
<b>28.8</b>		

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado global natural

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.F.R  
Rev.: R.T.B

Homo: Código - HRN001

Homo: Código - HRN002

Balanza: Código - BPZ005



**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE : 057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : MPLI-1

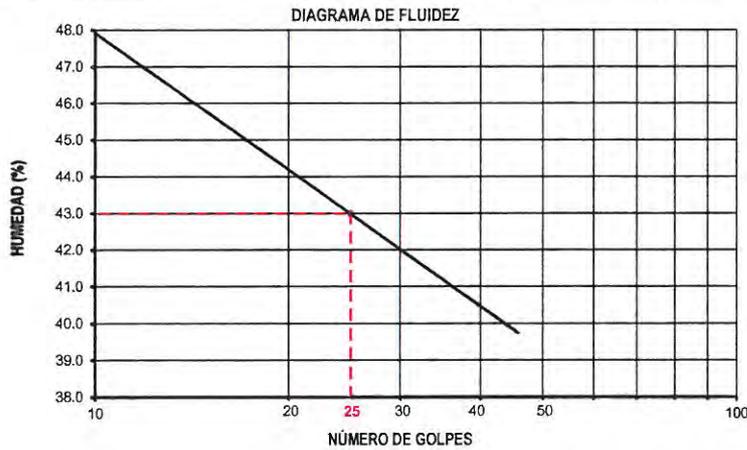
PRESENTACION : 01 Sacos de polietileno

DESCRIPCIÓN : -

CANTIDAD : 05 kg aprox.

**MTC E 110, MTC E 111      DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS, DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (TAMIZ N°40)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	123	219	301	157	29	122
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	36.14	36.66	34.3	36.39	30.86	28.39
Peso cápsula + suelo seco (g)	29.44	30.97	29.13	29.9	27.59	24.9
Peso del Agua (g)	6.7	5.69	5.17	6.49	3.27	3.49
Peso de la cápsula (g)	15.04	17.86	16.87	14.16	17.56	14.41
Peso del suelo seco (g)	14.4	13.11	12.26	15.74	10.03	10.49
Contenido de humedad (%)	46.5	43.4	42.2	41.2	32.6	33.3
Número de golpes	13	23	29	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	43
LÍMITE PLÁSTICO (%)	33
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10
<p><b>COMENTARIOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.</li> <li>- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".</li> </ul>	
<p><b>OBSERVACION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra tomada e identificada por el solicitante.</li> <li>- Ensayo efectuado al agregado fino natural.</li> </ul>	

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.F.R  
Rev. R.T.B

Copa Casa Grande : Código -CCGM

Balanza: Código -BPZ005



Laboratorio Geotécnico

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL EXPEDIENTE : 057-2020/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

UBICACIÓN : -

<b>REFERENCIA DE LA MUESTRA</b> IDENTIFICACIÓN : MPLI-1 DESCRIPCIÓN : - PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno CANTIDAD : 5 kg aprox.	<b>EQUIPO DE CORTE DIRECTO</b> NOMBRE DE EQUIPO : DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR MARCA / MODELO : FORNEY (AMERICANO) FACTOR DE CELDA (Kg) : X + 0
---	---

**ASTM D 3080      CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487)	ML	Límite Líquido	(ASTM D 4318)	43.0
Clasificación Obras Viales	(ASTM D 3282)	A-5(5)	Índice Plástico	(ASTM D 4318)	10.0
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012)	N°4	Mat. más Fino N° 200	(ASTM D 1140)	59.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		61,8 kPa	123,6 kPa	247,1 kPa
Diámetro	(cm)	6.358	6.358	6.358
Área	(cm <sup>2</sup> )	31.75	31.75	31.75
Altura Inicial	(cm)	2.50	2.50	2.50
Altura Final	(cm)	2.45	2.33	2.24
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	79.38	79.38	79.38
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	77.65	74.03	71.13
Relación Diámetro / Altura		2.54	2.54	2.54
Condición de la Estructura del suelo		REMOLDEADA		
Peso Húmedo Inicial	(g)	134.9	134.9	134.9
Peso Húmedo Final	(g)	146.3	144.8	141.6
Peso Seco	(g)	104.7	104.7	104.7
Humedad Inicial	(ASTM D 2216) (%)	28.8	28.8	28.8
Humedad Final	(ASTM D 2216) (%)	39.7	38.2	35.2
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> )	1.700	1.700	1.700
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> )	1.884	1.956	1.990
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> )	1.320	1.320	1.320
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> )	1.349	1.415	1.473

**OBSERVACIONES:**

- Muestra Tomada e Identificada por el Solicitante.
- Ensayo efectuado con Muestra Remoldeada.
- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepción la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, Fue indicada por el Solicitante.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento

Tec.: B.J.B

Rev.: L.L.S



Laboratorio Geotécnico

Perú Infinito S.A.C.  
 Mz. 1 Lt. 3 Asoc. Los Portales de Fiori - S.M.P - Lima  
 Web: www.peruinfinito.pe

Telf.: (01) 6594730 Cel.: 974125838  
 Email.: ventas@peruinfinito.pe / laboratorio@peruinfinito.pe

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU EXPEDIENTE : 057-2020/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

UBICACIÓN : -

REFERENCIA DE LA MUESTRA : EQUIPO DE CORTE DIRECTO  
 IDENTIFICACIÓN : MPLI-1 NOMBRE DE EQUIPO : DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR  
 DESCRIPCIÓN : - MARCA / MODELO : FORNEY (AMERICANO)  
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsas de polietileno FACTOR DE CELDA (Kg) : X + 0  
 CANTIDAD : 5 kg

### ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

ESFUERZO NORMAL	61,8 kPa		123,6 kPa		247,1 kPa	
Etapa	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.50	2.45	2.50	2.33	2.50	2.24
Volumen (cm <sup>3</sup> )	79.38	77.65	79.38	74.03	79.38	71.13
Humedad (%)	28.8	39.7	28.8	38.2	28.8	35.2
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.320	1.349	1.320	1.415	1.320	1.473
Esfuerzo Corte (kPa)	58.1		87.2		145.3	

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 61,8 kPa				ESFUERZO NORMAL 123,6 kPa				ESFUERZO NORMAL 247,1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	0.356	0.0	0.00	0.0	1.143	0.0	0.0	0.0	1.763	0.0	0.0	0.0
0.50	0.384	5.1	5.06	15.63	1.181	7.6	7.6	23.4	1.822	12.7	12.7	39.1
1.00	0.424	13.4	13.35	41.23	1.237	20.0	20.0	61.9	1.908	33.4	33.4	103.1
1.50	0.429	16.6	16.68	51.21	1.275	24.9	24.9	76.8	1.967	41.5	41.5	128.0
2.00	0.429	17.6	17.56	54.24	1.290	26.3	26.3	81.4	1.991	43.9	43.9	135.6
2.50	0.429	18.0	18.00	55.60	1.290	27.0	27.0	83.4	1.991	45.0	45.0	139.0
3.00	0.429	18.3	18.25	56.37	1.290	27.4	27.4	84.6	1.991	45.6	45.6	140.9
3.50	0.429	18.4	18.40	56.83	1.295	27.6	27.6	85.2	1.999	46.0	46.0	142.1
4.00	0.429	18.6	18.57	57.36	1.313	27.9	27.9	86.0	2.026	46.4	46.4	143.4
4.50	0.429	18.7	18.68	57.70	1.339	28.0	28.0	86.5	2.065	46.7	46.7	144.2
5.00	0.429	18.8	18.79	58.04	1.344	28.2	28.2	87.1	2.073	47.0	47.0	145.1
5.50	0.429	18.8	18.82	58.13	1.397	28.2	28.2	87.2	2.155	47.1	47.1	145.3
6.00	0.429	18.8	18.80	58.07	1.443	28.2	28.2	87.1	2.226	47.0	47.0	145.2
6.50	0.429	18.6	18.60	57.45	1.473	27.9	27.9	86.2	2.273	46.5	46.5	143.6
7.00	0.432	18.4	18.40	56.83	1.516	27.6	27.6	85.2	2.339	46.0	46.0	142.1
7.50	0.432	18.1	18.12	55.97	1.547	27.2	27.2	84.0	2.386	45.3	45.3	139.9
8.00	0.450	17.9	17.88	55.23	1.590	26.8	26.8	82.8	2.453	44.7	44.7	138.1
8.50	0.478	17.7	17.65	54.52	1.641	26.5	26.5	81.8	2.531	44.1	44.1	136.3
9.00	0.498	17.6	17.57	54.27	1.684	26.4	26.4	81.4	2.598	43.9	43.9	135.7
9.50	0.544	17.4	17.44	53.87	1.725	26.2	26.2	80.8	2.661	43.6	43.6	134.7
10.00	0.587	17.4	17.44	53.87	1.765	26.2	26.2	80.8	2.724	43.6	43.6	134.7

**OBSERVACIONES:**

- Muestra Tomada e Identificada por el Solicitante.
- Ensayo efectuado con Muestra Remoldeada.
- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepciono la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes. Fue indicada por el Solicitante.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4



El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento

Tec.: BJB  
Rev.: LLS

**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU EXPEDIENTE : 057-2020/LAB\_PEINSAC  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 InL 110 Res. Cercado

UBICACIÓN :-

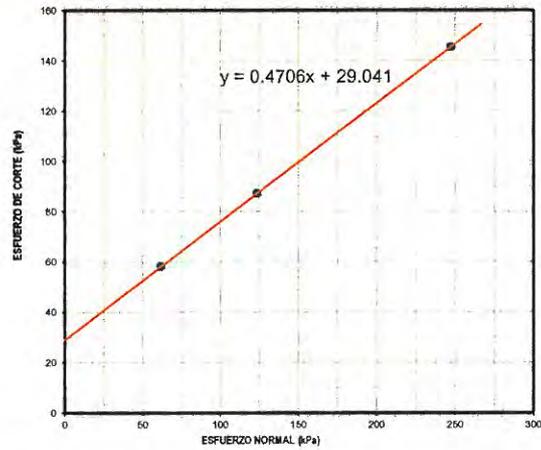
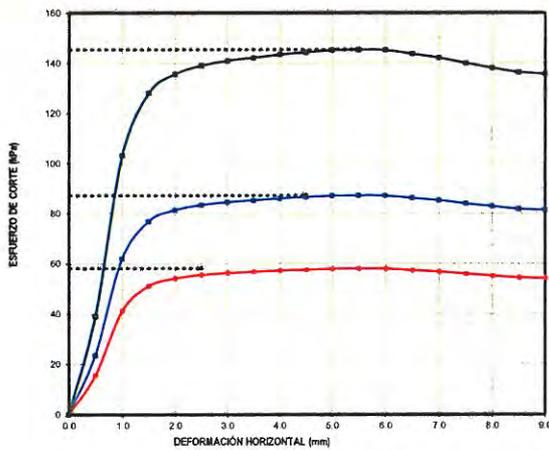
### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : MPLI-1  
 DESCRIPCIÓN : -  
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD : 5 kg

### EQUIPO DE CORTE DIRECTO

NOMBRE DE EQUIPO : DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR  
 MARCA / MODELO : FORNEY (AMERICANO)  
 FACTOR DE CELDA (Kg.) : X + 0

**ASTM D 3080      CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	29.04	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	25.2
COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.30		

### OBSERVACIONES:

- Muestra Tomada e Identificada por el Solicitante.
- Ensayo efectuado con Muestra Remoldeada.
- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepción la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, Fue indicada por el Solicitante.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4

Tec.: B.J.B.

Rev.: L.L.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



### Laboratorio Geotécnico

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
DIRECCION : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 0057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : MPLD-3  
DESCRIPCIÓN : -  
PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.  
CANTIDAD : 5 kg aprox.

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMP. AMBIENTE (°C) : 21 C°  
TEMP. MUESTRA (°C) : 20 C°  
HUM. RELATIVA : 62 %

<b>NTP 339.176</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA</b>
--------------------	--

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
MPLD-3	8.7

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
DIRECCION : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 0057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : MPLD-3  
DESCRIPCIÓN : -  
PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.  
CANTIDAD : 5 kg aprox.

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMP. AMBIENTE (°C) : 21 C°  
TEMP. MUESTRA (°C) : 20 C°  
HUM. RELATIVA : 62 %

NTP 339.176	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA</b>
-------------	--

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
MPLD-3	8.7

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE N° : 057-2020/LAB\_PEINSAC

DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : MPLD-3

PRESENTACION : 01 Bolsa Hermética

DESCRIPCIÓN : -

CANTIDAD : 05 kg aprox.

NTP 400.042	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES</b>
-------------	--

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE: 21 C°

HUMEDAD RELATIVA: 62 %

TEMPERATURA DE LA MUESTRA: 20 C°

RESULTADO DE ENSAYO QUIMICO		
IDENTIFICACION	CLORUROS EXPRESADOS COMO ION Cl <sup>-</sup> (ppm)	SULFATOS EXPRESADOS COMO ION SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)
MPLD-3	468	151

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
DIRECCION : Av. Alfredo Benavides Nro 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 0057-2020/LAB\_PEINSAC

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : MPLI-1C  
DESCRIPCIÓN : -  
PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.  
CANTIDAD : 5 kg aprox.

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMP. AMBIENTE (°C) : 21 C°  
TEMP. MUESTRA (°C) : 20 C°  
HUM. RELATIVA : 62 %

NTP 339.176	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA</b>
-------------	--

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
MPLI-1C	8.5

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE N° : 057-2020/PEINSAC\_LAB

DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro 250 Int. 110 Res. Cercado

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : MPLI-1C

PRESENTACION : 01 Bolsa Hermética

DESCRIPCIÓN : -

CANTIDAD : 05 kg aprox.

MTC E 219	SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES
-----------	---

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE: 21 C°

HUMEDAD RELATIVA: 62 %

TEMPERATURA DE LA MUESTRA: 20 C°

RESULTADO DE ENSAYO		
IDENTIFICACION	SALES SOLUBLES (%)	SALES SOLUBLES (ppm)
MPLI-1C	0.0816	816

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU

EXPEDIENTE N° : 057-2020/LAB\_PEINSAC

DIRECCIÓN : Av Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

UBICACIÓN : -

### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : MPLI-1C

DESCRIPCIÓN : -

PRESENTACION : 01 Bolsa Hermética

CANTIDAD : 05 kg aprox.

NTP 400.042

### METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES

### CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE: 21 C°

HUMEDAD RELATIVA: 62 %

TEMPERATURA DE LA MUESTRA: 20 C°

### RESULTADO DE ENSAYO QUIMICO

IDENTIFICACION	CLORUROS EXPRESADOS COMO ION Cl <sup>-</sup> (ppm)	SULFATOS EXPRESADOS COMO ION SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)
MPLI-1C	585	167

### OBSERVACIONES:

-Muestra tomada e identificada por el solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.F.R.  
Rev.: R.T.B.



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 InL. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 057-2020/PEINSAC\_LAB

UBICACIÓN : -

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : MPLD-3  
 DESCRIPCIÓN : Testigo en forma vertical

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA / MODELO : SOILTEST

<b>ASTM C 170</b>	<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL</b>
-------------------	--------------------------------------

Descripción	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	Relación L/D	Área (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo en forma vertical	03/08/2020	4,865	10.5	4.7	2.25	17.06	1.02	285.2	291



ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

**OBSERVACIONES :**

- Nucleo (s), Remitido por el Solicitante
- Refrendado de Nucleo (s), Efectuado por personal Técnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 617/C 617M.
- Tallado de Nucleo (s), Efectuado por personal Técnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 42/C 42M.

Tec.: J.F.R  
 Rev.: R.T.B

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 057-2020/PEINSAC\_LAB  
 UBICACIÓN :

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : MPLI-2  
 DESCRIPCIÓN : Testigo en forma vertical

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA / MODELO : SOILTEST

<b>ASTM C 170</b>	<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL</b>
-------------------	--------------------------------------

Descripcion	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo en forma vertical	03/08/2020	5,250	11.9	4.7	2.55	17.06	1.04	307.8	321
Testigo en forma vertical	03/08/2020	5,519	12.1	4.7	2.59	17.06	1.05	323.6	339



ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

**OBSERVACIONES :**

- Nucleo (s), Remitido por el Solicitante
- Refrendado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 617/C 617M.
- Tallado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 42/C 42M.

Tec.: J.F.R  
 Rev : R.T.B.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 057-2020/PEINSAC\_LAB  
 UBICACIÓN : . . .

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : MPLD-2  
 DESCRIPCIÓN : Testigo en forma vertical

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA / MODELO : SOILTEST

<b>ASTM C 170</b>	<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL</b>
-------------------	--------------------------------------

Descripcion	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo en forma vertical	03/08/2020	8,895	10.0	4.7	2.14	17.06	1.01	521.5	527
Testigo en forma vertical	03/08/2020	9,140	10.2	4.7	2.18	17.06	1.01	535.9	544



ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

**OBSERVACIONES :**

- Nucleo (s), Remitido por el Solicitante.
- Refrendado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 617/C 617M.
- Tallado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 42/C 42M.

Tec: J.F.R  
 Rev: R.T.B

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



**Laboratorio Geotécnico**

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP - SUCURSAL PERU  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Benavides Nro. 250 Int. 110 Res. Cercado

EXPEDIENTE : 057-2020/PEINSAC\_LAB

UBICACIÓN :

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : MPLD-1  
 DESCRIPCIÓN : Testigo en forma vertical

**EQUIPO DE COMPRESION**

MARCA / MODELO : SOILTEST

<b>ASTM C 170</b>	<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL</b>
-------------------	--------------------------------------

Descripcion	Fecha de Ensayo	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo en forma vertical	03/08/2020	4,938	12.8	4.7	2.75	17.06	1.06	289.5	307
Testigo en forma vertical	03/08/2020	5,081	12.5	4.7	2.69	17.06	1.06	297.9	314



ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

ANTES DEL ENSAYO

DESPUES DEL ENSAYO

**OBSERVACIONES :**

- Nucleo (s), Remitido por el Solicitante.
- Refrendado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 617/C 617M.
- Tallado de Nucleo (s), Efectuado por personal Tecnico de PEINSAC Laboratorio, según Norma ASTM C 42/C 42M.

Tec: J.F.R.  
 Rev: R.T.B.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento



**Laboratorio Geotécnico**