

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN EN EL KM
1+ 670 AL 1+720 DE LA CARRETERA HUARAZ - PARIA”.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JESÚS JUAN DE DIOS ALBINO DEXTRE**

**ASESOR:
ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA**

HUARAZ - ANCASH - PERÚ

2016



"UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

"Una nueva universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Ciudad Universitaria de Shancayán - Huaraz/ Teléfonos: 421985 – 426998



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

MEMORANDUM No. 004-2016-UNASAM-FIC/D

DE : Mag. Ing. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
Decano (e) de la Facultad de Ingeniería Civil

A : Sr. CESAR HUGO PAJUELO RAMIREZ
Trabajador Administrativo de la UNASAM

ASUNTO : El que se indica

FECHA : Huaraz Mayo 13,2016

Me dirijo a usted, para saludarlo cordialmente y hacerle adjunto al presente 06 ejemplares de tesis de titulandos de nuestra Facultad, para el trámite correspondiente, de acuerdo al siguiente detalle:

- **JESUS JUAN DE DIOS ALBINO DEXTRE**
- **MARINO JAVIER TAMARA MAGUIÑA**
- **SANDRO BARRETO POMA**
- **HANS EDGARDO RAMOS CHAMORRO**
- **MARCO HUGO CADILLO PAREDES**
- **MARCO ALFREDO MOTA CHAEZ**

Atentamente,



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Mag. Ing° Elio Alejandro Milla Vergara
DECANO (e)

EMV/D
Amft.s.
C. c. :
Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO

ACTA DE SUSTENTACION N° 154

En la ciudad de Huaraz, al (a los) VEINTE UN día (s) del mes de MARZO del 2016, siendo las 18 : 00 horas, se reunió el Jurado Examinador integrado por:

- el (la) : ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO , Presidente
 el (la) : ING. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE , Secretario
 y, el (la) : ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLÁCIDO , Vocal;

para proceder al **ACTO DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis titulada:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ESTABILIZACION EN EL KM 1+670 AL 1+720 DE LA CARRETERA HUARAZ - PARIÁ.

elaborado y presentado por el (la) Bachiller : JESÚS JUAN DE DIOS ALBINO DEXTRE
 bajo el asesoramiento del (de la) : ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 para optar el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**, bajo la modalidad de Tesis.

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes y su absolución, objeciones y aclaraciones, el Jurado Examinador determinó la calificación de: APROBADO.

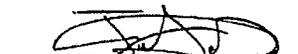
Siendo las 19 : 00 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.


 PRESIDENTE


 SECRETARIO


 VOCAL


 ASESOR


 SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mis padres Juan de Dios y Paulina por siempre creer en mí, por enseñarme y demostrarme los principios que hoy respeto y práctico. A mis hermanos por ayudarme a cada momento. Más aun en especial a mi padre, por siempre estar ahí, por cuidar mis pasos en mi crecimiento, y demostrarme la fortaleza que existe al encomendarnos al divino. No olvido a mi querida Facultad de ingeniería Civil por demostrarme la bella carrera que culmine y que profeso.

AGRADECIMIENTO

A mi padre por ayudarme a cumplir con mi meta, por alentarme a no desistir y siempre mirar para adelante. A mi madre por comprenderme, por valorar mi esfuerzo tras cada examen, por estar pendiente de mi alimentación. Y a mis hermanos Antonia, Ana, Edgar, Rosalinda, Noemí, Jeremías, Miguel, Luz, Juan Pablo y Lisbet por alentarme a continuar a la meta que me trace y hoy veo cumplido.

A mis amigos Gustavo, Michel, Ronald, Luis Huánuco, Alex y no olvidándome de mi queridísima amiga Dennice, por ayudarme a concluir la culminación de este trabajo de tesis.

Al grupo humado INTIFIC, centro federado del 2012-2013, formado por mis amigos, Ginno, Julio, Sinthia, Kasandra, Grizzly, Selem, Paul, Freddy y Ahilin, por permitirme superarme como persona y como estudiante. Además agradecer nuevamente a la señorita Ahilin León Robles, por elaborar los membretes de mis planos, y por tomar las fotografías de los ensayos de laboratorio.

Al Ingeniero Elio Milla Vergara, por mostrarme el horizonte y romper la duda cada vez que se le solicitaba.

Al Ingeniero Juan Pedro Rodriguez Tesen, por darme la oportunidad y la confianza de emprender nuevos retos en la carrera, por respaldarme y apoyarme a culminar la presenta tesis.

Al Consorcio Cosapi-Translei y al grupo humano que lo conforma, guiado por el Ing. Carlos Pajuelo, por darme la bibliografía y aplicación de la construcción los dos sistemas propuestos en la presente Tesis.

A Dios por guiarme paso a paso, por tomar decisiones correctas, por darme unos padres ejemplares. Y nunca abandonarme y siempre estar aquí junto a mí, y a mi familia.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE.....	iv
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.	1
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES	2
1.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS	3
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	4
CAPÍTULO II.	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	5
2.2. BASES TEÓRICAS.	8
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	70
CAPÍTULO III.	71
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	71
3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	71
3.2. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.3. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA	72
3.4. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS	72
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	74
CAPÍTULO IV.	76
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL TALUD	76
4.1. MARCO GEOGRÁFICO	76
4.2. INFORMACIÓN PREVIA DE LOS ASPECTOS GEOTECNICOS	77
4.3. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	78
4.4. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD	86
4.5. FACTOR DE SEGURIDAD	88

CAPÍTULO V.....	95
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN.....	95
5.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN	95
5.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE GAVIONES CON EL PROGRAMA GAWACWIN 2003.	97
5.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON EL PROGRAMA MACSTARS 2000.	101
CAPÍTULO VI.....	111
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	111
6.1. DIAGNOSTICO ACTUAL DEL TALUD	111
6.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN	112
6.3. COMPARACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN	116
6.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	117
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	121
ANEXOS.....	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. (a) Talud Natural y (b) Talud Artificial.....	9
Figura 2.2. Falla por deslizamiento superficial.....	10
Figura 2.3. Falla Traslacional y Rotacional	11
Figura 2.4. Esquema de un caído o derrumbe	12
Figura 2.5. Prueba de Resistencia al Corte.....	18
Figura 2.6. Detalle de la caja de ensayo de corte Directo.....	18
Figura 2.7. Falla del Talud	19
Figura 2.8. Clasificación de los Métodos de cálculo	21
Figura 2.9. Análisis de Estabilidad por el Método Ordinario de las dovelas: (a) Superficie de falla de prueba; (b) Fuerzas que actúan sobre la n-esima dovela.	22
Figura 2.10. Análisis de Estabilidad por el Método Ordinario de las dovelas para taludes en suelos estratificados.....	24
Figura 2.11. Método simplificado de las dovelas de Bishop: (a) Fuerzas que actúan sobre la n-ésima dovela; (b) polígono de fuerzas de equilibrio.....	26
Figura 2.12. Diagrama para determinar el Factor f_0 para el método de Janbú.....	28
Figura 2.13. Formulación del método del Morgenstern - Price.....	29
Figura 2.14. Formulación del método del Spencer.....	30
Figura 2.15. Esquema de muros rígidos.....	31
Figura 2.16. Esquema de muros flexibles	32
Figura 2.17. Esquema de estructuras de tierra reforzada	32
Figura 2.18. Muros de Gaviones.	33
Figura 2.19. Elementos constituyentes de un gavion tipo caja.	34
Figura 2.20. Dimensión gavión caja.	35
Figura 2.21. Sección robusta donde se observa la monoliticidad del conjunto.	36
Figura 2.22. Brasil – Muro de Contención para acceso a chancadora.....	37
Figura 2.23. Bolivia – Detalle de la característica de ser autodrenante.	37
Figura 2.24. Brasil – Contención ejecutada en 1986.....	38
Figura 2.25. Estructura de bajo impacto ambiental.	38
Figura 2.26. Italia – Prueba de carga por la Maccaferri.....	39
Figura 2.27. Estructuras prácticas y versátiles.....	40
Figura 2.28. Tipo de rotura de muros de gaviones.	41
Figura 2.29. (a) Fuerzas que actúan sobre la estructura de contención y (b) Fuerzas sísmicas.	42
Figura 2.30. Muro de gaviones con escalones externos y con escalones internos.	43
Figura 2.31. Empuje activo Teoría de Coulomb.....	43
Figura 2.32. Punto de aplicación E_a	44
Figura 2.33. Superficie del macizo irregular.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.34. Variación del empuje activo con la superficie de rotura.	45
Figura 2.35. Aplicación de carga distribuida.	46
Figura 2.36. Fuerzas de inercia que actúan sobre la cuña.	46
Figura 2.37. Peso del muro.	48
Figura 2.38. Verificación al deslizamiento.	48
Figura 2.39. Verificación al deslizamiento.	49
Figura 2.40. Presiones en la fundación.	50
Figura 2.41. Distribución de presiones.	51
Figura 2.42. Método de Bishop.	53
Figura 2.43. (a) Base muro de gaviones, (b) Corona muro de gaviones y (c) Empotramiento del Muro de gaviones.	54
Figura 2.44. Suelo sin refuerzo.	56
Figura 2.45. Suelo con refuerzo.	56
Figura 2.46. Esquema de funcionamiento de la malla hexagonal	57
Figura 2.47. Terramesh System.	59
Figura 2.48. Elementos constituyentes muro Terramesh System	60
Figura 2.49. Paramento Frontal Terramesh System	60
Figura 2.50. Refuerzo malla hexagonal.	60
Figura 2.51. Relleno compactado	61
Figura 2.52. Geotextol no tejido	61
Figura 2.53. Geocompuesto y Tubería de drenaje.	62
Figura 2.54. a) Determinación del empuje por equilibrio límite; b) Posible superficie de ruptura determinadas a partir del punto B; c) Gráfico del empuje por el ángulo de variación de la superficie con la horizontal , que ilustra la determinación del empuje activo máximo.	63
Figura 2.55. Verificación contra el deslizamiento.	64
Figura 2.56. Verificación contra el Volteo.	65
Figura 2.57. Verificación de la Presión en la fundación	66
Figura 2.58. Verificación de la Estabilidad Interna	67
Figura 2.59. Zonas actuantes de los refuerzos.	67
Figura 2.60. Fuerzas actuantes en el análisis interno de los refuerzos	68
Figura 2.61. Verificación de la estabilidad global de la estructura	69
Figura 4.1. Vista en 3D del Talud en Estudio.	84
Figura 4.2. Perfil Estratigráfico del Perfil Longitudinal Nº 01.	85
Figura 4.3. Perfil Estratigráfico del Perfil Longitudinal Nº 02.	85
Figura 4.4. Método Bishop, ordinary y Janbu, Perfil Nº 01.	91
Figura 4.5. Método Morgenstern Price, Perfil Nº 01.	91
Figura 4.6. Método Spencer, Perfil Nº 01.	92
Figura 4.7. Método Bishop, ordinary y Janbu, Perfil Nº 02.	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.8. Método Morgenstern Price, Perfil N° 02.	93
Figura 4.9. Método Spencer, Perfil N° 02.	94
Figura 5.1. Propuesta N° 01 (Muro de Gavión)	99
Figura 5.2. Propuesta N° 02 (Muro de Gavión)	99
Figura 5.3. Propuesta N° 03 (Muro de Gavión)	100
Figura 5.4. Propuesta N° 04 (Muro de Gavión)	100
Figura 5.5. Propuesta N° 05 (Muro de Gavión)	100
Figura 5.6. Presencia de la Tensiones máximas	101
Figura 5.7. Inclinação de la pared de retención.....	102
Figura 5.8. Propuesta N° 01 (Suelo reforzado)	105
Figura 5.9. Propuesta N° 02 (Suelo reforzado)	106
Figura 5.10. Propuesta N° 03 (Suelo reforzado)	106
Figura 5.11. Propuesta N° 04 (Suelo reforzado)	107
Figura 5.12. Propuesta N° 01 (Suelo reforzado)	109
Figura 5.13. Propuesta N° 02 (Suelo reforzado)	109
Figura 5.14. Propuesta N° 03 (Suelo reforzado)	110
Figura 5.15. Propuesta N° 04 (Suelo reforzado)	110
Figura B.1. Se puede ver las fallas evidentes en el suelo.....	126
Figura B.2. Se muestra el deslizamiento del talud, habiendo un desnivel de 1.90 m.....	126
Figura B.3. Se sigue mostrando las fallas producidas por el deslizamiento.	127
Figura B.4. Se observa el canal de riego ubicado en la parte superior del talud en estudio.....	127
Figura B.5. Se muestra la C-02, culminada la excavación.	128
Figura B.6. Se muestra la profundidad y los estratos que conforman la calicata C-2	128
Figura B.7. Se muestra la Trinchera T-02, previa al muestreo.....	129
Figura B.8. Se Observa la homogeneidad del suelo, en la Trinchera T-02.....	129
Figura B.9. Se muestra la calicata C-04, no hay presencia de nivel freático.....	130
Figura B.10. Se muestra la calicata C-04, existe bloque y bolones.	130
Figura B.11. Se muestra el inicio de excavación de calicata C-01.....	131
Figura B.12. Vista final de la Calicata C-01, después de concluida la excavación.	131
Figura B.13. Se muestra la trinchera T-01, previa a la obtención de muestras.....	132
Figura B.14. Vista final de la Trinchera luego del muestreo, observando un suelo heterogéneo.	132
Figura B.15. Se muestra la calicata C-03.	133
Figura B.16. Se muestra la heterogeneidad de los suelos, además la existencia de nivel freático.	133

Figura C.1. Elemento Terramesh desdoblado	281
Figura C.2. Colocación del Panel posterior y Laterales	281
Figura C.3. Colocación diafragma intermedio.....	282
Figura C.4. Pre-armado de la unidad Terramesh	282
Figura C.5. Colocación del diafragma y amarre	282
Figura C.6. Puntos de fijación en la colas.....	283
Figura C.7. Amarre	283
Figura C.8. Amarre arista de contacto Terramesh Contiguos.....	284
Figura C.9. Relleno con piedras del paramento frontal	284
Figura C.10. Cierra y amarre transversal de tapa	285
Figura C.11. Cierre longitudinal Terramesh System.....	285
Figura C.12. Colocación del Geotextil	285
Figura C.13. Compactación del Relleno	286
Figura C.14. Amarre longitudinal entre niveles	286

LISTA DE TABLAS

Tabla N 2.1. Sistema de Clasificación SUCS (Materiales de Grano grueso)	14
Tabla N 2.2. Sistema de Clasificación SUCS (Materiales de Grano Fino)	15
Tabla N 2.3. Factores de Seguridad para Análisis Estático.....	20
Tabla N 2.4. Factores de Seguridad para Análisis Pseudoestático.....	20
Tabla N 2.5. Peso de las telas de los gaviones.	51
Tabla N 4.1. Cuadro resumen de vías de acceso al lugar en estudio.....	77
Tabla N 4.2. Calicatas, profundidad y muestras extraídas.....	79
Tabla N 4.3. Cuadro Resumen de Valores de los Ensayos de Laboratorio.	80
Tabla N 4.4. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 01.	88
Tabla N 4.5. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 02.	89
Tabla N 4.6. Métodos de cálculo para la estabilidad de Taludes.....	89
Tabla N 4.7. Leyenda de Cálculo de Slope	90
Tabla N 4.8. Resultados del Análisis Estático, Perfil N° 01.	90
Tabla N 4.9. Resultados del Análisis Estático, Perfil N° 02.	92
Tabla N 5.1. Capacidad Admisible del suelo de Fundación (Según Terzaghi y Meyerhof)	96
Tabla N 5.2. Factor de Seguridad en un Análisis Estático.	96
Tabla N 5.3. Factor de Seguridad en un Análisis Pseudoestático.	96
Tabla N 5.4. Resultados del Análisis Estático, Muro de contención de Gavión.....	98
Tabla N 5.5. Resultados del Análisis Pseudoestático, Muro de contención de Gavión.	98
Tabla N 5.6. Resultados del Análisis Estático usando la Malla 10x12 y Macgrid WG 200.....	104

Tabla N 5.7. Resultados del Análisis Pseudoestático usando la Malla 10x12 y Macgrid WG 200	104
Tabla N 5.8. Resultados del Análisis Estático usando la Malla 8x10 y Paragrid CMD 175.....	108
Tabla N 5.9. Resultados del Análisis Pseudoestático usando la Malla 8x10 y Paragrid CMD 175	108
Tabla N 6.1. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 01.	113
Tabla N 6.2. Factores de seguridad de acuerdo al método usado, Perfil N° 01....	113
Tabla N 6.3. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 02.	113
Tabla N 6.4. Factores de seguridad de acuerdo al método usado, Perfil N° 02	114
Tabla N 6.5. Factores de seguridad de la Propuesta N° 02, Muro Contención de Gavión.	115
Tabla N 6.6. Resultados del Análisis Estático de acuerdo al material usado (Propuesta N° 04).....	115
Tabla N 6.7. Resultados del Análisis Pseudoestático de acuerdo al material usado (Propuesta N° 04).....	116
Tabla N 6.8. Cuadro resumen del Factores de Seguridad de cada muro (Análisis Estático).....	116
Tabla N 6.9. Cuadro resumen del Factores de Seguridad de cada muro (Análisis Pseudoestático).....	116

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal proponer un sistema de estabilización idóneo en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz – Paria, para solucionar el problema de deslizamiento de tierras que ocurre en el talud de estudio.

Para lograr hacer una correcta evaluación de la problemática de la zona en estudio se ha hecho la recopilación de información topográfica y geotécnica que permita modelar de manera certera el talud en estudio. Para lograr el objetivo se ha hecho el uso del programa de computación Geostudio (Slope/w) 2007.

Una vez concluido el análisis de la problemática de la zona, se procede a realizar un análisis de las posibles alternativas de solución que se puedan aplicar para una correcta estabilización de talud. Las soluciones analizadas son dos muros de contención, a los cuales se les ha hecho un análisis y diseño, en condición estática y pseudoestática.

En este trabajo se realiza el diseño del Muro de Contención de Gaviones y el Muro de Contención de Suelo Reforzado mediante el Sistema Terrameh System, cada una presenta alternativas de acuerdo a la geometría, para lograr el objetivo se ha hecho el uso del programa de computación Gawacwin 2003 y Macstars 2000 respectivamente.

De esta manera se pudo realizar una comparación técnica entre estas dos soluciones, se determinó que el muro de contención de suelo reforzado mediante el sistema Terramesh System posee un mejor comportamiento para el problema existente, obteniendo mayores factores de seguridad.

INTRODUCCIÓN

En la zona de Ancash, el problema del deslizamiento sucede con frecuencia, especialmente en épocas de lluvia. Se observa el gran daño que esto genera en la economía, en tiempo y en peor de los casos la pérdida de vidas humanas.

En el sector Acovichay Alto, en el Km 1+670 al Km 1+720 de la carretera Huaraz – Paria, se presenta el deslizamiento de la masa de suelo, ocasionando daños a la vía, malestar de los usuarios y peligro de destrucción de las viviendas aledañas al talud. La falla se produjo por una filtración de agua, debido a la ruptura de una tubería de matriz de agua potable que abastece a la Urbanización las Lomas, así mismo existen zonas que pueden fallar.

Proponer un Sistema de estabilización idóneo en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz–Paria, es el objetivo general del trabajo de Título que aquí se presenta, el cual será desarrollado cumpliendo a detalle los objetivos específicos.

Con este trabajo se busca realizar un diagnóstico del talud, así mismo realizar el análisis y diseño de un muro de contención de gavión y un muro de contención de suelo reforzado mediante el sistema Terramesh System, luego compararlas técnicamente y obtener el mejor diseño; logrando dar una solución técnica al deslizamiento de talud que presente la zona de estudio. Además se menciona que los pasos a seguir para el análisis y diseño de los muros de contención, fueron siguiendo las recomendaciones dadas por el manual de MACCAFERRI y trabajos de investigación relacionados a estos dos sistemas.

El trabajo de título profesional está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I Planteamiento de la Investigación, contiene situación problemática, formulación del problema, hipótesis y variables, definición de términos y objetivos de la investigación.

Capítulo II Marco Teórico, contiene antecedentes de la investigación y bases teóricas.

Capítulo III Metodología de la Investigación, contiene perspectiva metodológica y tipo de investigación, límites de la investigación, contexto y unidad de análisis, métodos y recursos empleados, y procedimiento de recolección y análisis de datos.

Capítulo IV Estudio de Estabilidad del Talud, contiene marco geográfico, información previa de los aspectos geotécnicos, programa de investigación, cálculo de la estabilidad del talud, y factor de seguridad.

Capítulo V Análisis y Diseño de los Sistemas de Estabilización, contiene capacidad de carga admisible portante del suelo, análisis y diseño del muro de contención de gaviones con el programa Gawacwin 2003; y el análisis y diseño del muro de contención de suelo reforzado con el programa Macstars 2000.

Capítulo VI Resultados y Discusión, contiene diagnóstico del talud, análisis y diseño de los sistemas de estabilización, y comparación técnica de los sistemas de estabilización.

Por ultimo las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El deslizamiento de tierras es uno de los problemas más comunes en taludes, debido a que estas no pueden considerarse estables indefinidamente. Actualmente hay una serie de problemas que existen a nivel nacional en lo que abarca al deslizamiento de tierra, el cual afecta a diversas estructuras ocasionando en muchas de ellas graves problemas físicos y el peor de los casos el colapso de las mismas. Por ello se concentra en este tema, debido a que los hechos observados en épocas de avenidas representan una situación muy alarmante.

El proyecto de estudio a realizar está asociado con la propuesta de un sistema de estabilización de un terreno, ya que el problema que se presenta es el deslizamiento de tierras de un talud, el cual se ubica, en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz – Paria, distrito de Independencia, provincia Huaraz y departamento de Ancash. Este efecto se debe al aumento del nivel freático, alteración de la geometría natural, disminución de la resistencia en el suelo; generando interrupción de la vía.

En la actualidad se observa que el tramo en estudio presenta fallas, así mismo existen árboles caídos y un puquial a 50m del área de estudio así mismo una zona pantanosa a 200 m. Se trató de minimizar los efectos o molestias que genera el desprendimiento de rocas o suelo, construyendo un muro de contención ciclópeo de una altura de 1.50, al no existir un mantenimiento vial constante, esta obra ya no cumple su función en ciertos tramos. Si no existiera un estudio de estabilidad y no se planteara el sistema de estabilización, es eminente el deslizamiento de grandes masas de suelo.

La propuesta a ser desarrollada en este trabajo presenta una solución técnica para el deslizamiento de masas que evita problemas mayores a las estructuras existentes debajo del talud y a la vía principal.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En vista de la problemática descrita anteriormente, referida a la situación de riesgo que representa un deslizamiento de tierra del talud en el sector ya mencionado, se propone un sistema de estabilización del terreno partiendo de la siguiente interrogante.

- ¿Cuál será el sistema de estabilización idóneo en el Km 1+670 al 1+720 de la CARRETERA Huaraz-Paria?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Con la finalidad de dar una solución al problema de deslizamiento de tierras planteado y atender los requerimientos vitales para la seguridad de los usuarios de la vía, vivienda cercanas y de la vía principal, se propone este trabajo de grado en el cual se propondrá un sistema de estabilización más idóneo.

Así mismo se posee como función primordial preservar y mantener en constante transitabilidad la vía principal.

1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS

Con el sistema de estabilización propuesta se obtendrá un factor de seguridad mayor a 1.5, estabilizando el talud y reduciendo los efectos de deslizamiento en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria.

1.4.2. VARIABLES

- Variable Independiente: Estabilidad de talud.
- Variable Dependiente: Tipo de sistema de estabilización.

1.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS

- **Análisis de estabilidad de talud:**
Proceso en el que se evalúan cuantitativamente la interacción entre las fuerzas estabilizantes o resistentes y las fuerzas desestabilizantes que actúan sobre un talud
- **Estabilización:**
Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones de un suelo.
- **Nivel Freático:**
Nivel de agua subterránea cuya presión es igual a la presión atmosférica.
- **Permeabilidad:**
Facilidad con la que el agua puede fluir a través de los poros y discontinuidad de un suelo o macizo rocoso.
- **Presión Admisible:**
Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible) ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado en la norma E.050.
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, CE.020 Estabilidad de suelos y taludes.
- **Gaviones:**
Contenedor de piedras retenidas con malla de alambre utilizado en ingeniería y construcción.
- **Muro:**
Miento vertical o casi vertical cuyas longitudinales exceden tres veces el espesor.

Fuente: Camacho, Lohrengel 2010, Análisis de las técnicas de construcción y el impacto económico en muros de concreto armado y muros de gaviones.

- **Monolíticas.**

Poseen las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura, es decir actúa como un bloque.

- **Versátiles.**

Pueden ser construidas sobre cualquier condición ambiental con o sin equipamiento mecánico aun en lugares de difícil acceso.

Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1. GENERAL

Proponer un sistema de estabilización idóneo en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz–Paria.

1.6.2. ESPECIFICOS

- Diagnosticar la situación actual del Talud en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz – Paria.
- Analizar los dos tipos de sistema propuesto, Muro de Contención de Gaviones y Muro de contención de Suelos Reforzados con el Sistema Terramesh, en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz – Paria.
- Diseñar los dos tipos de sistema propuesto, Muro de Contención de Gaviones y Muro de contención de Suelos Reforzados con el Sistema Terramesh, en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz – Paria.
- Definir mediante una comparación técnica la mejor propuesta de sistema de estabilización de los 2 casos estudiados.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Los antecedentes se refieren a los estudios previos y tesis de grado relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente que guardan alguna vinculación con el problema en estudio (Rojas C.M , 2010, 25, P 34). Se hizo la búsqueda de información que tiene relación con el problema en estudio, y sirven de ayuda para la elaboración del trabajo, que se detalla a continuación.

1. Pacheco Zapata A (2006, 21) en su tesis de título profesional:

Realizar un análisis de la estabilidad del talud de la Costa Verde en la zona correspondiente al distrito de San isidro. En base a este análisis de estabilidad de taludes se pretende establecer soluciones para los problemas de este tramo específico.

Para lograr hacer una correcta evaluación de la problemática de la zona en estudio se ha hecho una recopilación de información topográfica, geológica y geomorfológica que permita modelar de manera certera el talud en estudio. Para lograr este objetivo se ha utilizado el programa de computación SLOPE/W y el programa de análisis de caída de piedras CRSP.

Una vez concluido el análisis de la problemática de la zona se procede a realizar un análisis de las posibles alternativas de solución que se pueden aplicar para lograr una correcta estabilización del talud. Las soluciones analizadas son tres tipos de muros de contención, a los cuales se les ha hecho una descripción detallada de su procedimiento constructivo, diseño estructural, análisis de precios unitarios y presupuesto.

2. Contramestre B.H y Gonzales G.O (2007,8) en su tesis de título profesional:

En las últimas décadas ha sido práctica común el uso de sistemas de contención en suelos reforzados para el acondicionamiento de taludes, debido a su economía y rapidez constructiva con respecto a otras soluciones tradicionales. Sin embargo la variedad de sistemas en suelo reforzado que existen en el mercado, genera la pregunta acerca de qué sistema es el más adecuado para cierto caso. En este sentido se desarrolló a lo largo de este trabajo especial de grado dos metodologías de contención de suelo reforzado con Terramesh System y Tierra Armada, para el acondicionamiento del talud Sur de Granjerías de la Trinidad, con la finalidad de analizar ventajas y desventajas económicas y prácticas para este caso. Para ello se consultaron trabajos de grado, bibliografías relacionadas con el tema, estudios de suelo del sitio de obra, información sobre los sistemas a comparar. Posteriormente se obtuvo el dimensionado del muro sur con ambos sistemas, en tierra armado proporcionado por Tierra Armada C.A y en Terramesh System modelado con el Programa Macstars 2000 de Macafferri C.A. De esta manera se obtuvieron las magnitudes del muro con ambas alternativas pudiendo estimar sus costos y estableciendo comparaciones.

3. Lucero P.F(2012, 13) en su tesis de título profesional:

El diseño de un muro de contención depende principalmente de las características de la estructura y del relleno a soportar.

La selección adecuada de un tipo de muro dependerá fundamentalmente de la función que deba cumplir, así como también de las condiciones imperantes del suelo, materiales de construcción disponibles, tipos de carga a soportar, facilidad constructiva, economía, etc. De cualquier forma para tener certeza de una adecuada selección, es necesario realizar previamente algunos prediseños antes de proceder al diseño definitivo.

Realizando el análisis económico de los tres tipos de muro, notaremos que existe una diferencia de precio en el orden del 20% y 72% más caro el muro con contrafuerte con relación al muro en cantilíver y el muro a gravedad, respectivamente.

4. Aranda Leiva R. (2013, 2) en su tesis de título profesional:

El análisis de estabilidad del talud se realizó con el programa Slope/W versión 2007, realizando un análisis estático y pseudoestático. Los factores de Seguridad hallados en cada uno de los perfiles nos indican que de los 4 perfiles evaluados. Los 4 son inestables con factores de seguridad relativamente bajos, en especial e Perfil N2 donde se tuvo el Factor de Seguridad más bajo frente a una carga sísmica horizontal, el factor de seguridad de dicho perfil será el factor de seguridad de todo el cerro de Antahuran, $FS=0.762$ este factor es menor que 1, por lo que concluimos que el Cerro de Antahuran es INESTABLE y se encuentra vulnerable frente a un evento sísmico.

5. Briceño Díaz y León Mora (2014, 7) en su tesis de título profesional:

El objetivo principal de este trabajo de grado es evaluar la factibilidad de un sistema de estabilización y drenaje para solventar el problema de deslizamiento de tierras que ocurre actualmente en un talud ubicado en el sector Corralito, del municipio El Hatillo; para ello es necesario la realización de un análisis de estabilidad donde se determina el tipo de falla que se produce y la magnitud de la misma mediante un factor de seguridad. Para poder detener la falla en el talud, la cual resultó ser de tipo circular, se recomienda la colocación de micropilotes sobre cuyos cabezales se apoyarán muros de concreto que cumplirán la función de contener pequeñas masas de tierras; mientras que como sistema de drenaje se colocarán pozos de subdrenajes, canales superficiales para encauzar las aguas que escurren por la superficie del terreno y la canalización de una quebrada existente en el pie del talud mediante el uso de un colchón reno; de esta forma se evitará el desplome de nueve (9) viviendas unifamiliares ubicadas sobre él y se garantizará la seguridad de los habitantes de dicho sector

6. Avilés Pilco (2014, 4) en su tesis de título profesional:

El diseño de distintos tipos de muros de contención para varias alturas, metodología de cálculo a seguir bajo condiciones estáticas y dinámicas. Se describen los

conceptos básicos de funcionamiento, desempeño, dimensionamiento y proceso constructivo de las obras de contención; además las recomendaciones mínimas y necesarias establecidas por las normas.

En este trabajo se realiza el diseño de los Muros de Hormigón, Muros de Gaviones y Muros de Suelo Reforzado en forma clara, desarrollando de manera ordenada y sistemática todos los pasos a seguir en el análisis de estos elementos estructurales.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Estabilidad de Taludes

2.2.1.1. Talud

Se entiende por talud, a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra. Cuando el talud se produce en forma natural, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales. (De Matteis Á., 2003, 10, P3)

2.2.1.1.1. Tipo de Talud

2.2.1.1.1.1. Talud natural

Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. (De Matteis Á., 2003, 10, P3)

2.2.1.1.1.2. Talud artificial

Cuando los taludes son hechos por el hombre se denomina cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación terrea natural (desmonte), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes. (De Matteis Á., 2003, 10, P3)

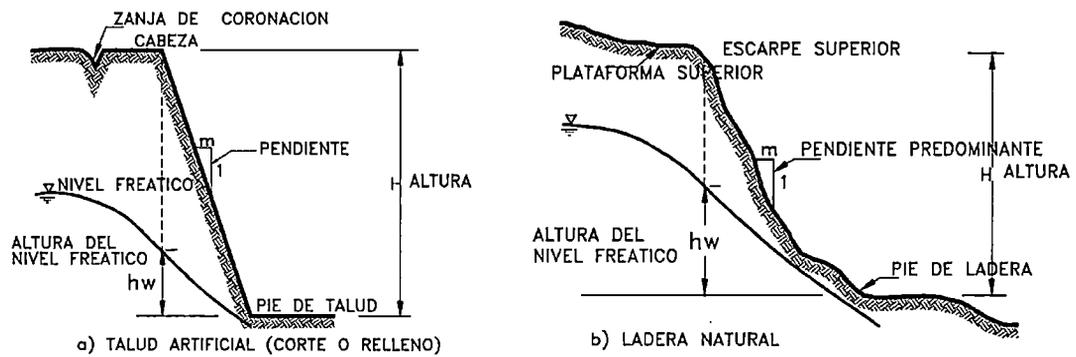


Figura 2.1. (a) Talud Natural y (b) Talud Artificial

(Fuente: Suárez D.J 1998, 26, P2)

2.2.1.1.2. Clasificación de fallas en un talud.

A una superficie de terreno inclinado se le llama talud, pueden ser producto de cortes o terraplenes para diferentes obras, como pueden ser, presas de tierra, vías terrestres, plataformas industriales, puertos, etc.; también pueden tener un origen natural, y en este caso se les conoce como laderas

2.2.1.1.2.1. Falla por deslizamiento superficial (creep):

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones de suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo. Se refiere esta falla al proceso más o menos continuo, y por lo general lento, de deslizamiento ladera abajo que se presenta en la zona superficial de algunas laderas naturales.

El creep suele involucrar a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. No se puede hablar de una superficie de deslizamiento (De Matteis Á., 2003, 10, P5)

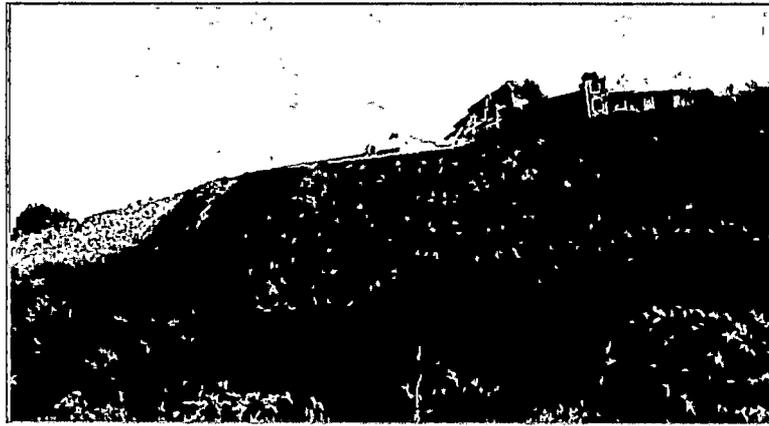


Figura 2.2. Falla por deslizamiento superficial

(Fuente: De Matteis Á., 2003, 10, P5)

2.2.1.1.2.2. Falla por movimiento del cuerpo de talud

Puede ocurrir en taludes movimientos bruscos que afecten a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo, interesando o no al terreno de fundación. Se considera que la superficie de falla se forma cuando en la zona de su futuro desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material; a consecuencia de ello sobreviene la ruptura del mismo, con la formación de una superficie de deslizamiento a lo largo de la cual se produce la falla.

Estos fenómenos se los denomina “deslizamientos de tierras” y puede estudiarse dos tipos bien diferenciados.

2.2.1.1.3. Falla Rotacional

En el primer lugar se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud. Esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por facilidad y sin mayor error a una circunferencia, aunque pueden existir formas algo diferentes, en la que por lo general influye la secuencia geológica local, el perfil estratigráfico y la naturaleza de los materiales. Estas fallas son llamadas de rotación.

Este tipo de fallas ocurren por lo común en materiales arcillosos homogéneos o en suelos cuyo comportamiento mecánico esté regido básicamente por su fracción arcillosa (De Matteis Á., 2003, 10, P7)

2.2.1.1.4. Falla Traslacional

Estas fallas por lo general consisten en movimientos traslacionales importantes del cuerpo del talud sobre superficies de falla básicamente planas, asociadas a la presencia de estratos poco resistentes localizados a poca profundidad del talud. La superficie de falla se desarrolla en forma paralela al estrato débil y se remata en sus extremos con superficies curvas que llegan al exterior formando agrietamientos. Los estratos débiles que favorecen estas fallas son por lo común de arcillas blandas o de arenas finas o limos no plásticos sueltos (De Matteis Á., 2003, 10, P8)

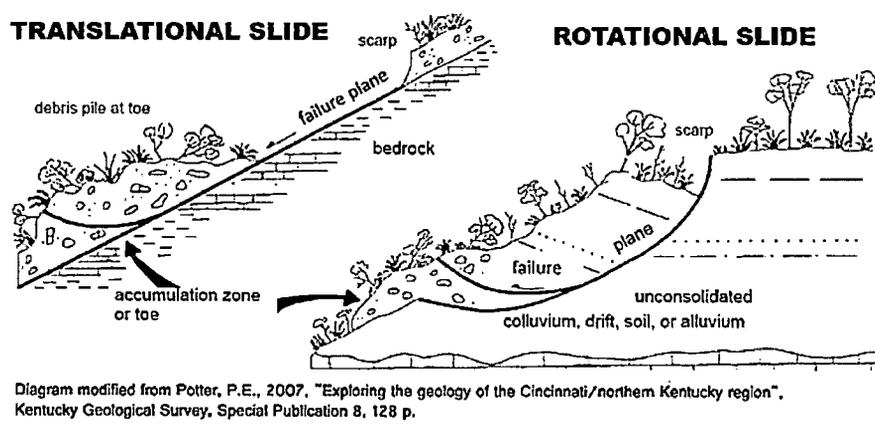


Figura 2.3. Falla Traslacional y Rotacional

(Fuente: Potter P.E. 2007, 23, P128)

2.2.1.1.4.1. Falla por Flujo

Se refiere este tipo de falla a movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos se asemeja al comportamiento de un líquido viscoso. La superficie de deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve. Es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico.

El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; también son frecuentes los flujos en lodo. (De Matteis Á., 2003, 10, P9)

2.2.1.1.4.2. Falla por erosión.

El problema de la erosión no es un problema de corte profundo sino un problema de fuerzas en la superficie del suelo; la influencia de la geometría y la localización de las partículas tienen gran influencia. Las partículas en la superficie están expuestas a fuerzas netas menores que las que están debajo de la superficie y cuando existe orientación de la partícula, la erosión es mucho menor. La iniciación del movimiento de una partícula de suelo debido a la acción hidráulica se define como el instante en el cual las fuerzas generadas por el fluido arrancan y levantan la partícula produciendo su movimiento, excediéndose por lo tanto la fuerza estabilizante debida a la gravedad y las fuerzas de fricción y cohesión. (Suárez 2001, 27, P48)

2.2.1.1.4.3. Caídos o derrumbes.

Los caídos o derrumbes son movimientos repentinos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptos y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando. (Alcántara, Echavarría, Gutiérrez 2008, 1, P6)



Figura 2.4. Esquema de un caído o derrumbe

(Fuente: Alcántara 2008, 1, P6)

2.2.1.1.5. Factores de susceptibilidad.

Los factores que influyen en la inestabilidad de las laderas se dividen en (Cuanalo C.O 2011, 9, P2):

Desencadenantes.- Factores externos responsables de la inestabilidad.

- Lluvias, Terremotos, Vulcanismo, Congelación y deshielo, Erosión y socavación, Actividad Humana.

Condicionantes.- Depende de las características de la ladera.

- Morfología y Topografía, Geología y características de los suelos superficiales, condiciones hidrogeológicas, vegetación

2.2.1.2. Parámetros de Estudio de los suelos.

2.2.1.2.1. Clasificación de suelos.

Los suelos con propiedades similares se clasifican en grupos y subgrupos basados en su comportamiento ingenieril. Actualmente existen 2 Sistemas de clasificación que usan la distribución del tamaño del grano y plasticidad. Estos son AASHTO y SUCS (Braja M.D 1999, 6, P35-39). En este trabajo de investigación de uso el Sistema SUCS.

2.2.1.2.1.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Propuesto por Casagrande en 1942 para usarse en construcción de aeropuertos emprendida por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial.

Dentro de la clasificación SUCS se usan los prefijos G (grava) y S (arena) para suelos de grano grueso y para los de grano fino tenemos M (limo inorgánico), C (arcilla inorgánica), O (Suelos orgánicos) y Pt (turberas). También se hace uso de sufijos tales como: W (bien graduado), P (mal graduado), L (baja plasticidad $LL < 50$), H (alta plasticidad $LL > 50$), en base a esta simbología y parámetros se tiene. Ver la Tabla 2.1 y 2.2.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, se clasifica en 2 amplias categorías:

- a) Suelo de grano grueso que son naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando por la malla No. 200.
- b) Los suelos de grano fino con 50% o más pasando por la malla No. 200.

Tabla N 2.1. Sistema de Clasificación SUCS (Materiales de Grano grueso)

Divisiones mayores	Símbolo de grupo	Nombre Típicos	Criterios de clasificación para suelos granulares			
Suelos de grano grueso (más del 50% del material es mayor en tamaño que el tamiz N.-200)	Grava (Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N.-4)	Gravas limpias (poco o ningún fino)	GW	Grava bien gradadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$	
			GP	Gravas, pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino.	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW	
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	GM - u	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $Ip < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < Ip < 7$ se considera y se les asigna doble símbolo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcillosas.	Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $Ip > 7$	
	Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N.-4)	Arenas limpias (poco o ningún fino)	SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = 1 < D_{30}^2 / D_{10} \times D_{60} < 3$	
			SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW	
		Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos)	SM - u	Arenas limosas, mezcla arena-limo.	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $Ip < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < Ip < 7$ se considera y se les asigna doble símbolo
			SC	Arenas arcillosa, mezcla arena-arcillas.	Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $Ip > 7$	

(Fuente: Bowles J.E 1980, 5, P74)

Tabla N 2.2. Sistema de Clasificación SUCS (Materiales de Grano Fino)

Divisiones mayores	Símbolo de grupo	Nombre Típicos	Criterios de clasificación para suelos granulares	
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz N.-200)	Limos y arcilla (límite líquido WL<50)	ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcilla, o lomos arcillosos con poca plasticidad.	
		CL	Arcilla inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcilla magras.	
		OL	Limo orgánico, arcillas limosas, arcillas magras.	
	Limos y arcilla (límite líquido WL>50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos.	
		CH	Arcilla inorgánicas de alta plasticidad, arcilla grasas	
		OH	Arcilla orgánica de plasticidad media a alta, limos orgánicos.	
	Suelos altamente orgánicos	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	
				1.- Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva granulométrica. 2.- Dependiendo del porcentaje de fino (Fracción menor que el tamiz N.-200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: -Menos del 5% GW, GP, SW, SP -Más del 3% GM, GC, SM, SC. -De 5 a 12% casos de frontera que requieren doble símbolo.

(Bowles J.E 1980, 5, P74)

2.2.1.3. Resistencia cortante del suelo.

La resistencia cortante de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. Los ingenieros deben de entender la naturaleza de la resistencia cortante para analizar los problemas de la estabilidad del suelo, tales como capacidad de carga, estabilidad de taludes y la presión lateral sobre estructuras de retención de tierra (Braja M.D 1999, 6, P215)

2.2.1.3.1. Criterio de Falla de Mohr - Coulomb.

En el año 1900 Mohr propuso una teoría que afirmaba que la combinación crítica de esfuerzos normales aplicados a una masa de suelo provoca la falla del material. Esta aseveración se expresó de la forma siguiente (Merchán C.A 2014, 19, P27):

$$\tau_f = f(\sigma)$$

Donde:

τ_f = Esfuerzo Cortante sobre el plano de Falla.

σ = Esfuerzo Normal sobre el plano de Falla.

De acuerdo al criterio de resistencia presentado por Coulumb en 1773, la ecuación de la envolvente de falla se define como:

$$\tau_f = C + \sigma \tan \phi$$

Donde:

C = Cohesión del Suelo.

ϕ = Ángulo de Fricción.

A estos criterios se unen los propuestos por Terzagui el mismo que definió la ecuación fundamental de la mecánica de suelos saturados como: Esfuerzos totales igual a esfuerzos efectivos más esfuerzo neutro (Presión de agua de poro).

$$\sigma = \sigma' + u$$

Si reemplazo en σ' en la ecuación de τ_f , se obtiene:

$$\tau_f = C + (\sigma - u) \tan \phi$$

De esta manera se representa los estados tensionales de una masa de suelo mediante un círculo de Mohr.

2.2.1.3.2. Determinación de los Parámetros Mecánicos del Suelo

Se describen dos parámetros de suelos importantes para el análisis de estabilidad de taludes. (Gonzales V.L 2004, 11, P150-152)

- a) Cohesión (C): Es la propiedad que tienen los elementos de un suelo a permanecer unidos, dependiendo proporcionalmente del número de puntos de contactos entre las partículas. Es por esto que la cohesión es mayor en arcillas y limos que en suelos gruesos.
- b) Angulo de fricción o de rozamiento interno (Φ): Depende de forma directa de la compacidad y rugosidad de las partículas del suelo. En base a éste parámetro se deriva la fuerza friccional y la determinación de las presiones que ejerce un suelo para vencer un obstáculo.

Estos parámetros pueden ser encontrados mediante ensayos de laboratorio como: Corte directo y los diferentes ensayos Triaxiales, enfocándonos en este trabajo en el Corte directo.

2.2.1.3.3. Ensayo de corte directo.

Es la más antigua y simple para determinar la resistencia al corte en suelos. Se realiza según la Norma NTP 339.171 (2002), tomada de la ASTM D3080-98.

En el ensayo de corte directo en caja, se coloca una muestra dentro de una caja de forma rectangular, cuadrada o circular, partida por la mitad. Para realizar el ensayo, una de las dos mitades se mueve con respecto a la otra mitad y el suelo se rompe a lo largo del plano entre los dos elementos de la caja. Es el ensayo más común para obtener la resistencia de los suelos en los estudios de deslizamientos. Este ensayo es simple y económico de realizar, pero presenta los inconvenientes del poco control que se tiene sobre las condiciones de drenaje, la dificultad para medir presiones de poros y algunos problemas inherentes a los mecanismos de las máquinas que realizan los ensayos (Suárez D.J 2009, 28, P96)

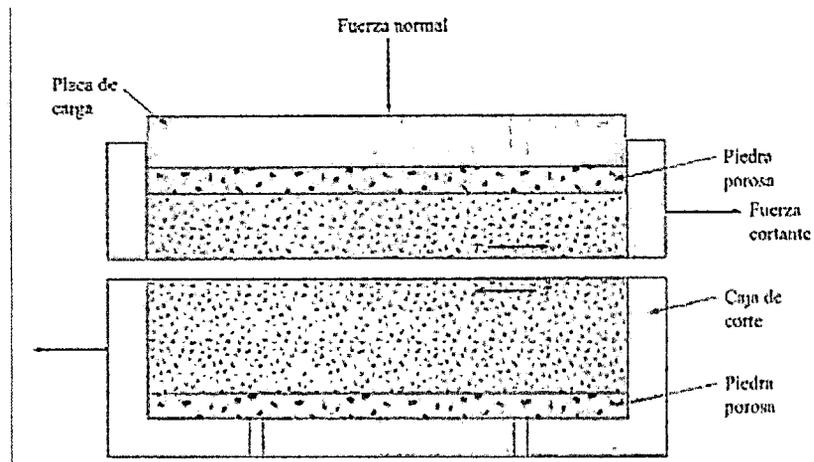


Figura 2.5. Prueba de Resistencia al Corte

(Fuente: Braja M.D 2001, 6, P212)

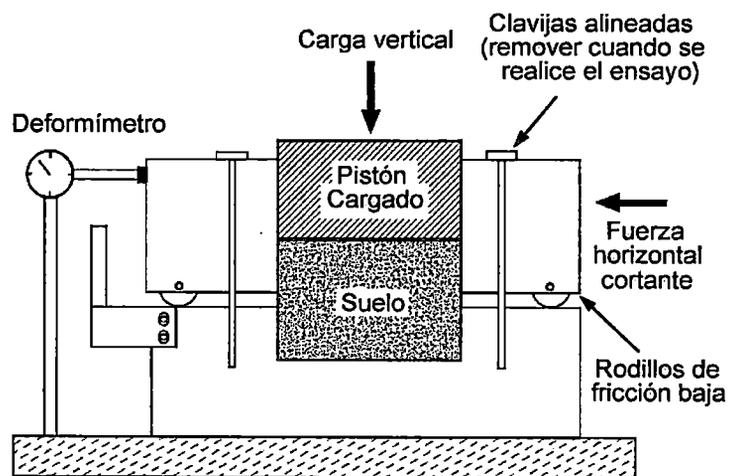


Figura 2.6. Detalle de la caja de ensayo de corte Directo

(Fuente: Suárez D.J 2009, 28, P97)

2.2.1.4. Factor de Seguridad.

El análisis de estabilidad se deriva en la determinación del factor de seguridad del talud. Este factor de seguridad se define como la relación entre la resistencia cortante promedio del suelo y el esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie de falla supuesta (Merchán Coronel A. 2014, 19, P30).

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

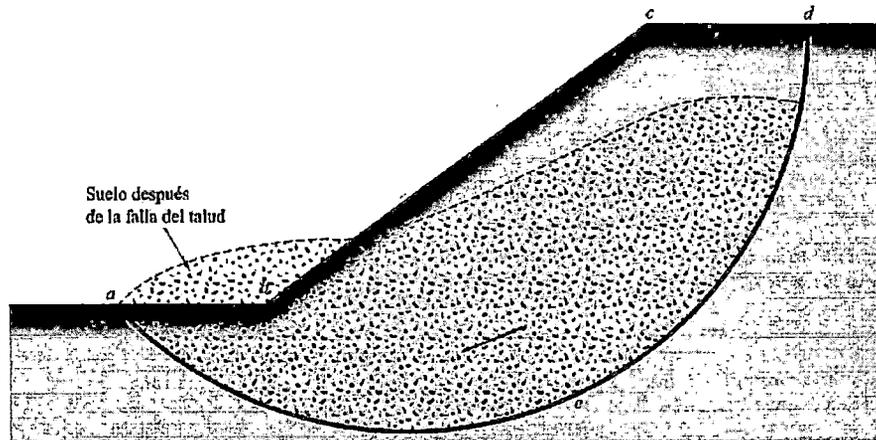


Figura 2.7. Falla del Talud

(Fuente: Braja D.J 2001, 27, P340)

Como se definió anteriormente la resistencia a cortante esta dada por la fórmula:

$$\tau_f = C + \sigma' \tan \phi$$

De manera similar el esfuerzo cortante promedio se expresa por:

$$\tau_d = Cd + \sigma' \tan \phi d$$

Donde Cd y ϕd sean respectivamente la cohesión efectiva y ángulo de fricción efectivo.

Sustituyendo τ_f y τ_d en la fórmula de FS tenemos:

$$FS = \frac{C + \sigma' \tan \phi}{Cd + \sigma' \tan \phi d}$$

Es así, que se puede dividir el factor de seguridad en su componente cohesiva y friccionante, ambas componentes iguales entre sí:

$$F_c = \frac{C}{Cd} \text{ y } F_\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi d}$$

$$F_c = F_\phi$$

La AASHTO recomienda los siguientes FS para un análisis estático y Pseudoestático (Avilés Pilco 2014, 4, P66)

Tabla N 2.3. Factores de Seguridad para Análisis Estático.

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.5
Volteo	1.5 - 2.0
Capacidad de carga	2.5
Estabilidad Global	1.3
Estabilidad Interna	1.5
Excentricidad L/6	

Tabla N 2.4. Factores de Seguridad para Análisis Pseudoestático.

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.125 - 1.13
Volteo	1.2
Estabilidad Global	1.1
Estabilidad Interna	1.125

2.2.1.5. Métodos para determinar la estabilidad de Taludes

De forma general los métodos de cálculo utilizados para analizar la estabilidad de taludes y laderas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Métodos basados en el equilibrio límite de la masa de suelo que desliza
- Métodos que consideran las deformaciones del terreno

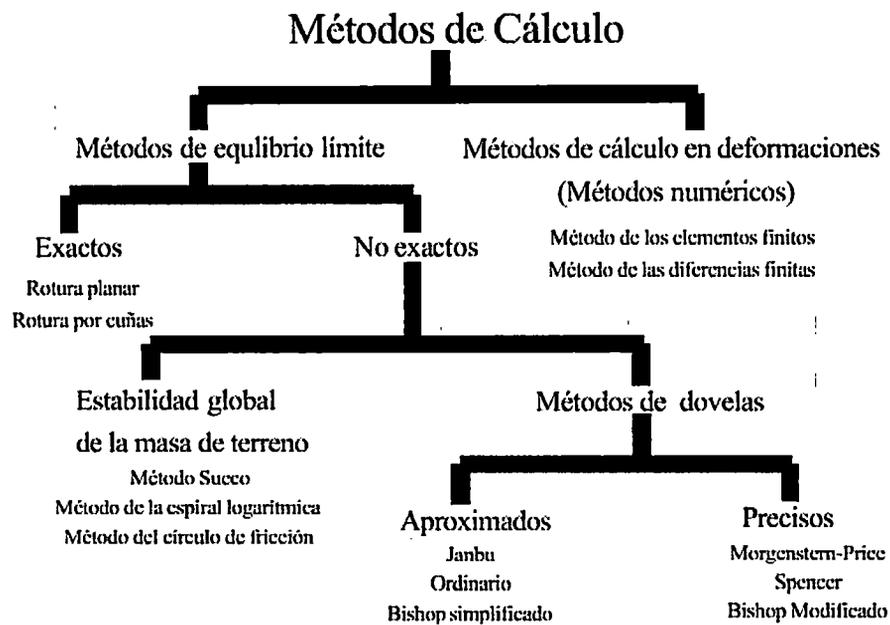


Figura 2.8. Clasificación de los Métodos de cálculo

(Fuente: Bricero Díaz 2013, 7, P44)

2.2.1.5.1. Método de Equilibrio límite.

Se basan exclusivamente en las leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable. No tienen en cuenta las deformaciones del terreno, y suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la curva de rotura. (Armida León, Javier Antonio 2013, 3, P33)

2.2.1.5.1.1. No exactos

En los cuales la mayor parte de los casos la geometría de la curva de rotura, no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las ecuaciones de la estática. El problema es hiperestático y ha de hacerse alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución. (Armida León, Javier Antonio 2013, 3, P39)

2.2.1.5.2. Método de dovelas.

2.2.1.5.2.1. Aproximados.

2.2.1.5.2.1.1. Fellenius u Ordinario.

En el análisis usando el Método de las dovelas se explica con referencia a la figura en donde AC es un arco de un círculo que representa la superficie de falla de prueba. El

suelo arriba de la superficie de falla de prueba se divide en varias dovelas verticales. El ancho de cada dovela no tiene que ser el mismo. Considerando una longitud unitaria perpendicular a la sección transversal mostrada, las fuerzas que actúan sobre una dovela típica (n-esima dovela) se muestra en la figura, W_n es el peso efectivo de la dovela. Las fuerzas N_r y T_r son las componentes normal y tangencial de la reacción R , respectivamente. P_n y P_{n+1} son las fuerzas normales que actúan sobre los lados de la dovela. Similarmente, las fuerzas cortantes que actúan sobre los lados de la dovela son T_n y T_{n+1} . Por simplicidad, la presión de poro del agua se supone igual a 0. Las fuerzas P_n , P_{n+1} , T_n y T_{n+1} son difíciles de determinar. Sin embargo, hacemos una aproximación de que las resultantes de P_n y T_n son iguales en magnitud a las resultantes de P_{n+1} y T_{n+1} y que también las líneas de acción coincidan. (Braja M.D 2001, 6, P368)

Por consideraciones de equilibrio, tenemos

$$N_r = W_n \cos \alpha_n$$

La fuerza cortante resistente se expresa como

$$T_r = \tau_d(\Delta L_n) = \frac{\tau_f(\Delta L_n)}{FS_s} = \frac{1}{FS_s} [c + \sigma' \tan \phi] \Delta L_n$$

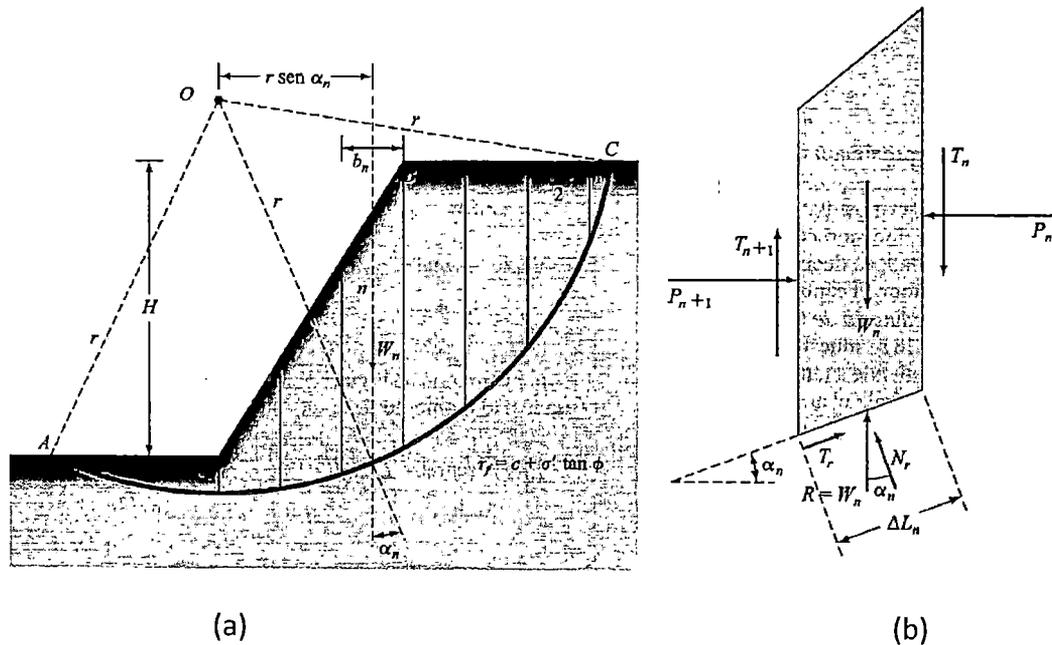


Figura 2.9. Análisis de Estabilidad por el Método Ordinario de las dovelas: (a) Superficie de falla de prueba; (b) Fuerzas que actúan sobre la n-esima dovela.

El esfuerzo normal efectivo σ' en la ecuación anterior es igual a:

$$\frac{N_r}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n}$$

Por equilibrio de la cuña de prueba ABC, el momento de la fuerza actuante respecto a O es igual al momento de la fuerza resistente respecto a O, o bien.

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{FS_s} \left(c + \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n} \right) (\Delta L_n) (r)$$

O

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{FS_s} (c \Delta L_n + W_n \cos \alpha_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n}$$

Nota: ΔL_n en la ecuación anterior es aproximadamente igual a $(b_n) = (\cos \alpha_n)$, donde b_n = Ancho de la n-ésima dovela.

Note que el valor de α_n puede ser positivo o negativo. El valor de α_n es positivo cuando la pendiente del arco está en el mismo cuadrante que el talud del terreno.

Para encontrar el factor mínimo de seguridad, es decir, el factor de seguridad para el círculo crítico, se hacen varias pruebas cambiando el centro del círculo de prueba.

A este método se le llama generalmente el método ordinario de las dovelas.

Por conveniencia, en la figura 2.9 se muestra un talud en un suelo homogéneo. Sin embargo, el método de las dovelas se extiende a taludes con suelo estratificado, como muestra la figura 2.10. El procedimiento general del análisis de estabilidad es el mismo.

Por ejemplo, para la dovela N°.03 (Figura 2.10), tenemos que usar un ángulo de fricción $\phi = \phi_3$ y una cohesión $c = c_3$; similarmente, para la dovela N°.02 $\phi = \phi_2$ y $c = c_2$.

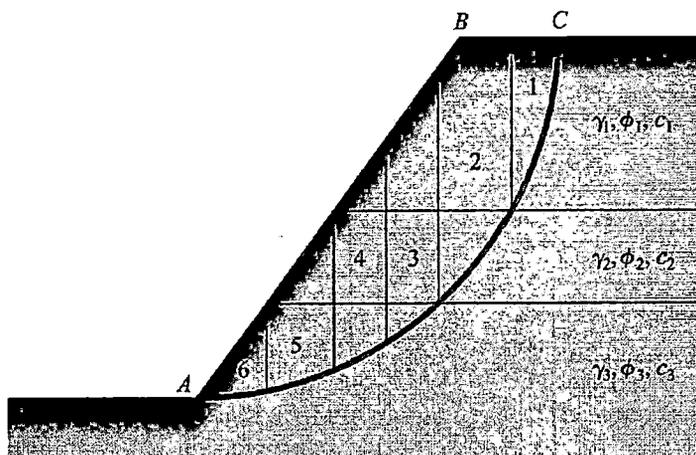


Figura 2.10. Análisis de Estabilidad por el Método Ordinario de las dovelas para taludes en suelos estratificados

Algunas características más del Método:

- Primer método de dovelas en ser ampliamente aceptado.
- Ignorar las fuerzas entre dovelas a fin de convertir el problema en estáticamente determinado.
- Considerar el peso (W) y de las presiones intersticiales (u).
- El más simple de todos los métodos de dovelas y a las vez el más conservador, proporciona el factor de seguridad más bajo.
- Se aplica solo a superficies circulares
- Momentos estabilizadores son generados por la resistencia al cizallamiento en la superficie de rotura.
- Momentos desestabilizadores son generados por el peso del terreno incluyendo el peso del agua.

2.2.1.5.2.1.2. Bishop Simplificado

En el 1955, Bishop propuso una solución más refinada para el método ordinario de las dovelas. En este método, efecto de las fuerzas sobre los lados de cada dovela se toma en cuenta en alguna medida. Podemos estudiar este método con referencia al análisis de taludes presentado en la figura 13. Las fuerzas que actúan sobre la n -ésima dovela mostrada en la figura 13.b han sido redibujados en la figura 15.a. Sean $P_n - P_{n+1} = \Delta P$ y Sean $T_n - T_{n+1} = \Delta T$ escribimos también. (Braja M.D 2001, 6, P371)

$$T_r = N_r(\tan \phi_d) + c_d \Delta L_n = N_r \left(\frac{\tan \phi}{FS_s} \right) + \frac{c \Delta L_n}{FS_s}$$

La figura 15.b muestra el polígono de fuerzas para el equilibrio de la n-ésima dovela.

Sumando las fuerzas en la dirección vertical resulta.

$$W_n + \Delta T = N_r \cos \alpha_n + \left[\frac{N_r \tan \phi}{FS_s} + \frac{c \Delta L_n}{FS_s} \right] \sin \alpha_n$$

O

$$N_r = \frac{W_n + \Delta T - \frac{c \Delta L_n}{FS_s} \sin \alpha_n}{\cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \sin \alpha_n}{FS_s}}$$

Por equilibrio de la cuña ABC (figura 13.a), al tomar momentos respecto a O, resulta:

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} T_r \gamma$$

Donde:

$$T_r = \frac{1}{FS_s} (c + \sigma' \tan \phi) \Delta L_n$$

$$T_r = \frac{1}{FS_s} (c \Delta L_n + N_r \tan \phi)$$

Al sustituir estas ecuaciones en la ecuación de equilibrio de la cu

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan \phi + \Delta T \tan \phi) \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n}$$

Donde:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \sin \alpha_n}{FS_s}$$

Por simplicidad, si hacemos $\Delta T = 0$ la ecuación anterior toma la forma:

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan \phi) \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n}$$

Note que el término FS_s esta presenta en ambos lados de la ecuación anterior.

Por lo consiguiente, se requiere adoptar un procedimiento de pruebas y error para encontrar el valor de FS_s . Igual que en el método ordinario de las dovelas, deben investigar varias superficies de falla para encontrar la superficie crítica que proporcione el mínimo factor de seguridad.

El método simplificado de Bishop es probablemente el método más ampliamente usado. Con ayuda de una computadora, este método da resultados satisfactorios en la mayoría de los casos.

Algunas características más del método:

- Se aplica solo a superficies de rotura circulares.
- Método similar al de fellenius, excepto que considera equilibrio de fuerzas en la dirección vertical.
- La solución es indeterminada, por lo que requiere un proceso iterativo.
- Los resultados obtenidos del FS tienden a ser más elevados que en el método de fellenius.
- Proporciona resultados similares a los métodos precisos.

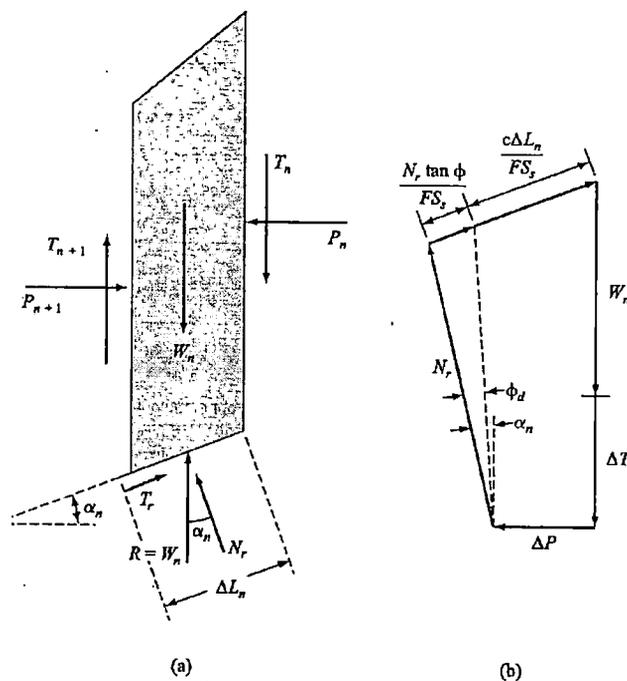


Figura 2.11. Método simplificado de las dovelas de Bishop: (a) Fuerzas que actúan sobre la n-ésima dovela; (b) polígono de fuerzas de equilibrio.

2.2.1.5.2.1.3. Janbu

El método simplificado de Janbú se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son horizontales y no tienen en cuenta las fuerzas de cortante. Janbú considera que las superficies de falla no necesariamente son circulares y establece un factor de corrección f_0 . El factor f_0 depende de la curvatura de la superficie de falla. Estos factores de corrección son solamente aproximados y se basan en análisis de 30 a 40 casos.

En algunos casos, la suposición de f_0 puede ser una fuente de inexactitud en el cálculo del factor de seguridad. Sin embargo, para algunos taludes la consideración de este factor de curvatura representa el mejoramiento del análisis. (Suarez D.J 1998, 26, P132).

El método de Janbú solamente satisface el equilibrio de esfuerzos y no satisface el equilibrio de momentos. De acuerdo con Janbú (ecuación modificada):

$$FS = \frac{f_0 \cdot \sum (c \cdot B + (W - u \cdot B)) / \cos \alpha \cdot m_a}{\sum W \cdot \tan \alpha}$$

Donde:

$$m_a = \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{FS} \right)$$

W: Peso de la dovela

u: Presión de Poros

B: Base de la dovela

C: Cohesión del suelo

ϕ : Angulo de Fricción del suelo.

α : Angulo de la superficie de falla en la dovela.

f_0 : Factor de Corrección.

FS: Facto de Seguridad.

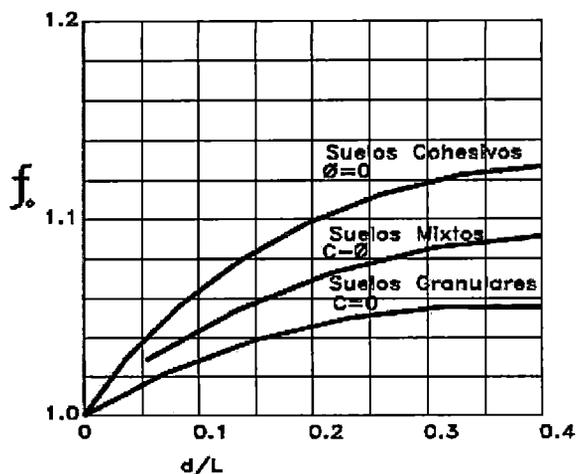


Figura 2.12. Diagrama para determinar el Factor f_0 para el método de Janbú.

2.2.1.5.2.2. Precisos.

2.2.1.5.2.2.1. Morgenstern-Price

El método de Morgenstern y Price (1965) asume que existe una función que relaciona las fuerzas de cortante y las fuerzas normales entre dovelas.

Esta función puede considerarse constante, como en el caso del método de Spencer, o puede considerarse otro tipo de función. La posibilidad de suponer una determinada función para determinar los valores de las fuerzas entre dovelas, lo hace un método más riguroso que el de Spencer.

Sin embargo, esta suposición de funciones diferentes tiene muy poco efecto sobre el cálculo de factor de seguridad cuando se satisface el equilibrio estático y hay muy poca diferencia entre los resultados del método de Spencer y el de Morgenstern y Price. El método de Morgenstern y Price, al igual que el de Spencer, es un método muy preciso, prácticamente aplicable a todas las geometrías y perfiles de suelo. (Pereira 2012,28)

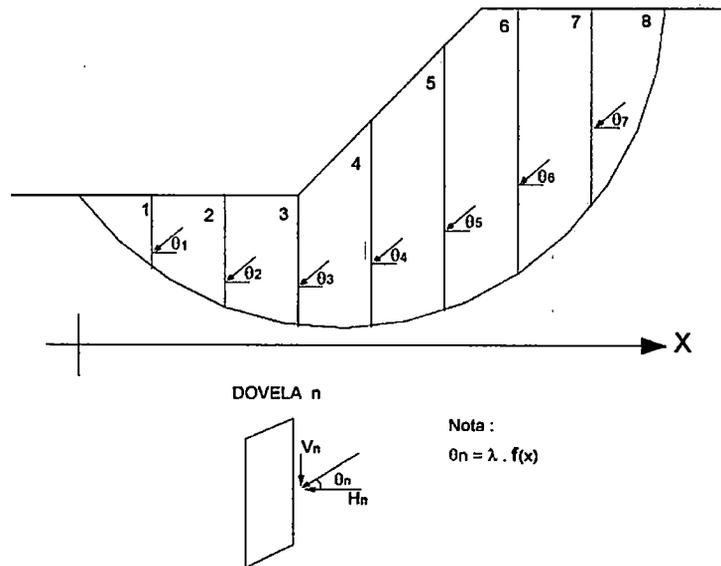


Figura 2.13. Formulación del método del Morgenstern - Price.

2.2.1.5.2.2.2. Spencer

El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación.

La inclinación específica de estas fuerzas entre partículas, es desconocida y se calcula como una de las incógnitas en la solución de las ecuaciones de equilibrio. Spencer inicialmente propuso su método para superficies circulares pero este procedimiento se puede extender fácilmente a superficies no circulares. Spencer plantea dos ecuaciones una de equilibrio de fuerzas y otra de equilibrio de momentos, las cuales se resuelven para calcular los factores de seguridad F y los ángulos de inclinación de las fuerzas entre dovelas θ .

Para resolver las ecuaciones F y θ , se utiliza un sistema de ensayo y error donde se asumen los valores de estos factores (en forma repetitiva) hasta que se alcanza un nivel aceptable de error.

Una vez se obtienen los valores de F y θ se calculan las demás fuerzas sobre las dovelas individuales. El método de Spencer se considera muy preciso y aplicable para casi todo tipo de geometría de talud y perfiles de suelo y es tal vez, el procedimiento de equilibrio más completo y más sencillo para el cálculo del factor de seguridad. (Pereira Mónica 2012, 22, P29)

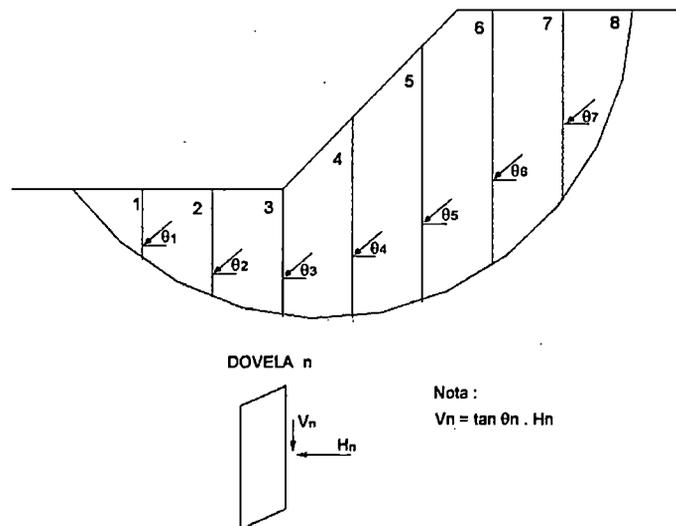


Figura 2.14. Formulación del método del Spencer.

2.2.2. Sistema de Estabilización de Talud:

La estabilización de un talud comprende los siguientes factores:

1. Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta todas las circunstancias del talud estudiado.
2. Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
3. Instrumentación y control durante y después de la estabilización

En el trabajo de grado se tendrá muy en cuenta los factores 1 y 2.

Debe tenerse en cuenta que en taludes, nunca existen diseños detallados inmodificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial y esto debe preverse en las cláusulas contractuales de construcción. (Suárez D.J 1998, 26, P387)

Los sistemas de estabilización se pueden clasificar en cinco categorías principales:

- a) Conformación del talud o ladera
- b) Recubrimiento de la superficie
- c) Control de agua superficial y subterránea.
- d) Estructuras de contención.
- e) Mejoramiento del suelo.

En el presente trabajo de grado se estudia las estructuras de contención.

2.2.2.1. Estructuras de contención.

Métodos en los cuales se van a colocar fuerzas externas al movimiento aumentando las fuerzas resistentes, sin disminuir las actuantes.

Las estructuras de contención son obras generalmente masivas, en las cuales el peso de la estructura es un factor importante y es común colocar estructuras ancladas en las cuales la fuerza se transmite al deslizamiento por medio de un cable o varilla de acero.

Cada tipo de estructura tiene un sistema diferente de trabajo y se deben diseñar de acuerdo a su comportamiento particular. (Suárez D.J 1998, 26, P390)

2.2.2.2. Tipo de Estructura.

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas. (Suárez D.J 1998, 26, P474)

2.2.2.2.1. Muros Masivos rígidos.

Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse. Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención (Suárez D.J 1998, 26, P474)

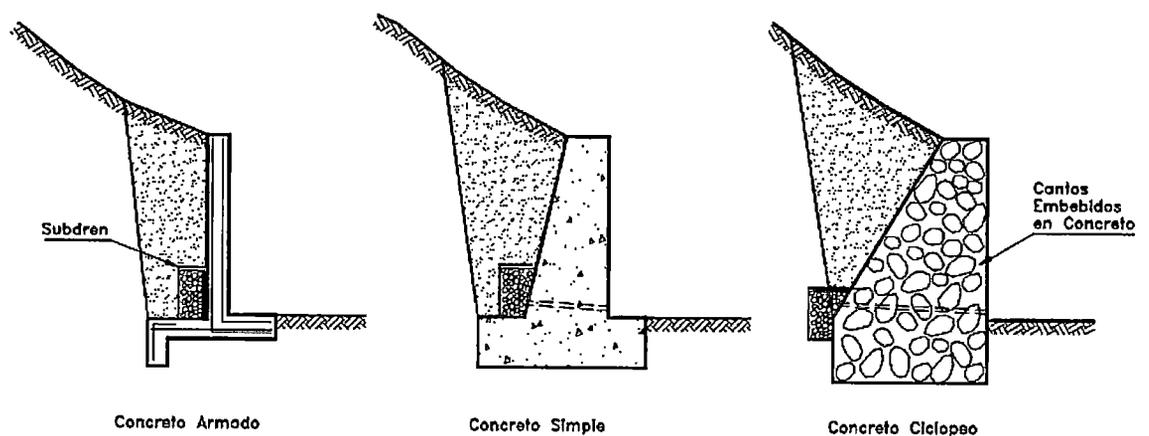


Figura 2.15. Esquema de muros rígidos

2.2.2.2. Muros Masivos Flexibles.

Son estructuras masivas, flexibles. Se adaptan a los movimientos. Su efectividad depende de su peso y de la capacidad de soportar deformaciones importantes sin que se rompa su estructura (Suárez D.J 1998, 26, P475)

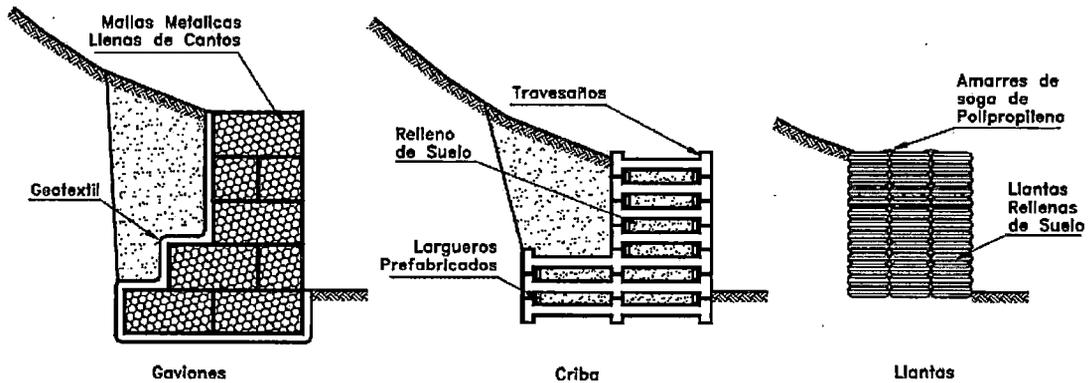


Figura 2.16. Esquema de muros flexibles

2.2.2.3. Tierra Reforzada.

Las estructuras de tierra reforzada son terraplenes donde el suelo es su principal componente; y dentro de este, en el proceso de compactación, se colocan elementos de refuerzo para aumentar su resistencia a la tensión y al cortante. Internamente deben su resistencia principalmente, al refuerzo y externamente actúan como estructuras masivas por gravedad. Son fáciles de construir. Utilizan el suelo como su principal componente. Puede adaptarse fácilmente a la topografía. Permite construirse sobre fundaciones débiles, tolera asentamientos diferenciales y puede demolerse o repararse fácilmente, pero se requiere espacio disponible superior al de cualquier otra estructura de contención (Suárez D.J 1998, 26, 476)

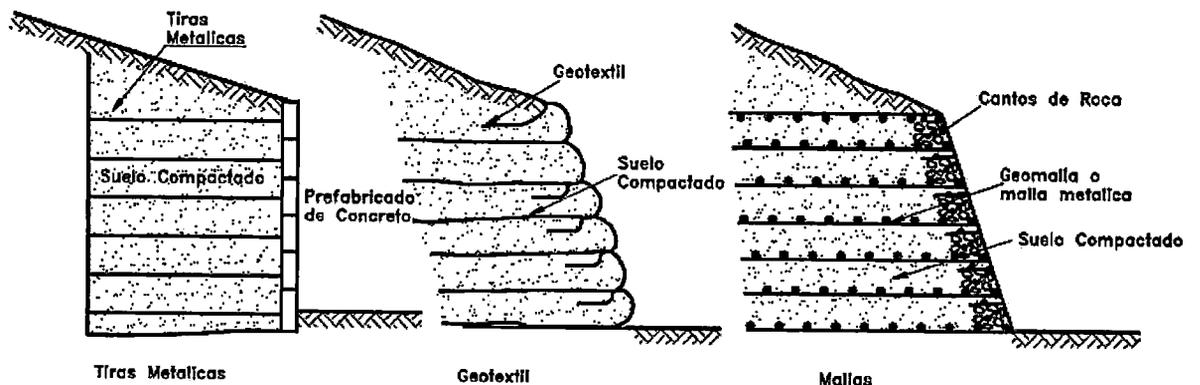


Figura 2.17. Esquema de estructuras de tierra reforzada

En el presente trabajo de grado se estudiara la propuesta de un Muro de Contención de Gaviones y Muro de contención de Suelos Reforzados mediante el Sistema Terramesh System.

2.2.3. Muro de contención de Gaviones.

2.2.3.1. Definición

Las estructuras de gravedad en gaviones ya son un tradicional sistema de contención. Son constituidas por elementos metálicos con redes con malla hexagonal, llenados con piedra. Estas estructuras son extremadamente ventajosas, desde el punto de vista técnico y económico, en la construcción de estructuras de contención, pues poseen un conjunto de características funcionales que no existen en otro tipo de estructuras.

Todas las unidades son firmemente unidas entre sí a través de costuras con alambres de iguales características a los de la malla, de modo de formar una estructura continua.

La elección del material a ser usado, sea en lo que se refiere a las características de la malla o en el material de relleno, es de fundamental importancia para la obtención de una estructura eficaz (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P9-10).

La malla en particular debe poseer las siguientes características:

- Resistencia mecánica
- Resistencia contra la corrosión
- Buena flexibilidad
- No ser fácil de destejer o desmallar

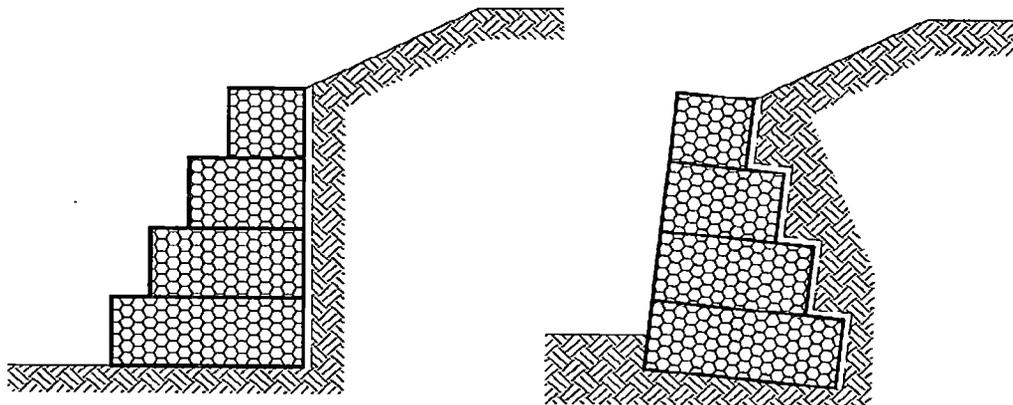


Figura 2.18. Muros de Gaviones.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P10)

2.2.3.1.1. Los gaviones

Son elementos modulares con formas variadas confeccionados a partir de redes metálicas, llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos, formando estructuras destinadas a soluciones de problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de erosión. El montaje de estos elementos puede ser realizado manualmente o con equipos mecánicos comunes (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P16).

Para las estructuras de contención a gravedad se pueden usar los siguientes tipos:

- Gaviones tipo caja.
- Gaviones tipo colchón reno
- Gaviones tipo saco

En este trabajo de investigación se plantea la solución usando un Muro de Contención de gaviones tipo caja.

2.2.3.1.1.1. Gaviones Tipo Caja.

El gavión tipo caja es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, producida a partir de un único paño de malla hexagonal triple torsión, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P16).

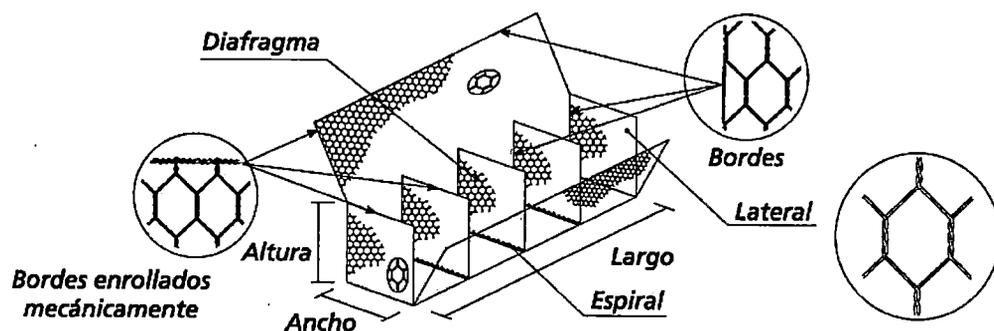


Figura 2.19. Elementos constituyentes de un gavión tipo caja.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P16)

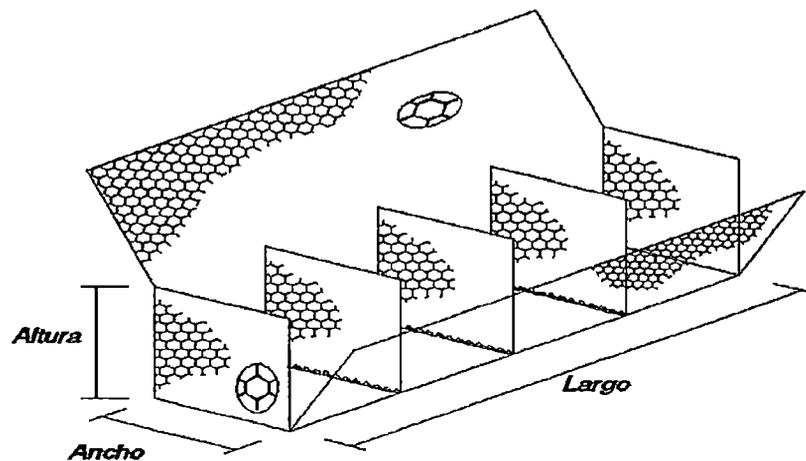


Figura 2.20. Dimensión gavión caja.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P16)

Debe ser llenado con diámetro medio nunca inferior a la menor dimensión de la abertura de la malla.

Cuando está en contacto con agua, es aconsejable que sea utilizada la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión.

Las dimensiones de los gaviones caja son estandarizadas:

- El largo siempre múltiplo de 1m, varía de 1m a 4m, con excepción del gavión de 1.5m.
- El ancho es siempre de 1m.
- El alto puede ser 0.5m o 1.0m.

A pedido, pueden ser fabricados gaviones caja de medidas diferentes de las estándar

2.2.3.2. Características de las Estructuras de Gaviones.

2.2.3.2.1. Monolíticas.

Todos los elementos que forman las estructuras en gaviones son unidos entre sí a través de amarres ejecutados a lo largo de todas las aristas en contacto. El resultado es un bloque homogéneo que tiene las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P11).



Figura 2.21. Sección robusta donde se observa la monoliticidad del conjunto.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P11)

2.2.3.2.2. Armadas.

Son estructuras armadas, en condición de resistir las sollicitaciones de tracción y corte. La armadura metálica no sólo tiene la función de contener las piedras, sino también de soportar y distribuir los esfuerzos de tracción originados de aquellos que actúan sobre la estructura, aun cuando tales esfuerzos son consecuencia de asentamientos o deformaciones localizados y no previstos en el cálculo. Tal característica, inexistente en las contenciones de piedra emboquillada y concreto ciclópeo, es de fundamental importancia cuando la estructura está apoyada sobre suelos de pobres características físicas (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P12).

2.2.3.2.3. Resistentes.

Es equivocada la impresión de que una estructura formada por redes metálicas no tiene resistencia estructural o larga vida útil. Las redes utilizadas son hechas en malla hexagonal de doble torsión. Este tipo de malla proporciona distribución más uniforme de los esfuerzos a los que son sometidas y tienen resistencia nominal a la tracción. La doble torsión impide el destejido de la red, en caso ocurra la rotura de alguno de los alambres que la componen (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 11).

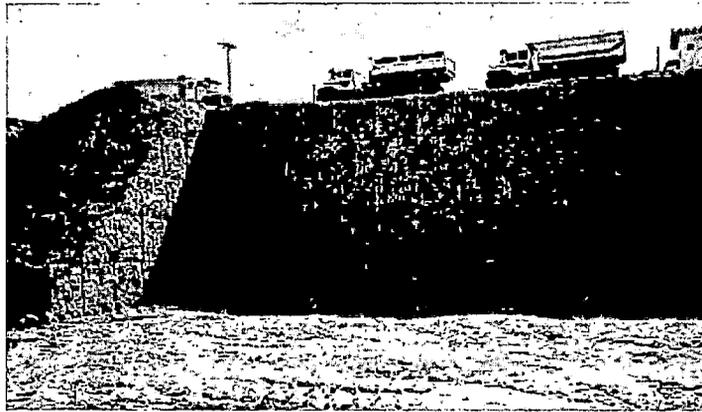


Figura 2.22. Brasil – Muro de Contención para acceso a chancadora.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P11)

2.2.3.2.4. Permeables.

Un eficiente sistema drenante es indispensable para una buena performance y vida útil de las estructuras de contención. Es necesario comentar que los problemas con drenaje son la causa más común de inestabilidad de estructuras de contención (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P13).



Figura 2.23. Bolivia – Detalle de la característica de ser autodrenante.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P13)

2.2.3.2.5. Durables.

Para garantizar mayor durabilidad los alambres reciben revestimientos especiales para evitar su corrosión. El primer revestimiento es el resultado de una tecnología moderna y consiste en una aleación compuesta por Zinc, Aluminio y Tierras Raras (Zn 5 Al MM= Galfan) que es aplicada al alambre por inmersión en caliente. Este revestimiento se utiliza cuando la estructura está localizada en un ambiente no

agresivo. En estas condiciones la vida útil del revestimiento supera por mucho los 50 años. Cuando la estructura está en contacto directo con ambientes químicamente agresivos, ambientes marinos o zonas con alto grado de contaminación es necesario un revestimiento adicional en material plástico (PVC) que torna al alambre totalmente inerte frente ataques químicos (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P12).

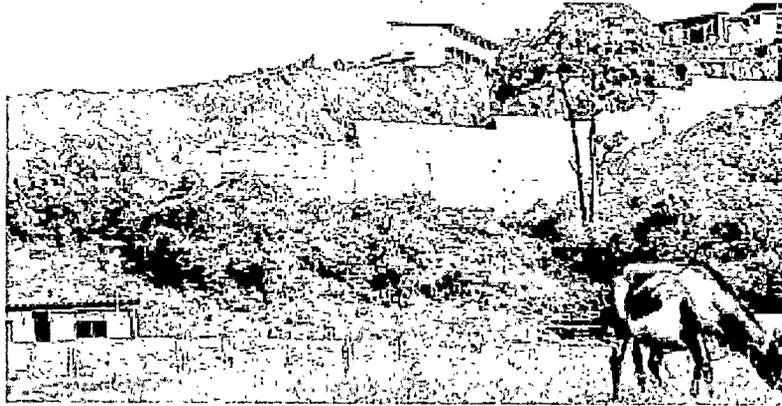


Figura 2.24. Brasil – Contención ejecutada en 1986.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P12)

2.2.3.2.6. De bajo impacto ambiental.

Actualmente las obras de ingeniería de infraestructura deben causar el menor impacto ambiental posible al medio ambiente. Las estructuras de gaviones se adaptan muy bien a este concepto durante su construcción y a lo largo de la vida útil de la obra (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P14).



Figura 2.25. Estructura de bajo impacto ambiental.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P14)

2.2.3.2.7. Flexibles.

Permiten la adaptación de las estructuras a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad y eficiencia. Debido a su flexibilidad es el único tipo de estructura que no requiere fundaciones profundas, aun cuando son construidas sobre suelos con baja capacidad de soporte. Esa característica también permite, en la mayoría de los casos, que la estructura se deforme mucho antes del colapso permitiendo la detección anticipada del problema y dando oportunidad de realizar intervenciones de recuperación, minimizando gastos y evitando accidentes de proporciones trágicas (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P13).

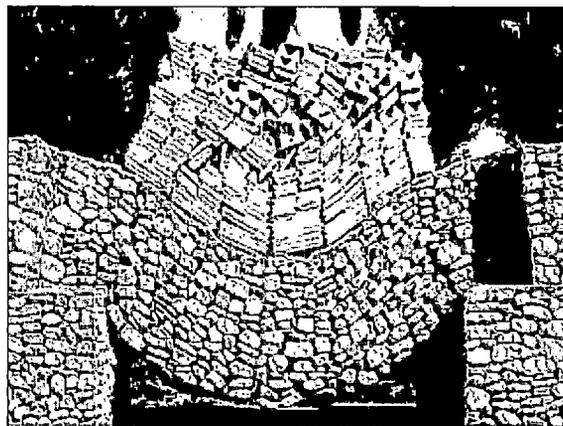


Figura 2.26. Italia – Prueba de carga por la Maccaferri.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P13)

2.2.3.2.8. Prácticas y Versátiles.

Presentan extrema facilidad constructiva ya que los materiales utilizados son:

- Gaviones
- Piedras
- Tablas (para encofrados)
- Herramientas menores

La Mano de Obra necesaria para el montaje y llenado de los elementos no se requiere que sea especializada está formada básicamente por peonés (ayudantes) dirigidos por maestros de obras (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P14-15).

Toda estructura de gaviones entra en funcionamiento apenas los elementos son llenados no siendo necesarios tiempos de fraguado y desencofrado. Este permite que el relleno sea efectuado simultáneamente a la construcción del muro. Para

ciertas aplicaciones, esa característica puede ser muy importante en la operatividad y avance de obra.

Otro punto a ser destacado es que una eventual modificación o ampliación de la estructura, necesaria en función de las variaciones en la configuración local o en el comportamiento hidráulico o estático de la obra, puede ser realizada con solo adicionar o retirar elementos de la estructura original.

En caso sea necesario, eventuales servicios de mantenimiento en elementos con redes dañadas puede ser realizados de manera fácil y rápida superponiendo y amarrando un nuevo panel a aquel que ha sido dañado.

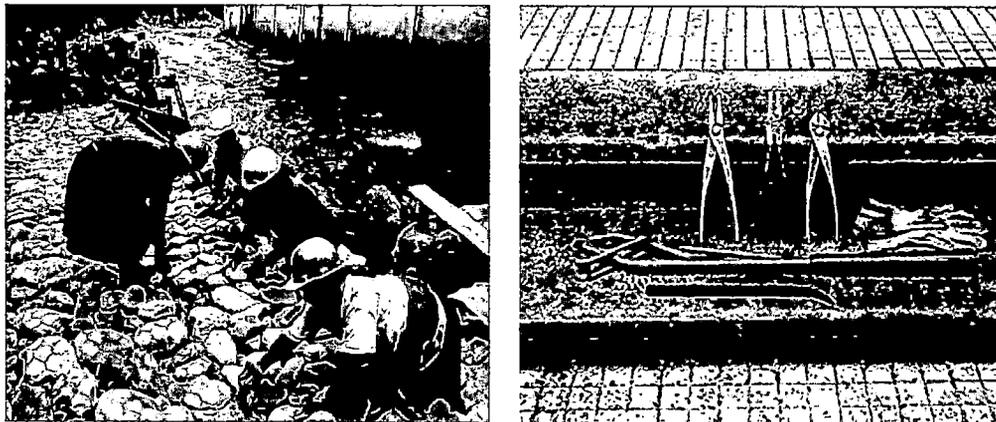


Figura 2.27. Estructuras prácticas y versátiles.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P15)

2.2.3.3. Análisis de la estabilidad de la Estructura de Contención.

2.2.3.3.1. Tipo de Rotura.

Es necesaria la verificación de seguridad de la estructura de contención a los diversos tipos de falla. En el caso de muros de gaviones los tipos principales de falla que pueden ocurrir son (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 69).

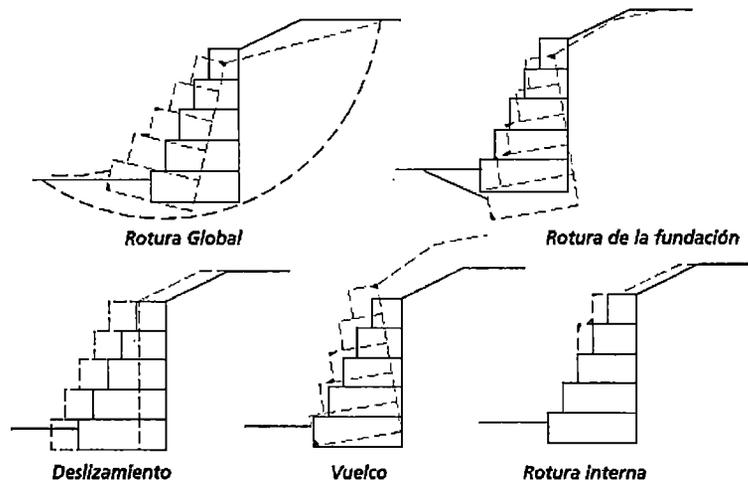


Figura 2.28. Tipo de rotura de muros de gaviones.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P69)

2.2.3.3.2. Fuerzas que actúan sobre la estructura.

Las fuerzas presentes en la estructura son

- E_a = Empuje activo
- E_p = Empuje pasivo
- P = Peso propio de la estructura
- R = Reacción en la fundación; esta fuerza puede ser descompuesta en :
 - N = Fuerza Normal
 - T = Fuerza Tangente a la base de la estructura

En el análisis sísmico se deben considerar las fuerzas de inercia:

- Horizontal $I_h = C_h(P)$
- Vertical $I_v = C_v(P)$

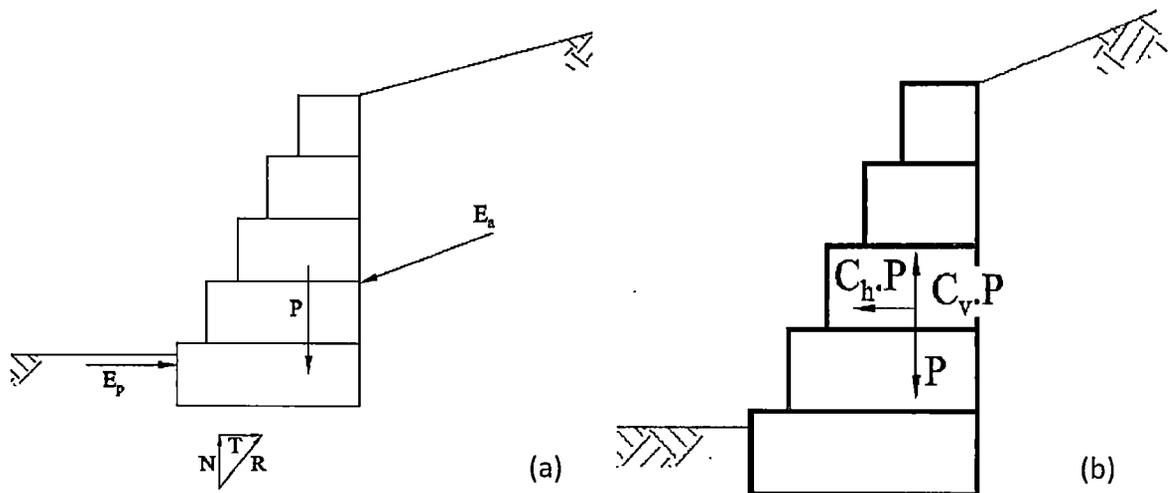


Figura 2.29. (a) Fuerzas que actúan sobre la estructura de contención y (b) Fuerzas sísmicas.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P70-71)

2.2.3.3.3. Determinación de los Empujes.

Para determinación de aplicación del empuje activo hay dos casos a considerar.

- Muro de gaviones escalones externos.-La geometría de los gaviones es tal que la cara en contacto con el macizo contenido es plana; en este caso el plano de aplicación del empuje activo es claramente definido por esta cara
- Muro de gaviones escalones internos.-Los gaviones están dispuestos de tal manera que forman escalones en la cara de contacto con el macizo; en este caso es necesario establecer un plano de aplicación del empuje ficticio.

Estructuras con escalones internos y paramento externo plano generalmente son preferidas por razones estéticas o de limitación de espacio. Del punto de vista estático, las estructuras con escalones externos resultan más estables (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P213).

Para el cálculo empuje activo se puede usar la teoría de Coulomb o el Método de equilibrio Límite.

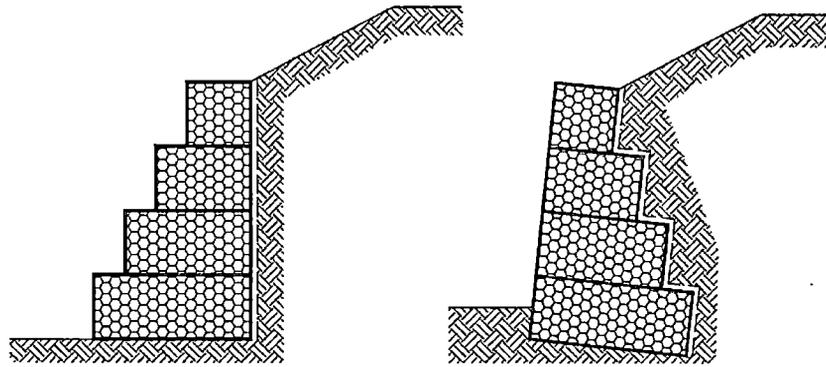


Figura 2.30. Muro de gaviones con escalones externos y con escalones internos.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P10)

2.2.3.3.3.1. Teoría De Coulomb.

El empuje activo que actúa sobre la estructura puede ser determinado por las siguientes expresiones (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 87).

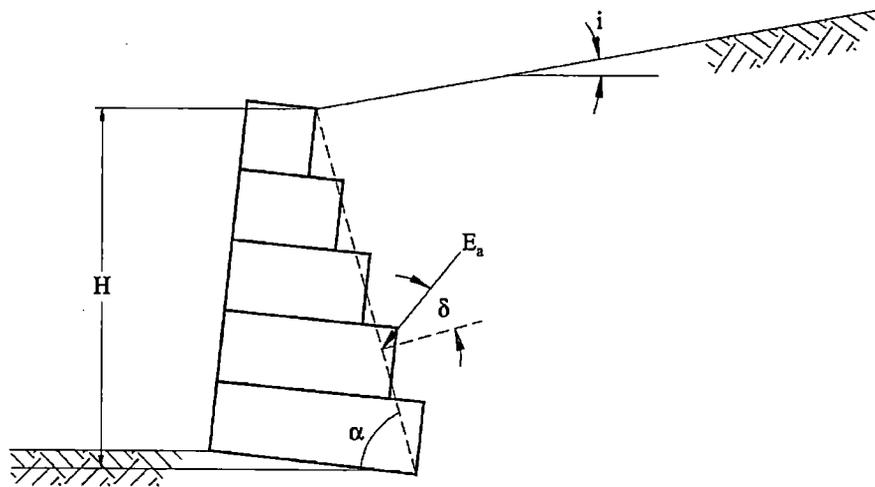


Figura 2.31. Empuje activo Teoría de Coulomb

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P88)

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - i)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + i)}} \right]}$$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

En el caso de existir sobrecarga en el macizo el valor del empuje activo será:

$$q = q \cdot \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}(\alpha + i)}$$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a + q \cdot H \cdot K_a \cdot \frac{\text{sen} \alpha}{\text{sen}(\alpha + i)}$$

El punto de aplicación del empuje activo es dado por

$$H_{Ea} = \frac{\gamma \cdot H^2 + 3 \cdot q \cdot H}{3 \cdot \gamma \cdot H + 6 \cdot q}$$

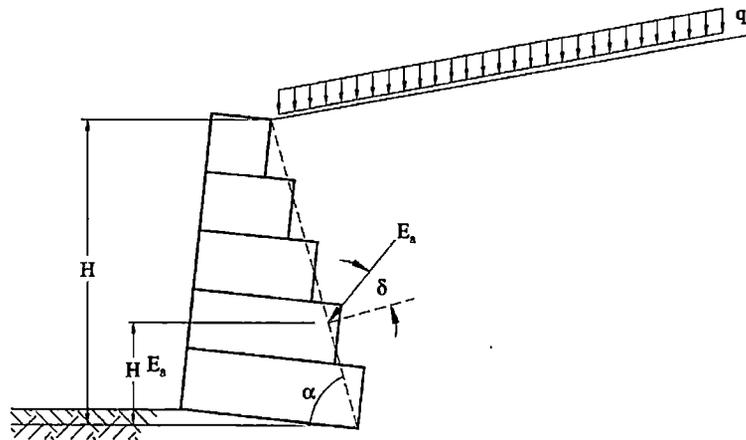


Figura 2.32. Punto de aplicación E_a .

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P88)

2.2.3.3.2. Método De Equilibrio Límite

Cuando la superficie externa del macizo contenido no es plana es necesario emplear el método de equilibrio límite para la determinación del empuje activo (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P90).

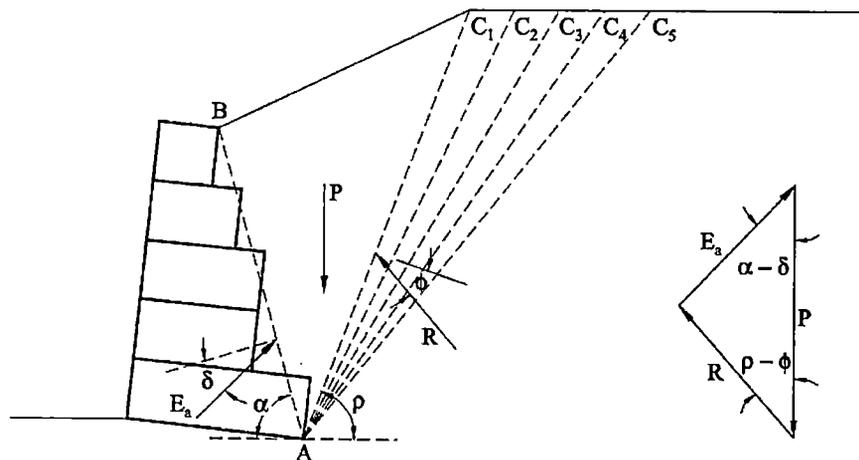


Figura 2.33. Superficie del macizo irregular

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P90)

Inicialmente se trazan algunas superficies de rotura hipotéticas planas a partir del punto A. Cada una de estas superficies definirá una cuña de rotura. Para cada una de estas se determinara el peso (Ver Fig. 30):

$$P = \gamma \cdot a$$

Donde:

a= Área de la cuña

Se debe determinar para cada cuña la inclinación ρ de la superficie de rotura.

El valor del empuje activo es determinado para cada una de las cuñas a través del equilibrio de fuerzas que actúan sobre ella:

$$E_a = P \cdot \frac{\text{sen}(\rho - \phi)}{\text{sen}(\alpha + \rho - \phi - \delta)}$$

Con estos valores es construido un gráfico interpolando una curva que une los puntos obtenidos; el punto máximo de la curva de variación de empuje activo que actúa sobre la estructura y la posición de la superficie de rotura crítica (Ver Fig. 31)

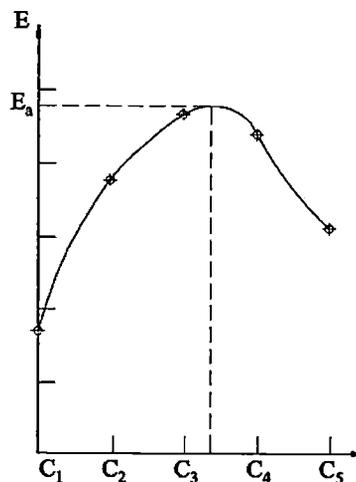


Figura 2.34. Variación del empuje activo con la superficie de rotura.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL, 2005, 14, P91)

En el caso de tener sobrecargas distribuidas el método del equilibrio límite se emplea de la misma forma mencionada anteriormente adicionando el peso propio de cada una de las cuñas analizadas el valor de la carga aplicada sobre ellas.

En este caso la carga Q adicionada al peso P de la cuña fue dividida en dos Q1 y Q2 cada una de ellas resultante de la multiplicación de la carga distribuida por el área de distribución respectiva (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005, 14, P92).

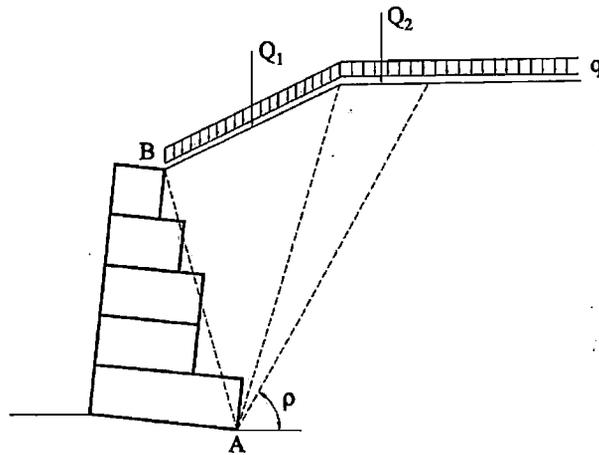


Figura 2.35. Aplicación de carga distribuida.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P92)

En este caso el empuje activo queda definido:

$$E_a = (P + Q) \cdot \frac{\text{sen}(\rho - \phi)}{\text{sen}(\alpha + \rho - \phi - \delta)}$$

Para la determinación de los puntos de aplicación del empuje activo son separados los efectos del peso propio del suelo y de la carga calculados para $\rho = \rho_{\text{crit}}$.

Durante el sismo el empuje activo sufre un incremento debido a la aceleración horizontal y vertical del suelo. Estas aceleraciones provocan la aparición de fuerzas inerciales en las direcciones vertical y horizontal que deben ser consideradas en el equilibrio de fuerzas.

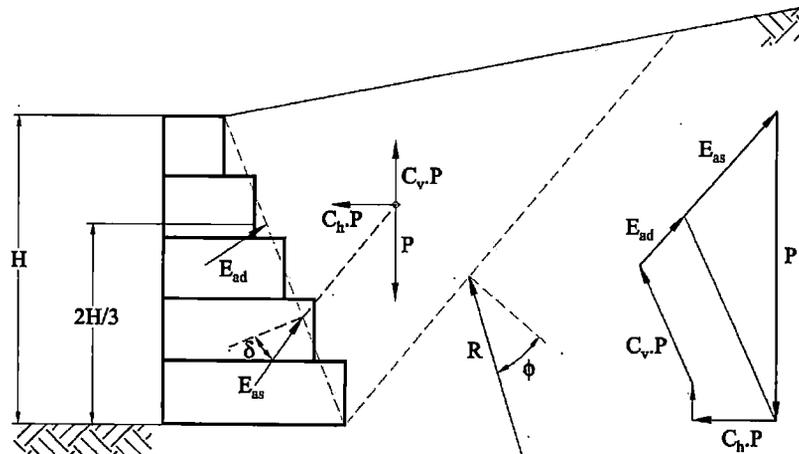


Figura 2.36. Fuerzas de inercia que actúan sobre la cuña.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P64)

Estas aceleraciones normalmente son expresadas en relación a la aceleración de la gravedad g y son función del riesgo sísmico local. Las fuerzas de Inercia serán calculadas como porciones del peso de la cuña del suelo P .

$$I_h = C_h \cdot P$$

$$I_v = C_v \cdot P$$

C_v y C_h = Relaciones de aceleración en las direcciones horizontal y vertical

La aceleración en la dirección horizontal representa una mayor influencia en el valor del empuje activo por lo cual es la única que se considera.

El empuje calculado de esta forma puede ser dividido en dos porciones. La primera igual al empuje estático E_{ae} ; la segunda porción E_{ad} es el efecto del sismo y su punto de aplicación está a $\frac{2H}{3}$ de la base de la estructura.

2.2.3.3.4. Determinación del peso del muro.

Es necesaria la determinación del peso de la estructura para el análisis de la estabilidad.

El peso del muro de gaviones se obtiene multiplicando el área de contacto con el macizo por el peso específico de la piedra de relleno de los gaviones (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P103).

$$\gamma_g = \gamma_p(1 - n)$$

Donde:

γ_g = Peso específico de la piedra de relleno

γ_p = Peso específico del material que compone las piedras de relleno

n = Porosidad material de relleno

El peso está dado por:

$$P = \gamma_g \cdot S$$

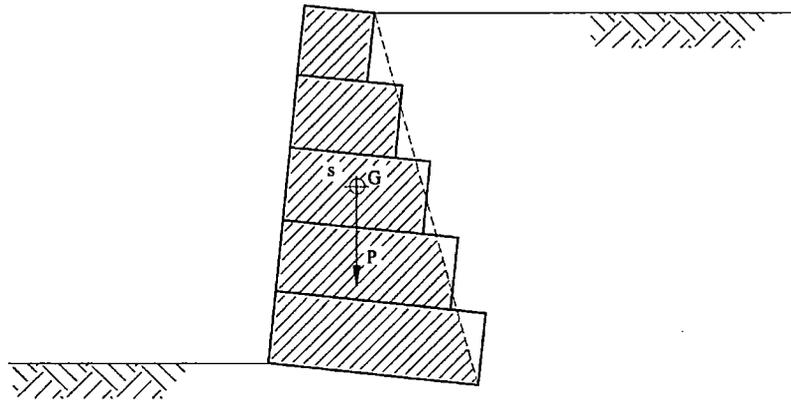


Figura 2.37. Peso del muro.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P104)

Es necesaria la determinación de la posición del centro de gravedad del área S, para lo cual se divide S en triángulos y se determina el área y el centro de gravedad de cada uno de los triángulos

2.2.3.3.5. Estabilidad contra el deslizamiento.

El deslizamiento de la estructura ocurre cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro de contención sumado al empuje disponible en el frente no es suficiente para contrarrestar el empuje activo (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P72).

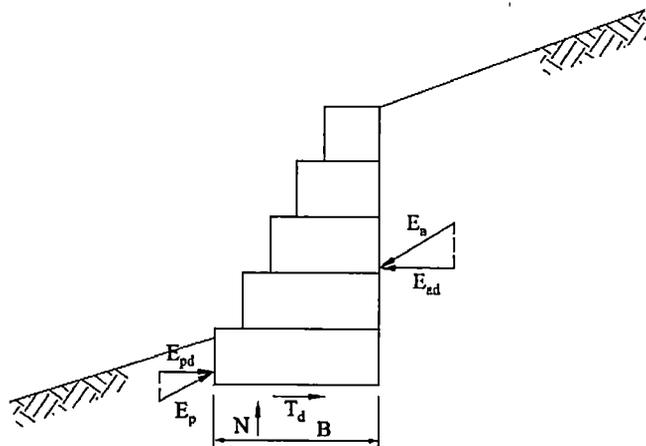


Figura 2.38. Verificación al deslizamiento.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P72)

Se puede definir un coeficiente de seguridad contra el deslizamiento

$$FS_d = \frac{T_d + E_{pd}}{E_{ad}}$$

Donde:

E_{ad} y E_{pd} = Componentes empuje activo y pasivo en dirección al desplazamiento.

T_d = Resistencia disponible a lo largo de la base de la estructura es igual a:

$$T_d = N \cdot \tan \delta^* + a^* \cdot B$$

δ^* = Ángulo de fricción entre el suelo de la fundación y la base de la estructura

a^* = Adhesión entre el suelo y la base

Los valores sugeridos para δ^* y a^* son:

$$\frac{2}{3} \tan \phi \leq \tan \delta^* \leq \tan \phi$$

ϕ = Ángulo de fricción interna del suelo

La fuerza normal es igual a:

$$N = P \cdot \cos \beta + E_a \cdot \cos(\alpha - \delta - \beta)$$

2.2.3.3.6. Estabilidad contra el volteo.

El vuelco de la estructura puede ocurrir cuando el valor del momento del empuje activo supera al valor del momento del peso propio de la estructura sumada al momento del empuje pasivo (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P73).

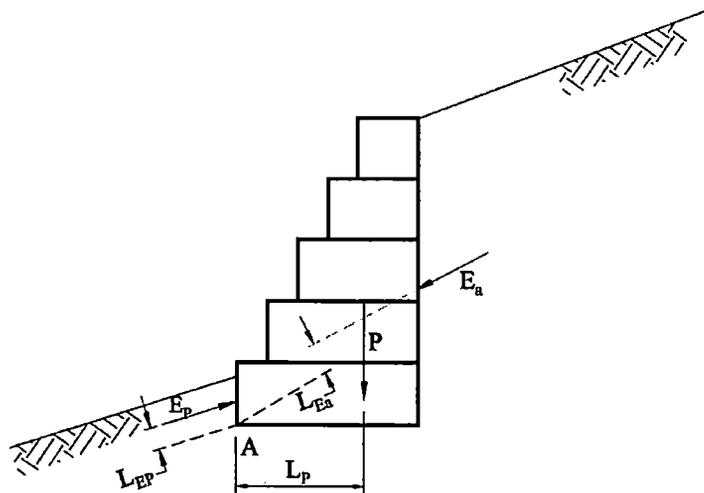


Figura 2.39. Verificación al deslizamiento.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P74)

El factor de seguridad al volteo está dado por:

$$FS_V = \frac{M_p + M_{Ep}}{M_{Ea}}$$

Otra forma de calcularse el factor de seguridad es considerando que solo la componente horizontal del empuje activo contribuye con el momento de vuelco mientras que la componente vertical del empuje activo contribuye con el momento resistente.

$$FS_V = \frac{M_p + M_{Ep} + M_{Eav}}{M_{Ea}}$$

Esta es la forma más utilizada porque evita que el coeficiente de seguridad contra el volteo resulte negativo cuando el momento del empuje activo M_{Ea} es negativo.

2.2.3.3.7. Presiones aplicadas en la fundación.

Las presiones aplicadas en la fundación no deben superar el valor de capacidad de carga del suelo de fundación (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P75).

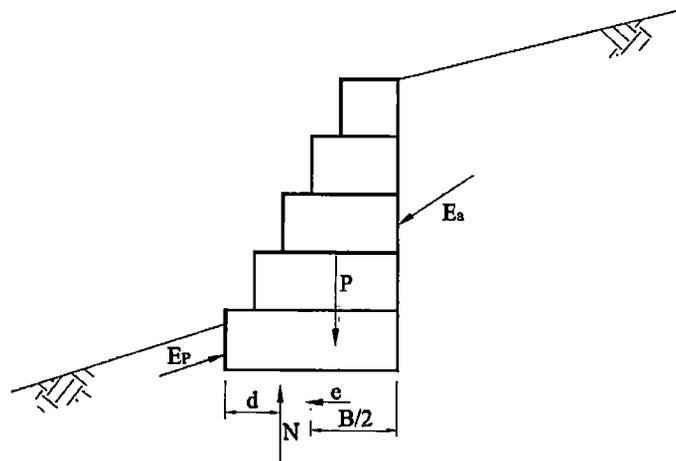


Figura 2.40. Presiones en la fundación.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P75)

A través del equilibrio de momentos actuantes sobre la estructura de contención de puede determinar el punto de aplicación de la fuerza normal:

$$d = \frac{M_p + M_{Ep} + M_{Eav}}{N}$$

Esta fuerza es la resultante de las presiones que actúan sobre la base de la estructura, para determinar estas presiones se debe conocer la forma de distribución de las mismas. Normalmente se admite una distribución lineal para estas presiones y entonces los valores máximo y mínimo están dados por:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{N}{B} \left(1 + 6 \cdot \frac{e}{B} \right)$$

$$\sigma_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = \frac{N}{B} \left(1 - 6 \cdot \frac{e}{B} \right)$$

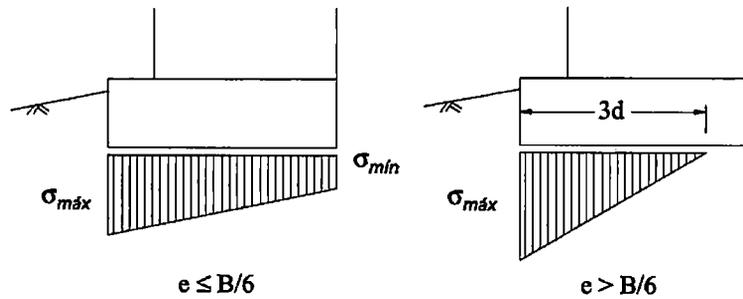


Figura 2.41. Distribución de presiones.

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P76)

2.2.3.3.8. Verificación de la estabilidad contra la rotura interna.

También se debe verificar la estabilidad interna de la estructura esto puede surgir por sufrir esfuerzos excesivos provocados por la carga externa del empuje y sobrecargas aplicadas sobre la estructura (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P83).

En este caso se debe verificar la seguridad de deslizamiento de bloques de gaviones superiores sobre los inferiores. Para cada bloque de gaviones se ejecuta el análisis de deslizamiento considerando para el cálculo del empuje a la altura total de la estructura a partir de la parte superior hasta aquel nivel y considerando la fricción entre los bloques como la resistencia a largo plazo, esta resistencia está dada por el ángulo de fricción y la cohesión entre los gaviones estos valores están dados:

$$\phi^* = 25 \cdot \gamma_g - 10^\circ$$

$$c_g = 0.30p_u - 0.50 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Donde:

γ_g = Peso específico de los gaviones t/m³

p_u = Peso de la red metálica en kg/m³

Tabla N 2.5. Peso de las telas de los gaviones.

Malla	Altura de la caja (m)	Peso (Kgf/m ³)				
		Diámetro del alambre (mm)				
		2.00	2.20	2.40	2.70	3.00
5 x 7	0.50	11.10	11.05	14.30	-	-
	1.00	7.25	8.20	10.50	-	-
6 x 8	0.50	8.50	10.90	12.30	15.20	-
	1.00	5.55	6.95	8.20	10.30	-
8 x 10	0.50	-	-	11.20	12.60	15.00
	1.00	-	-	7.85	8.70	10.50
10 x 12	0.50	-	-	-	11.00	13.50
	1.00	-	-	-	7.50	9.00

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P113)

Es necesaria la verificación en cuanto a la tensión normal máxima entre los bloques.

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{N}{2d}$$

d= distancia entre el punto de aplicación de N y el borde de la camada de los gaviones

La tensión normal máxima admisible entre los gaviones es:

$$\sigma_{\text{adm}} = 0.30\gamma_g - 30 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

2.2.3.3.9. Verificación de la estabilidad global de la estructura.

Este tipo de rotura ocurre principalmente cuando hay camadas en zonas de suelos menos resistentes debajo de la fundación del muro de contención (MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P77).

Para el cálculo de la estabilidad global se puede utilizar el método de Fellenius y el método de Bishop

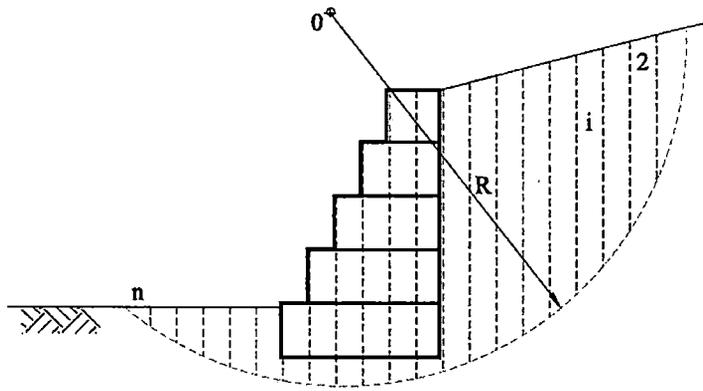


Figura 2.42. Método de Bishop.

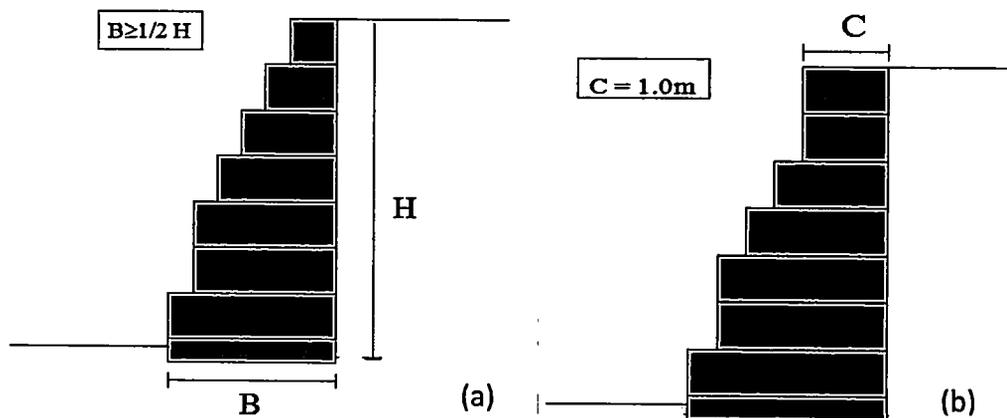
(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2005, 14, P80)

2.2.3.4. Predimensionamiento.

Para el Predimensionamiento de los muros de contención en gaviones tenemos los siguientes criterios (Avilés Pilco 2014, 4, P144).

- La base del muro de gaviones se recomienda $B \geq 0.5 H$.
- La parte superior del muro de gaviones se recomienda que sea mínimo de 1m de ancho
- El empotramiento de la estructura de contención debe ser mínimo 0.30m o $H/10$ con la finalidad de aumentar su resistencia al deslizamiento y para promover la retirada de la camada superficial de suelo orgánico, no recomendada como suelo de fundación.

Cuando se desea mejorar la capacidad de soporte del suelo de fundación, es recomendable prever una camada de piedras o de concreto pobre sobre este suelo.



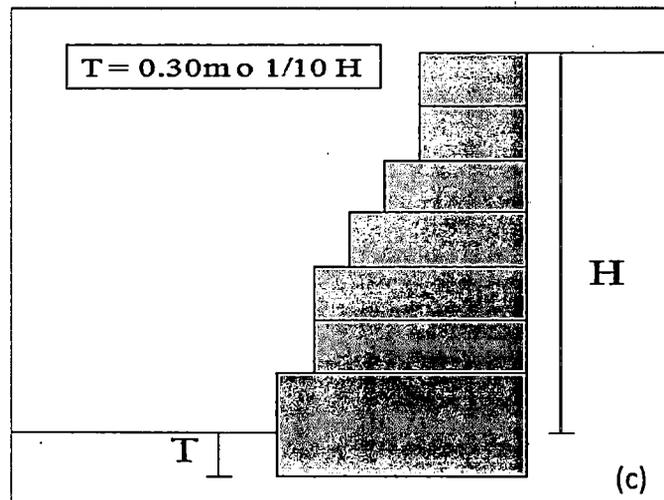


Figura 2.43. (a) Base muro de gaviones, (b) Corona muro de gaviones y (c) Empotramiento del Muro de gaviones.

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P144-145)

2.2.3.5. Consideraciones para el diseño

- Para estructuras con alturas superiores a 5.0m es recomendable que los gaviones que forman las capas próximas a la base tengan altura de 0.5m, siendo que, debido a su mayor cantidad de malla de acero por m³ ofrecen consecuentemente mayor resistencia a los esfuerzos de compresión y corte. El resultado de una estructura mucho más eficiente tanto del punto de vista estructural como también estético (Avilés Pilco 2014, 4, P146).
- Se recomienda que el aumento o reducción de la dimensión transversal entre las capas de la estructura no exceda de 0.5m para las estructuras con escalones internos o externos, pudiendo llegar a 1.0m en las estructuras con escalenos en ambas caras.
- Estructuras con escalones internos y paramento externo plano generalmente son preferidas por razones estéticas o limitación de espacio. Del punto de vista estático las estructuras con escalones externos resultan más estables. Para estructuras con escalones internos y altura superior a 5 m es recomendable que la camada de base sea colocada con escalonamiento externo. Es también conveniente que estas estructuras sean inclinadas por lo menos 6° o mantengan un escalonamiento externo de 10 cm entre las capas. Estos detalles contribuyen para un mejor aspecto estético de la

obra principalmente si la estructura llegara a presentar pequeñas deformaciones.

2.2.3.5.1. Material de llenado

Para el llenado de los gaviones puede ser utilizado cualquier material de pétreo, siempre que su peso y características satisfagan las exigencias técnicas y funcionales y de durabilidad exigidas para la obra (Avilés Pilco 2014, 4, P147).

Los materiales normalmente utilizados son cantos rodados o piedras trituradas. En el caso de tales materiales no estar disponibles en las proximidades o tengan alto costo, pueden ser usados materiales alternativos tales como sacos llenados con arena o mortero, escombros, bloques de concreto etc., aun si estas soluciones puedan significar una reducción de las características del muro.

Siempre se debe ser preferible usar materiales de alto peso específico, especialmente porque el comportamiento de la estructura a gravedad depende directamente de su peso propio. La porosidad del material de relleno normalmente varía entre 0.30 a 0.40.

Las dimensiones más adecuadas para las piedras usadas para el llenado varían entre 1.5 a 2 veces la dimensión de la abertura de la malla de la red, debido a que si se utilizan piedras de menor tamaño se tiene el problema de que se produce la salida del material de llenado.

2.2.4. Muro de Suelo Reforzado

2.2.4.1. Generalidades

Una estructura de suelo reforzado consiste en la introducción de elementos resistentes a tracción convenientemente orientados, que aumentan la resistencia del suelo y disminuyen las deformaciones del macizo. En este método, conocido como refuerzo de suelos, el comportamiento global del macizo es mejorado a costa de la transferencia de los esfuerzos para los elementos resistentes (refuerzos)

Los suelos poseen en general elevada resistencia a esfuerzos de compresión, pero baja resistencia a esfuerzos de tracción. Cuando una masa de suelo es cargada verticalmente, sufre deformaciones verticales de compresión y deformaciones laterales de extensión (tracción). Sin embargo si la masa de suelo esta reforzada, los

movimientos laterales son limitados por la reducida deformabilidad del refuerzo. Esta restricción de deformaciones es obtenida gracias al desarrollo de esfuerzos de tracción en el elemento de tracción. Las figuras siguientes muestran el principio de comportamiento de un suelo reforzado (MACCAFERRI 2005, 15, P3).

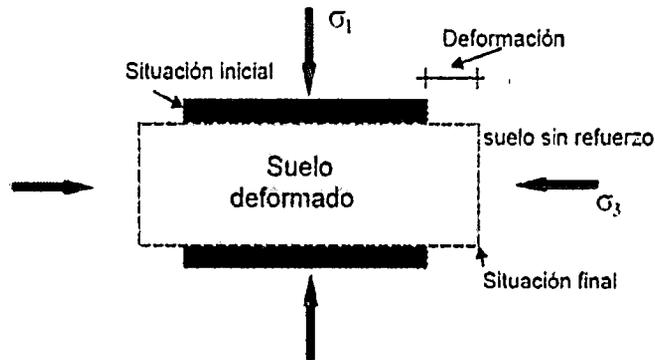


Figura 2.44. Suelo sin refuerzo.

(Fuente: MACCAFERRI 2005-Encarte Técnico, 15, P3)

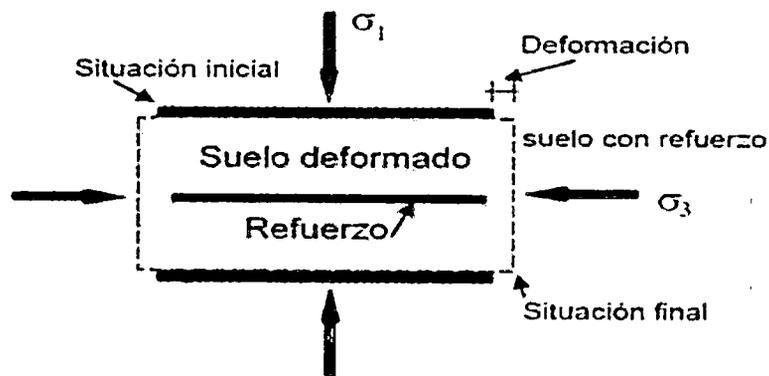


Figura 2.45. Suelo con refuerzo.

(Fuente: MACCAFERRI 2005-Encarte Técnico, 15, P3)

2.2.5. Muro de Contención de Suelo Reforzado mediante el Sistema Terramesh.

El sistema Terramesh está compuesto por refuerzos en malla hexagonal. El Sistema Terramesh está compuesto por dos partes: el paramento externo y el anclaje; producidos en una única pieza y con el mismo material.

El paramento y el panel de anclaje están constituidos por el mismo paño de res, sin interrupciones para garantizar en todo el elemento, la misma resistencia a la tracción

porque una unión aunque sea bien hecha, nunca garantizaría el mismo comportamiento.

Es imprescindible que los paneles de malla hexagonal tengan una protección adicional de segundo revestimiento plástico (PVC); esta recomendación está basada en el hecho de que no existe una diferencia significativa entre la capacidad de anclaje de una malla galvanizada y una plastificada, y en esta última la durabilidad y la seguridad del Sistema Terramesh es mucho mayor ya que asegura una completa protección de la malla contra eventuales procesos de corrosión que puedan ocurrir (Avilés Pilco 2014, 4, P180).

2.2.5.1. Funcionamiento de La Malla Hexagonal

Es importante destacar que con la introducción de la malla hexagonal se obtiene una capacidad de anclaje que se debe a la acción combinada entre la fricción, corte y trabazón mecánica de las partículas (Avilés Pilco 2014, 4, P180).

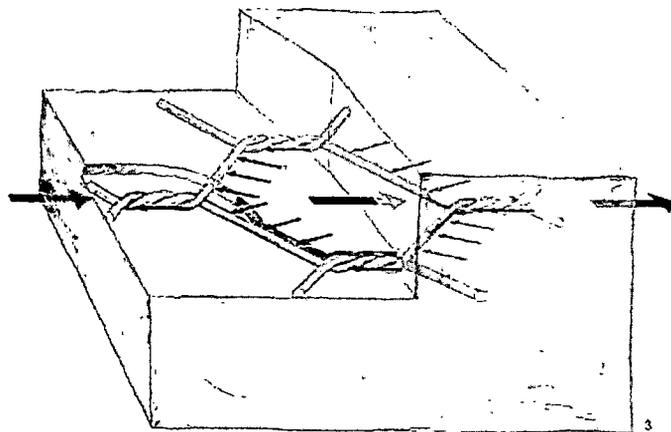


Figura 2.46. Esquema de funcionamiento de la malla hexagonal

La red colocada en el terreno mejora sus características creando en este un tipo de cohesión ficticia, reduciendo así el empuje sobre el paramento. En la práctica la malla metálica arma el terreno absorbiendo los esfuerzos de tracción que el terreno no puede soportar naturalmente

2.2.5.2. Tipos de Terramesh

Dos son los tipos de Terramesh existentes los cuales difieren solamente por la forma del paramento externo, siendo idénticos en su comportamiento estático y en su dimensionamiento

a) Terramesh System:

b) Terramesh Verde:

En el presente trabajo de investigación se elige el Terramesh System, por la factibilidad de obtener los materiales.

2.2.5.3. Características de la Estructura Terramesh.

2.2.5.3.1. Flexibilidad.

La estructura brinda la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación, manteniendo la integridad estructural.

2.2.5.3.2. Permeabilidad.

El paramento externo garantiza el drenaje del terreno

2.2.5.3.3. Simplicidad constructiva.

Permite que una estructura Terramesh sea ejecutada manualmente, con instalaciones y equipamientos mínimos (aquellos necesarios para la construcción de un relleno compactado), inclusive en las regiones más inhóspitas. El elemento Terramesh permite la realización del paramento externo y armadura de refuerzo de forma continua.

2.2.5.3.4. Versatilidad.

Que permite la construcción de estructuras con paramento externo vertical, inclinado y/o en escalones, según las necesidades.

2.2.5.3.5. De bajo impacto ambiental.

Es posible insertar, durante la construcción de la estructura Terramesh, gajos de distintas especies vegetales nativas y en el caso de Terramesh Verde, se puede proceder con la aplicación de hidrosiembra sobre el paramento de la estructura recién construida.

2.2.5.3.6. Seguridad Estructural.

En caso de incendio en las proximidades de la estructura (debido a la presencia de malla de acero).

2.2.5.3.7. Absorción Acústica.

Del paramento externo (18 a 28 decibeles).

2.2.6. Muro de Contención de Suelo Reforzado Terramesh System.

El Terramesh System consiste en la introducción de elementos resistentes a la tracción, convenientemente orientados, que aumentan la resistencia del suelo y disminuyen la deformabilidad del macizo. Todos los refuerzos son constituidos por refuerzos en malla hexagonal, revestido de PVC asociado a un paramento frontal en gaviones baja compuestos por la misma malla (Avilés Pilco 2014, 4, P182).

Las dimensiones estándar del Sistema Terramesh:

Largo: 4.00m

Ancho: 2.00m

Altura: 0.50 – 1.00m

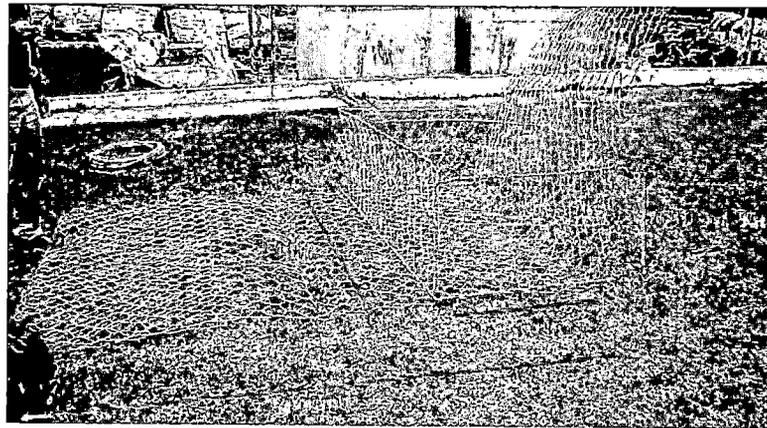
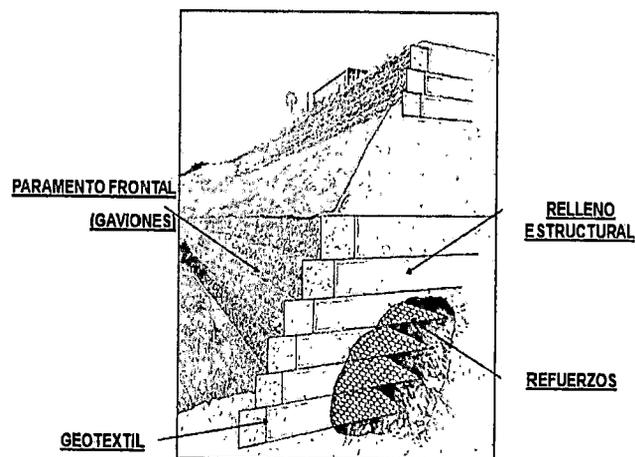


Figura 2.47. Terramesh System

2.2.6.1. Componentes del Sistema Terramesh System

El muro de suelo reforzado realizado por el sistema Terramesh System está compuesto por los siguientes elementos (Avilés Pilco 2014, 4, P183):



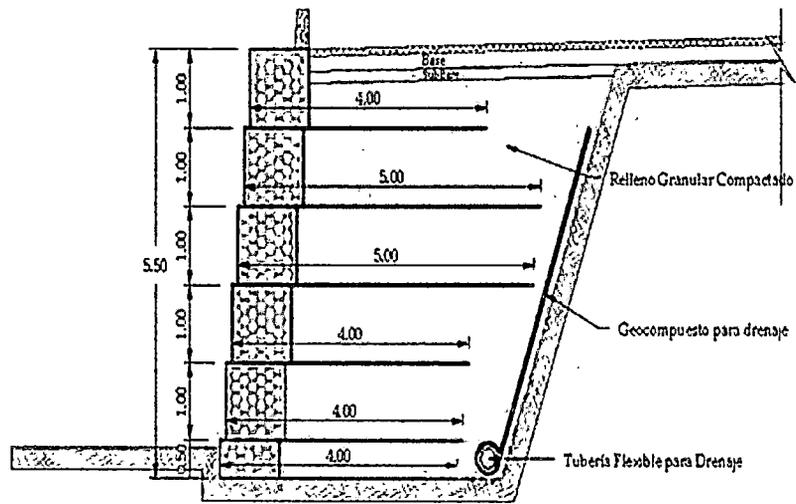


Figura 2.48. Elementos constituyentes muro Terramesh System

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P183):

- Paramento Frontal en gaviones

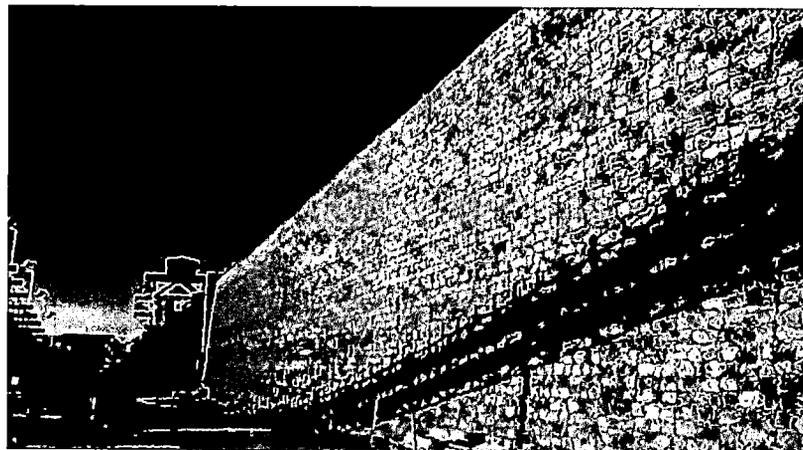


Figura 2.49. Paramento Frontal Terramesh System

- Refuerzos



Figura 2.50. Refuerzo malla hexagonal

- Relleno estructural

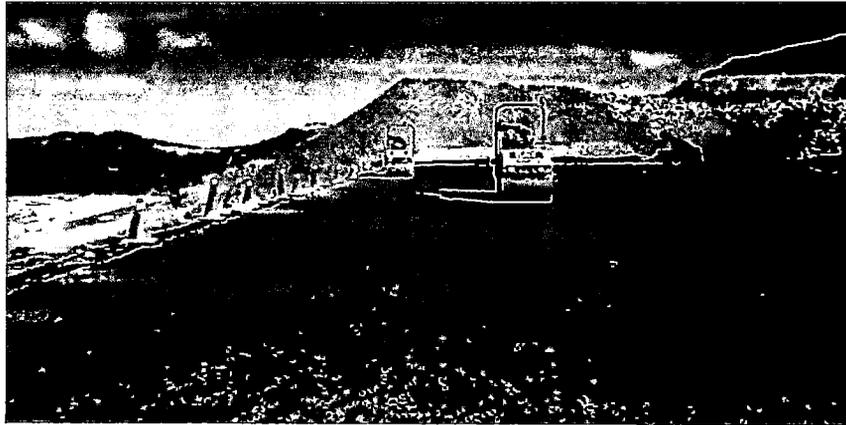


Figura 2.51. Relleno compactado

- Geotextil No Tejido: El mismo que se utilizada en la cara posterior de la caja del gavión para evitar la fuga de los materiales finos de a través de los vacíos del material pétreo usado para el relleno de las cajas y de esta manera evitar que produzcan asentamientos.



Figura 2.52. Geotextol no tejido

- Geocompuesto de drenaje: Para recoger el agua de infiltración proveniente de la parte posterior.
- Tubería de drenaje: Para recoger el agua proveniente del Geocompuesto de drenaje y evacuarla hacia el exterior del muro.

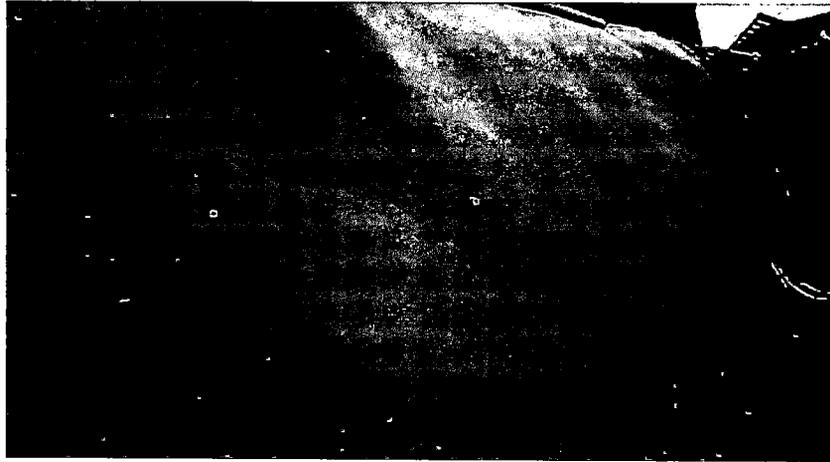


Figura 2.53. Geocompuesto y Tubería de drenaje

2.2.6.2. Metodología de Cálculo.

La metodología de cálculo para la verificación de una estructura en suelo reforzado con el sistema Terramesh System teniendo en cuenta como principal fuente de datos las características intrínsecas a esta solución.

En el dimensionamiento de estructuras de contención, los empujes laterales de suelo son los elementos más significativos para un análisis de estabilidad, generado por el peso propio del suelo o por las sobrecargas aplicadas sobre él.

Los empujes pueden ser de tres tipos bien distintos: activo, pasivo y en reposo, pero en caso del análisis de estructuras de contención los empujes relevantes desde un punto de vista de proyecto son el activo y el pasivo.

Considerando que la estructura de contención funciona como un paramento que confina el suelo, tenemos que la situación más crítica ocurrirá cuando haya el mínimo disloque de ese paramento y la máxima movilización de la resistencia del suelo, o sea la situación en que ocurre la aplicación del empuje activo sobre el muro.

Para el cálculo del empuje activo en el Sistema Terramesh se utiliza el método de equilibrio límite que consiste en la consideración de varias posiciones de ruptura y para cada una de ellas se determina el valor del empuje por el equilibrio de fuerzas. Con esto es posible determinar la superficie crítica de la superficie de ruptura y el empuje máximo correspondiente (MACAFERRI 2010, 17, P101).

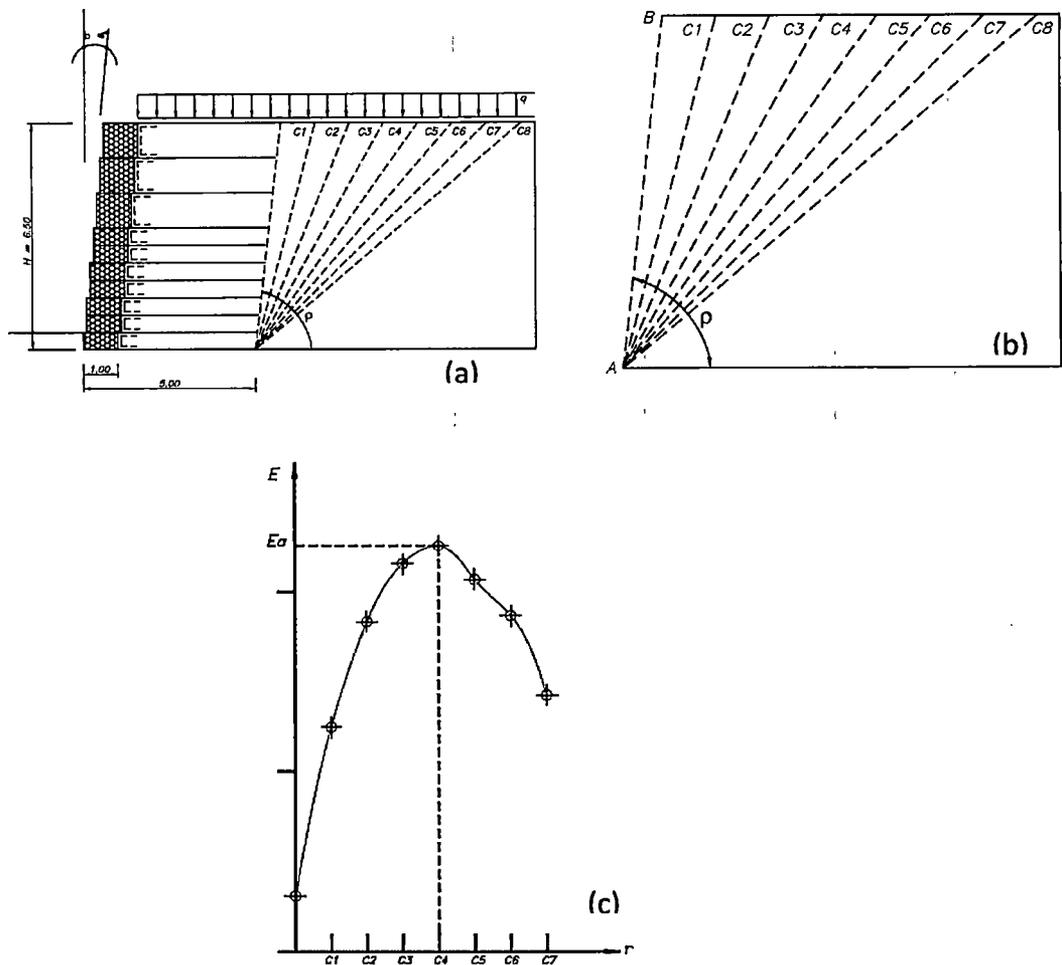


Figura 2.54. a) Determinación del empuje por equilibrio límite; b) Posible superficie de ruptura determinadas a partir del punto B; c) Gráfico del empuje por el ángulo de variación de la superficie con la horizontal , que ilustra la determinación del empuje activo máximo.

Con la componente del empuje activo actuante, su valor y posición se puede realizar las verificaciones externas en cuanto a la estabilidad de la estructura.

- Verificación contra el deslizamiento.
- Verificación contra el vuelco.
- Presiones aplicadas a la fundación.
- Verificación de la Estabilidad Interna.
- Verificación de la Estabilidad Global.

2.2.6.2.1. Verificación contra el Deslizamiento:

La estructura tiene una tendencia a deslizarse hacia la fundación sobre la cual está apoyada, en el sentido del cargamento debido a la aplicación del empuje activo. En este caso habrá una fuerza resistente disponible actuante en la base de la estructura

contraria a tal movimiento, proveniente del peso propio de la estructura y de la fricción de su base con el suelo, que puede ser sumada a la componente del empuje pasivo, a fin de contraponer el deslizamiento (MACAFERRI 2010,17, P111).

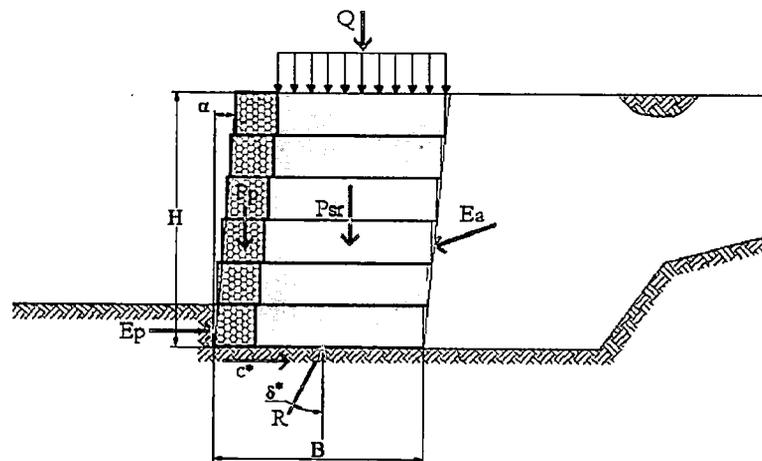
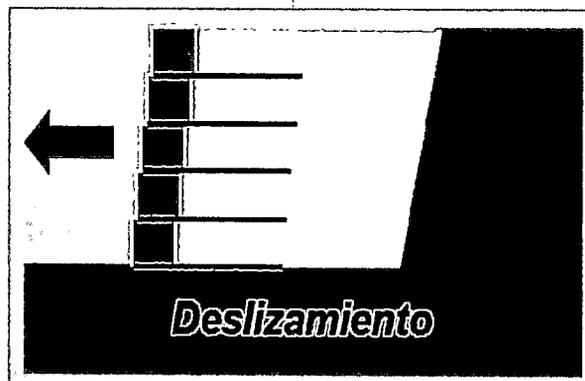


Figura 2.55. Verificación contra el deslizamiento

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P196).

$$FS = \frac{\sum F_{est}}{\sum F_{des}}$$

2.2.6.2.2. Verificación contra el Volteo:

El volteo de la estructura de contención podrá ocurrir cuando el muro presente tendencia a hacer la rotación con relación a un punto de giro posicionado en la parte frontal inferior de la estructura, o sea, el momento del empuje activo en cuanto al punto de giro situado al pie del muro supera el valor del momento del peso propio de la estructura sumado al momento del empuje pasivo. Este tipo de análisis considera el bloque de suelo reforzado como un macizo rígido, y como si la fundación no se deformase en el momento del giro. Eso en verdad no ocurre porque para que

haya una rotación del bloque reforzado es necesario que la fundación entre en colapso debido a las cargas aplicadas.

Se define como factor de seguridad contra el volteo como la razón entre la suma de los momentos estabilizantes y aquellos desestabilizantes en relación al punto del pie del muro. Para determinar los brazos de cada una de ellas, en general al centro de gravedad (MACAFERRI 2010, 17, P113).

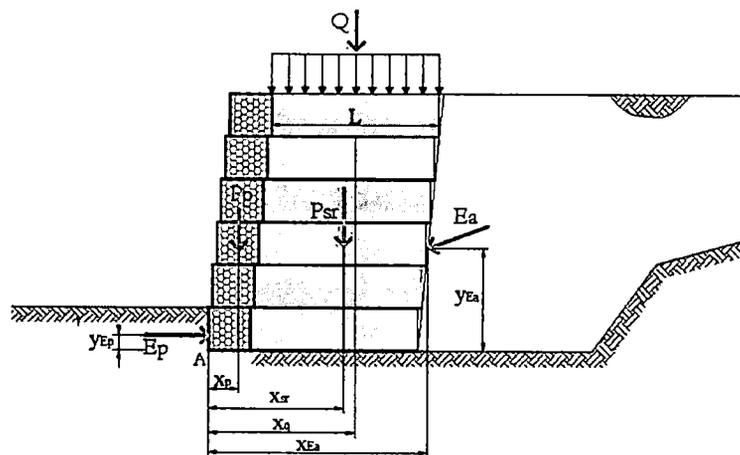
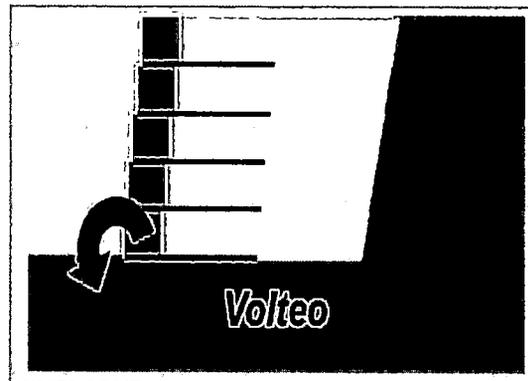


Figura 2.56. Verificación contra el Volteo

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P198-199).

$$FS = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{des}}$$

2.2.6.2.3. Presiones aplicadas a la fundación.

Esta verificación es necesaria para analizar las presiones que son aplicadas en la fundación por la estructura de arrimo. Las presiones no deben pasar el valor de la capacidad de carga de suelo de fundación evitando su colapso (MACAFERRI 2010, 17, P114).

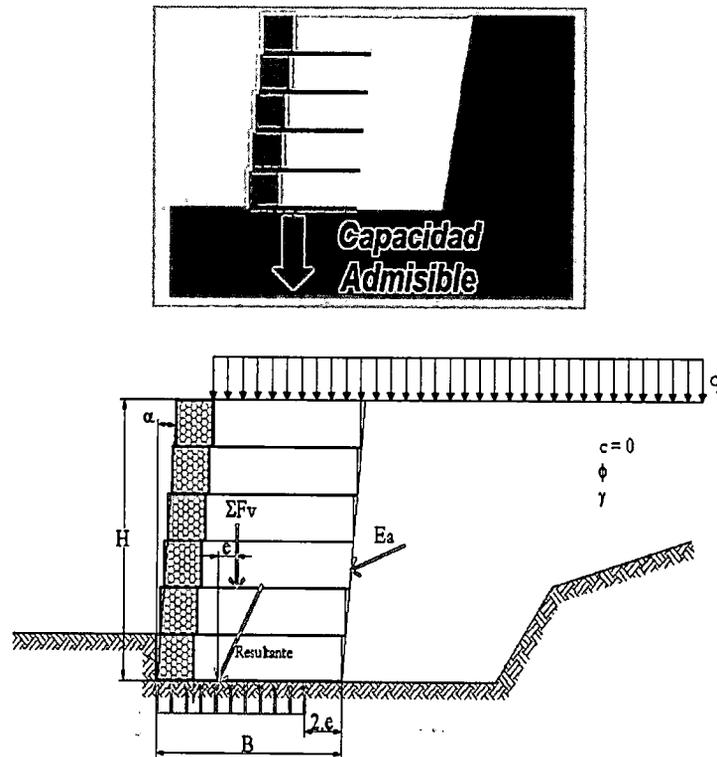


Figura 2.57. Verificación de la Presión en la fundación

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P200).

$$FS = \frac{q_u}{q_a}$$

2.2.6.2.4. Verificación de la Estabilización Interna

En análisis de estructuras de suelo reforzado pueden ocurrir sollicitaciones internas impuestas a los refuerzos, superiores a aquellas que los mismos pueden soportar ocasionándoles la ruptura o arrancamiento de la masa de suelo resistente, por insuficiencia de anclaje (MACAFERRI 2010, 17, P115).

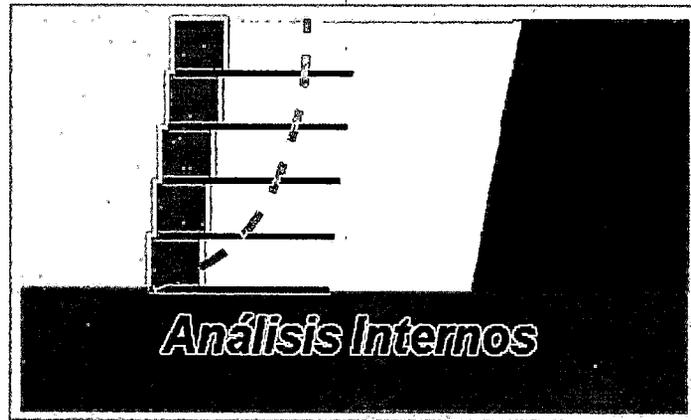


Figura 2.58. Verificación de la Estabilidad Interna

Para que eso no ocurra el valor de la tensión máxima actuante $T_{m\acute{a}x}$ no deberá ser superior al menor valor esperado para la resistencia del proyecto del refuerzo. De igual manera debe existir un valor mínimo del anclaje del refuerzo en la llamada zona resistente para que el mismo nivel de tensión sea movilizado por fricción y adhesión entre el suelo y refuerzo y no ocurra el arrancamiento. Tales mecanismos pueden ser controlados mediante la correcta especificación de los espaciamientos entre los refuerzos y el largo del anclaje apropiado.

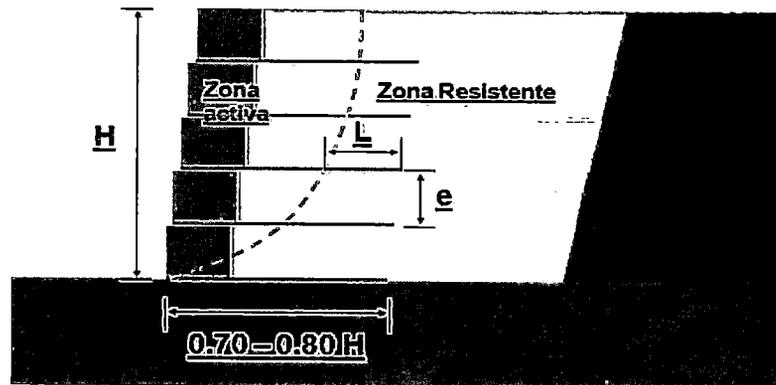


Figura 2.59. Zonas actuantes de los refuerzos

Para el análisis interno del macizo reforzado se puede utilizar los métodos anteriormente mencionados; se pueden considerar superficies no circulares divididas en varias dovelas cruzando el bloque de refuerzo. Las dovelas que tengan la contribución del refuerzo tendrán una componente horizontal que será el menor valor entre la fuerza de anclaje del refuerzo y su resistencia de proyecto.

Este método determinará iterativamente cuál es la superficie crítica de ruptura, y con esto su factor de seguridad mínimo.

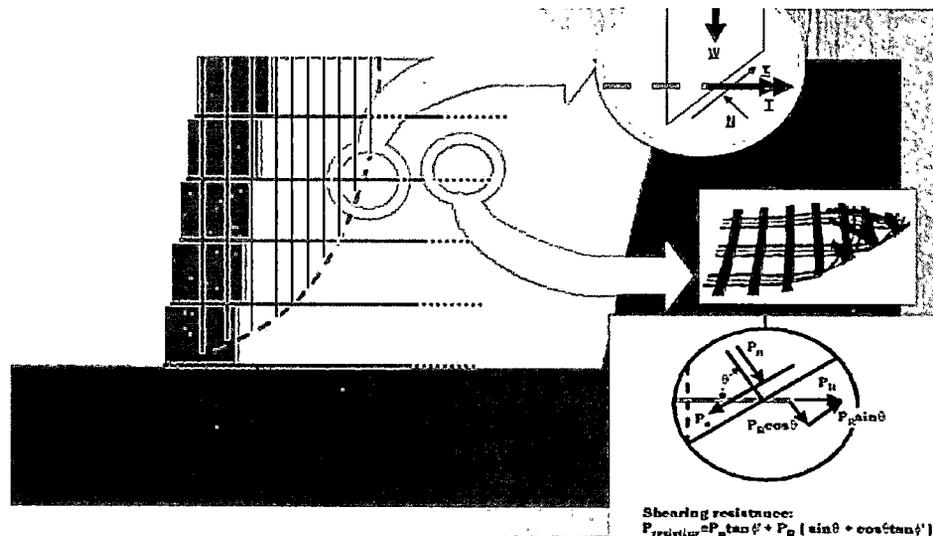
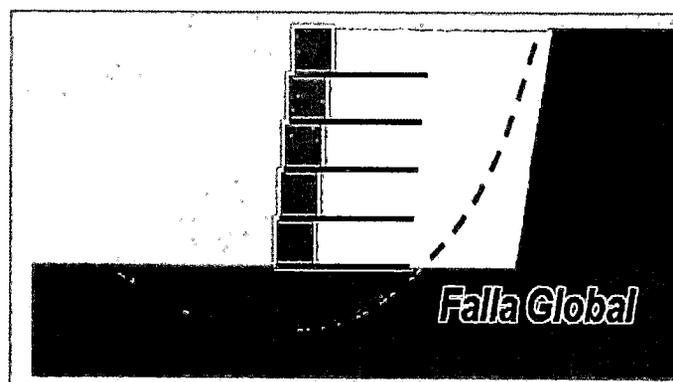


Figura 2.60. Fuerzas actuantes en el análisis interno de los refuerzos

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P203)

2.2.6.2.5. Verificación de la Estabilización Global.

El análisis de estabilidad global se refiere a la estabilidad global del bloque reforzado como un todo o sea a la superficie crítica engloba todo el macizo reforzado y parte de la fundación según una superficie circular. Para este análisis se puede utilizar los métodos mencionados anteriormente Fellenius Janbu, Bishop (MACAFERRI 2010, 17, P118).



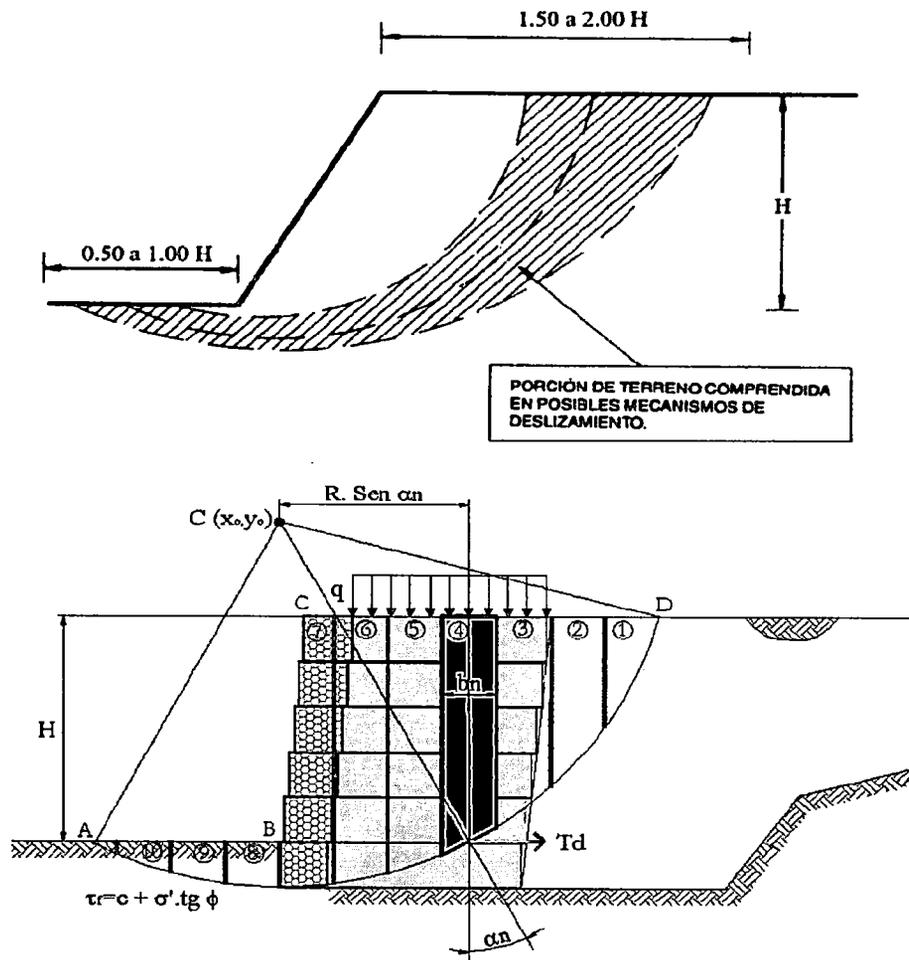


Figura 2.61. Verificación de la estabilidad global de la estructura

(Fuente: Avilés Pilco 2014, 4, P204)

El método de Bishop es que da resultados más satisfactorios:

$$FS = \frac{\sum \left[(c \cdot b + W - u \cdot b) \tan \phi \frac{1}{M(\alpha)} \right]}{\sum W \sin \alpha}$$

$$M(\alpha) = \cos \left(1 + \tan \alpha \cdot \frac{\tan \phi}{FS} \right)$$

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM	INDICE
VI	Estabilidad del Talud	Es determinar la estabilidad del Talud natural y de los 2 sistemas de estabilización. Muro de contención de Gaviones y muro de contención de suelo reforzado aplicando el sistema Terramesh System. Realizando un análisis estático y Pseudoestático.	Estabilidad del Talud Natural	FS recomendado para la estabilidad contra el deslizamiento es 1.5.	Valor de FS hallado con el GEOSTUDIO SLOPE/W 2007	FS > 1.5
			Estabilidad del Muro de Contención con Gaviones		Valor del FS hallado con el Gawacwin 2003.	AASTHO Estático Pseudoestático
			Estabilidad del Muro de Contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System.	Tabla de los FS recomendados por la AASTHO, análisis estático y pseudoestático.	Valor del FS hallado con el Macstars 2000.	FSD 1.5 1.125-1.13 FSV 1.5-1.20 1.20 FSP 2.5 ---- FSG 1.3 1.10 FSI 1.5 1.125
VD	Tipo de Sistema de Estabilización	Es comparar los FS obtenidos del muro de contención con Gaviones y Muro de Contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System, y determinar el mejor sistema de estabilización de estas dos (Mayor Factor de Seguridad)		Tabla Resumen de la mejor propuesta en Muro de Contención con Gaviones	Comparar los valores del Factor de Seguridad de ambas propuestas, y elegir a que posea los mayores factores de seguridad.	Mayor Factor de seguridad de los 2 Sistemas.
				Tabla Resumen de la mejor propuesta en Muro de Contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System.		

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque Cuantitativo debido a que se obtiene datos numéricos para la determinación de la estabilidad del talud, así mismo para el análisis y diseño del Sistema de Estabilización.

El tipo de la investigación o alcance es Descriptiva, ya que describe la zona de estudio y los parámetros obtenidos de esta.

Se desarrolla un diseño: No experimental –Transversal, ya que en el trabajo de investigación no se hizo variar de forma intencional una variable, y es Transversal ya que se recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único.

3.2. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

Limitación Geográfica

Este proyecto plantea una propuesta de un Sistema de Estabilización de un terreno afectado por un deslizamiento de tierras ubicado en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz – Paria, distrito de Independencia, provincia Huaraz y departamento de Ancash

Limitación Temporal

Se contempla la realización del trabajo de grado en un tiempo de seis (7) meses continuos, desde el 25 de abril del 2015 hasta el 30 de noviembre del 2015.

Limitación Temática

El proyecto trata de Geotecnia, vialidad, drenaje y estructura, ya que consiste en proponer un Sistema de Estabilización para un terreno que está siendo afectado por un deslizamiento de tierras ubicado en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz – Paria, en el cual se analiza y se diseña 2 sistemas de estabilización.

3.3. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA

Departamento	:	Ancash
Ciudad	:	Huaraz
Distrito	:	Independencia
Centro Poblado	:	Paria – Wilcahuain
Altitud Promedio	:	3 269 m.s.n.m.
Latitud Norte-Sur	:	9°30'10.18"S
Longitud Este-Oeste	:	77°31'20.09"O

La población de estudio es: Talud Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria.

Muestra es: 2 secciones críticas del Talud; siendo elegida por su mayor pendiente, zonas con presencia de grietas, desplazamientos pequeños o grandes y aquel que abarcar la zona de mayor incidencia a las viviendas ante un posible deslizamiento.

3.4. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS

3.4.1. Métodos:

Los métodos de cálculo utilizados para analizar la estabilidad de taludes y laderas en este trabajo de tesis han sido:

- Bishop, Ordinary and Janbu
- Morgenstern – Price
- Spencer

El Método a usar durante el análisis y diseño de las propuestas planteadas han sido:

El programa GawacWin BR 2.0 utiliza el método del Equilibrio Limite, las teorías de Rankine, Coulomb, Meyerhof, Hansen y Bishop.

- Bishop

El programa Macstars 2000 utiliza el método de Equilibrio Limite, Método de las dovelas:

- Janbu y Bishop

Siendo estos casos una solución por el método de Equilibrio limite, No Exacto, Método de Dovelas y por ultimo Precisos, el cual permite obtener una solución exacta, aplicando ecuaciones estáticas. En problemas hiperestáticos se hace alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución.

3.4.2. Recursos Empleados:

Entre los instrumentos utilizados como herramienta para procesar los datos y luego analizar los resultados que estos arrojen, se considera el uso del software Geostudio (slope/W) 2007, Macstars 2000 y Gawacwin 2003, los cuales podemos definir como un modelo matemático encargado del análisis de la estabilidad de los taludes.

A nivel bibliográfico se consultaron en forma documental, trabajos de grado de distintas universidades, nacionales e internacionales, las cuales están basadas principalmente en dar una solución de estabilización de talud mediante muro de contención de gaviones y muro de suelos reforzado mediante el sistema Terramesh System.

También se recopiló información teórica, técnica, de la empresa TDM Tecnología de Materiales sede Perú, que proporciona especificaciones técnicas de materiales usados en un Muro de Gaviones y Muro de Suelo Reforzado Terramesh, en base a Maccaferri

Así mismo se dispuso de equipos de papelería y de computación necesarios para la posible realización de este trabajo especial de grado. En lo concerniente a la parte de recursos humanos ha sido necesaria la constante presencia y supervisión del asesor Ing. Elio Milla Vergara.

En cuanto a la parte referente a los recursos financieros, el tesista costeo los gastos necesarios para poder llevar a cabo la elaboración de la misma.

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

a) Recolección (Suelo Contenido y Fundación)

Para la recolección de los datos para nuestro proyecto de investigación se realizaron las siguientes actividades:

- ❖ Toma de datos en campo.
 - Reconocimiento del área de deslizamiento y fundación.
Llegada a campo y teniendo nuestro plan de recolección, se procede
 - Levantamiento topográfico y toma de fotografías.
 - Descripción Visual y manual.
 - Exploración a cielo Abierto y Toma de muestra (En Suelo Fundación $h=f(x)$).
 - Registro Estratigráfico.
 - Altura del Nivel Freático.
- ❖ Investigación de Ensayos de Laboratorio.

Dado el muestreo en campo se procede a los ensayos de laboratorio donde se obtuvo el peso específico del suelo, clasificación del suelo, etc.

 - Ensayos de laboratorio.
 - Ensayos Especiales

b) Procesamiento de Datos

- ❖ Gabinete AUTOCAD CIVIL 3D, Geometría del Talud.

Ya realizado el levantamiento topográfico, se procesan los puntos en gabinete usando el programa AUTOCAD CIVIL 3D, con el cual se obtuvo las secciones transversales y longitudinales, determinando las zonas más críticas del tramo estudiado.
- ❖ Se procedió a realizar los ensayos de laboratorio, logrando obtener los parámetros necesarios para realizar en análisis de estabilidad del talud y así mismo el diseño del Muro de Contención de Gaviones y Muro de Contención de Suelo Reforzado con el Sistema Terramesh.

Se buscó en proyectos y en bibliografías los valores más adecuado para el gavión, con los cuales se obtuvo un FS superiores a los establecidos por la AASTHO.

- Suelo Contenido.
 - Estratigrafía de cada calicata
 - Peso específico
 - Angulo de Fricción
 - Cohesión
 - Nivel Freático
- Suelo de Fundación.
 - Estratigrafía de cada calicata
 - Peso específico.
 - Angulo de Fricción.
 - Cohesión.
 - Carga Máxima Admisible.
 - Nivel Freático.
- Relleno
 - Peso específico.
 - Angulo de Fricción.
 - Cohesión.
- Gavión
 - Peso específico de la piedra de relleno.
 - "Porosidad "n".

c) Análisis.

- ❖ Determinación de la estabilidad con Slope/W 2007 (Versión estudiantil)
 - Programa Geoestudio 2007.
 - Cálculo de la Estabilidad del Talud.
- ❖ Análisis y Diseño del Muro con Gawacwin 2003.
 - Utilización de Programa.
 - Cálculo de la Estabilidad del Talud.
- ❖ Análisis y Diseño del Muro con Macstars 2000.
 - Utilización de Programa.
 - Cálculo de la Estabilidad del Talud.

CAPÍTULO IV.

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL TALUD

4.1. MARCO GEOGRÁFICO

4.1.1. Ubicación, extensión de la zona en estudio

UBICACIÓN POLITICA

Departamento	:	Ancash
Provincia	:	Huaraz
Distrito	:	Independencia
Cordillera	:	Blanca
Lugar	:	Acovichay Alto

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Altitud Media	:	3127.834 m.s.n.m
Coordenadas	:	N 8948547.400
		E 223102.470

4.1.2. Vías de acceso

En el siguiente cuadro se muestra las vías de acceso al lugar en estudio

Tabla N 4.1. Cuadro resumen de vias de acceso al lugar en estudio.

RUTA	TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	ESTADO
1	Cruce Wilcahuain – talud	1.5 - 2.0 km	15min	Trocha
2	Mirador - Lomas	2.5 Km	10 min	Trocha
2	Lomas - talud	0.7 Km	5 min	Trocha

(Fuente: Elaboracion Propia)

4.2. INFORMACIÓN PREVIA DE LOS ASPECTOS GEOTECNICOS

El área de estudio se ubica en el km 1+670 al 1+720, de la carretera Huaraz-Paria, Acovichay Alto, distrito de Independencia, provincia de Huaraz y departamento de Ancash, cerca de la urbanización de Lomas.

4.2.1. DEL TERRENO A INVESTIGAR

- a) Plano de Ubicación y accesos. Se cuenta con planos de ubicación y accesos.
- b) Plano topográfico.
 - Usos del Terreno: Bosque
 - Obras anterior: No existe
 - Obras existentes: Muro de mampostería
 - Situación y disposición de acequias y drenajes: Existe acequias y no hay drenaje que se pueda observar.

4.2.2. DE LAS OBRAS EXISTENTES - MURO DE MAMPOSTERIA

- a) Características generales:
 - Longitud: 200m
 - Altura: 1.50m
 - Materiales: Concreto y piedra mediana.
- b) Movimiento de Tierras: para poder cimentar el muro de mampostería se realizaron cortes.

4.2.3. DATOS GENERALES

- a) Usos anteriores del Talud: No existe ningún tipo de construcción cercana en 150m

4.2.4. DE LOS TALUDES COLINDANTES

- a) No se ha encontrado estudios de mecánica de suelos de los taludes

4.3. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

El programa de exploración en campo contempló, la ejecución de 2 perfiles longitudinales trazados en la topografía del talud en zonas de mayor pendiente, solo 4 perforaciones a cielo abierto y 2 trincheras.

4.3.1. EXPLORACION A CIELO ABIERTO

En la ejecución de programa de investigación se ejecutaron, las 4 calicatas y 2 Trincheras consideradas en el programa, las que se ubicaron tratando de estar en los perfiles longitudinales trazados y de esa manera obtener la mayor información disponible del terreno y obtener su continuidad longitudinal, por lo que todos estos puntos fueron distribuidas en el área de investigación como se muestran en los planos de ubicación de calicatas perfiles.

Las profundidades mínimas hasta la que se debe llevar a exploración, según estudios realizados debe de ser de 3.00 m, logrando pasar en algunas calicatas a 3.10 m, así mismo se extrajo muestras a un altura de más de 5.00 m en las trincheras. La identificación de estratigrafía y la Descripción Visual-Manual de suelos de han realizado según la norma ASTM D-2488, que se muestra en los registros de sondaje. Se muestra el resumen de las profundidades y las muestras se obtuvieron de estas:

Tabla N 4.2. Calicatas, profundidad y muestras extraídas.

Calicata	Profundidad (m) a cielo Abierto	ALTURA DE ESTRATOS		Muestra Extraídas
C-01	3.00 m	2.00 m		2
		1.00 m		
C-02	3.04 m	1.80 m		2
		1.24 m		
C-03	3.10 m	1.70 m		2
		1.40 m		
C-04	3.06 m	3.00 m		1
T-01	3.07 m	1.90 m		2
		1.17 m		
T-02	5.00 m	3.60 m		2
		1.40 m		

(Fuente: Elaboración Propia)

4.3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

4.3.2.1. ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

De las exploraciones a cielo abierto se han obtenido 11 muestras, de las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, (mab-01, mab-02, mab-03, mab-04, mab-05, mab-06, mab-07, etc.), las que han sido llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la empresa EMV Laboratorios y Construcción E.I.R.L. para realizar los siguientes ensayos:

- Contenido de Humedad Natural (NTP 339.127-1998), 22 ensayos
- Análisis Granulométrico (NTP 339.128-1999), 22 ensayos.
- Gravedad Específica de Sólidos (NTP 339.131-1999), 22 ensayos.
- Límite Líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129-1999), 22 ensayos.
- Clasificación SUCS (NPT 339.134, ASTM D 2487), 22 clasificaciones.
- Peso Unitario de Suelos (NTP 400.017-2011), 22 ensayos.

Los cuadros de resúmenes de los ensayos estándar de laboratorio y los resultados se encuentran anexados.

4.3.2.2. ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO

Debido a que el material predominante en la calicata C-01, C-02, C-03, C-04, T-01 y T-02 a nivel de grava y arenas con presencia de finos limosos y arcillosos, no se han podido obtener muestras inalteradas. Sin embargo, se han obtenido muestras alteradas que han sido remoldeadas para realizar ensayos de corte directo, cuyos resultados se muestran en el anexo.

Tabla N 4.3. Cuadro Resumen de Valores de los Ensayos de Laboratorio.

Calicata	H (m)	Límite de Consistencia			W (%)	SUCS	γ TN/m ³	C TN/m ²	ϕ (°)
		L.L	L.P	I.P					
C-01	2.00	N.P	N.P	N.P	5.06	SM	1.765	0.44	30.11
	1.00	N.P	N.P	N.P	10.26	GM	2.029	1.2	31.19
C-02	1.80	19	15	4	11.14	SC-SM	2.123	0	34.04
	1.24	22	16	6	12.31	SC-SM	1.909	0	32.91
C-03	1.70	N.P	N.P	N.P	9.57	SM	2.126	0.2	31.37
	1.40	16	16	0	9.26	GM	2.131	0.3	31.87
C-04	3.00	N.P	N.P	N.P	7.05	SM	1.798	0.4	29.59
T-01	1.90	N.P	N.P	N.P	9.61	SM	2.094	1.2	30.36
	1.17	N.P	N.P	N.P	7.63	GM	2.088	1.2	31.44
T-02	3.60	N.P	N.P	N.P	9.1	SM	2.138	1.2	30.79
	1.40	N.P	N.P	N.P	12.06	SM	2.14	1.2	31.18

4.3.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO POR PUNTO DE INVESTIGACIÓN

En la visita de campo se pudo obtener las alturas de cada estrato, así mismo la altura de la Napa Freática, ya obtenida nuestra clasificación SUCS, se logra obtener los estratos de cada calicata y trinchera de acuerdo a su realidad.

a) La calicata C-01

Tiene una profundidad de 3.00 m. Presenta 0.30m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 1.70m un material de Arena Limosa con grava, presenta un color entre zinc y plateado, el olor natural, presencia de 10% de bloque y bolones, subangulosa, humedad baja, consistencia suave, estructura homogénea, cementación moderada y presencia de nivel freático en la calicata a 1.50m, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 31.68% de grava, con 51.13% arena y 14.19% de finos.

En la parte inferior de un espesor de 1.00m un material de Grava limosa con grava, presenta un 15% de bloques y bolones, subredondeada, color entre ocre y siena (amarillo indio), olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-02, la cual se clasifica según SUCS como GM, con 40.08% de grava, con 38.74% arena y 21.18% de finos. Existe la presencia de nivel freático.

b) La calicata C-02

Tiene una profundidad de 3.04m. Presenta 0.20m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 1.60m un material de Arena limo-arcillosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color gris y plata, olor natural, humedad baja, consistencia suave, estructura homogénea y cementación débil, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SC-SM, con 33.74% de grava, con 47.82% arena y 18.45% de finos. No se evidencia la presencia de nivel freático.

En la parte inferior de un espesor de 1.24m un material de Arena limo-arcillosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color gris y plata, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación débil, que presenta la muestra Mab-02, la cual se clasifica según SUCS como SC-SM, con 21.64% de grava, con 50.45% arena y 27.91% de finos. Se evidencia la presencia de nivel freático.

c) La calicata C-03

Tiene una profundidad de 3.10m. Presenta 0.30m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 1.40m un material de Arena Limosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color entre ocre y siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación débil, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 38.71% de grava, con 42.97% arena y 18.32% de finos. Se observa la presencia de nivel freático a una altura de 1.10m.

En la parte inferior de un espesor de 1.40m un material de Grava limosa con grava, presenta un 5% de bloques y bolones, subredondeada, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-02, la cual se clasifica según SUCS como

GM, con 42.19% de grava, con 39.34% arena y 18.47% de finos. Existe la presencia de nivel freático

d) La calicata C-04

Tiene una profundidad de 3.06m. Presenta 0.40m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 2.60m un material de Arena limosa con grava, presenta un 12% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 36.53% de grava, con 49.90% arena y 23.57% de finos. Se observa la presencia de nivel freático a una altura de 1.10m.

e) La Trinchera T-01

Tiene una profundidad de 3.07m. Presenta 0.30m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 1.60m un material de arena limosa con grava, presenta un 12% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 25.96% de grava, con 49.72% arena y 24.32% de finos. No se evidencia la existencia de nivel freático.

En la parte inferior de un espesor de 1.40m un material de Grava limosa con grava, presenta un 15% de bloques y bolones, subredondeada, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-02, la cual se clasifica según SUCS como GM, con 420.20% de grava, con 38.69% arena y 16.11% de finos. Existe la presencia de nivel freático.

f) La Trinchera T-02

Tiene una profundidad de 5.00m. Presenta 0.40m de material orgánico, en la parte superior de un espesor de 3.20m un material de arena limosa con grava, presenta un 10% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-01, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 37.63% de grava, con 44.78% arena y 17.59% de finos. Se evidencia la existencia de nivel freático a 4.20m.

En la parte inferior de un espesor de 1.40m un material de arena limosa con grava, presenta un 15% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada, que presenta la muestra Mab-02, la cual se clasifica según SUCS como SM, con 41.8% de grava, con 47.41% arena y 26.79% de finos. Existe la presencia de nivel freático.

4.3.4. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Durante la exploración en campo, se encontró nivel freático en 5 de los 6 puntos de investigación, 3 calicatas y 2 trincheras.

- a) **La calicata C-01**, El nivel freático se encuentra a una altura de 1.50m de la superficie del terreno.
- b) **La calicata C-02**, el Nivel Freático se encuentra e aun altura de 1.80 m de la superficie del terreno.
- c) **La calicata C-03**, el Nivel Freático se encuentra e aun altura de 1.10 m de la superficie del terreno.
- d) **La calicata C-04**, no se encontró Nivel Freático.
- e) **La Trinchera T-01**, el Nivel Freático se encuentra e aun altura de 1.90 m de la superficie del terreno.
- f) **La Trinchera T-02**, el Nivel Freático se encuentra e aun altura de 4.20 m de la superficie del terreno.

4.3.5. PERFIL LONGITUDINAL ESTRATIGRÁFICO

Es conocido que existe otra forma de ver la estratigrafía del terreno, es a través de perfiles o secciones, mostrando las inflexiones del terreno y sus puntos singulares. Los perfiles longitudinales nos dan el corte interno del terreno a lo largo de un trazado lineal, y perpendicular al eje, cada cierta distancia, así mismo se realizan las secciones transversales, cuya longitud depende de la ubicación de las calicatas.

Para la ejecución de la tesis se vio conveniente obtener 4 perfiles longitudinales (N° 01, N° 02, N° 03, N° 04), para lograr una mayor idea de la forma del talud, en el plano topográfico se trazó 2 perfiles verticales (N° 01, N° 02) y 2 perfiles horizontales (N° 03, N° 04), los trazos se hicieron con los siguientes criterios:

- **Criterio N° 01:** El trazo del perfil N° 01 y N° 02 tal como indica en el plano de ubicación de perfiles se realizó en las zonas de mayor pendiente en el talud,

zonas con presencia de grietas, desplazamientos pequeños o grandes. Estos trazos nos permitirá tener mayor conocimiento sobre la variación de las inclinaciones del talud, como podemos observar en la imagen tridimensional del talud.

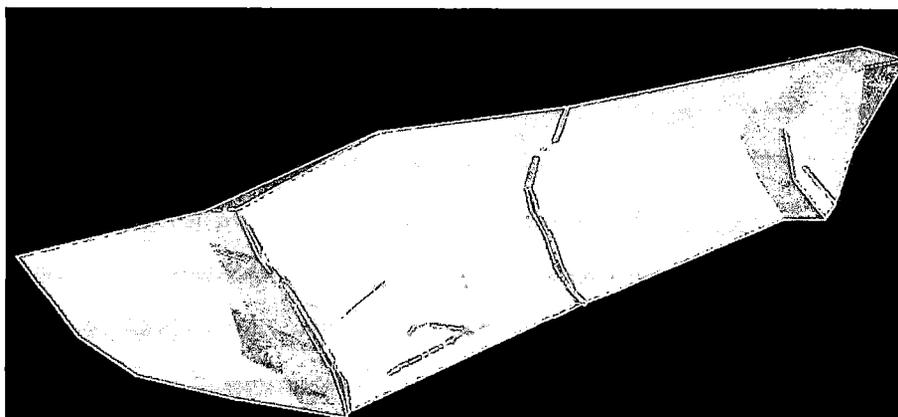


Figura 4.1. Vista en 3D del Talud en Estudio

- **Criterio N° 02:** Luego del levantamiento topográfico se pudo conocer la posición de las casas colindante con el Talud, así mismo la carretera. El criterio de espaciamiento en la ubicación de los perfiles N° 01 y N° 02, se hizo con el fin abarcar la zona de mayor incidencia a las viviendas ante un posible deslizamiento.

El estudio de los parámetros físicos del suelo, y los perfiles longitudinales son los elementos básicos de mayor relevancia para el análisis de estabilidad del Talud y propuesta de un sistema de estabilización.

Los perfiles estratigráficos de acuerdo a los cortes que se hizo al talud, tendremos 2 perfiles que se muestran a continuación:

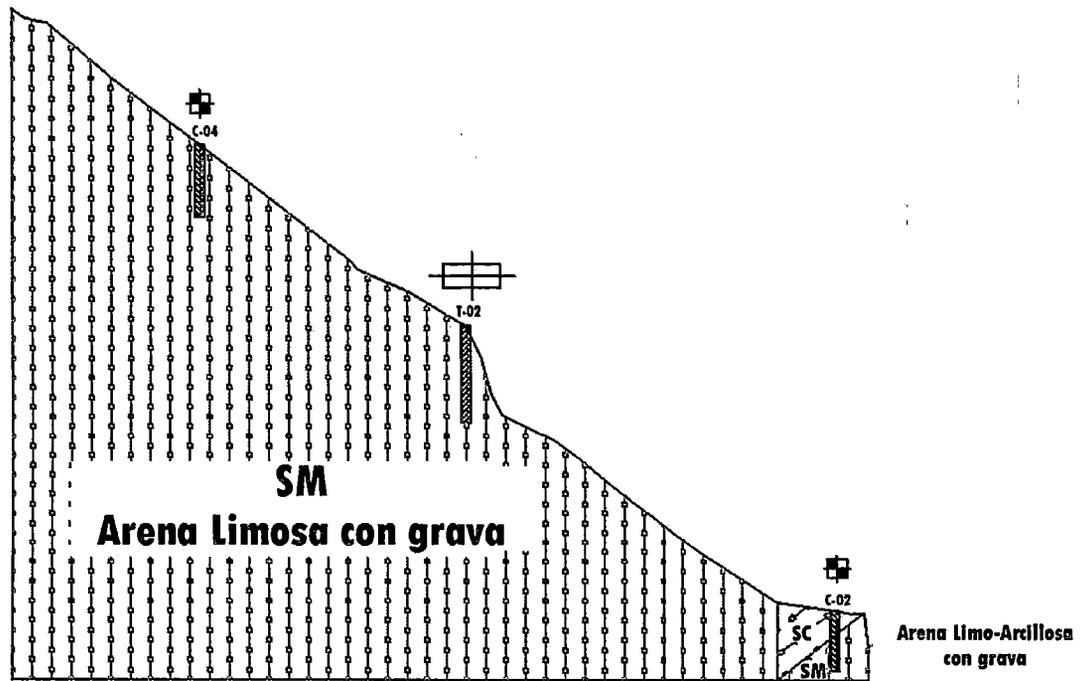


Figura 4.2. Perfil Estratigráfico del Perfil Longitudinal N° 01.

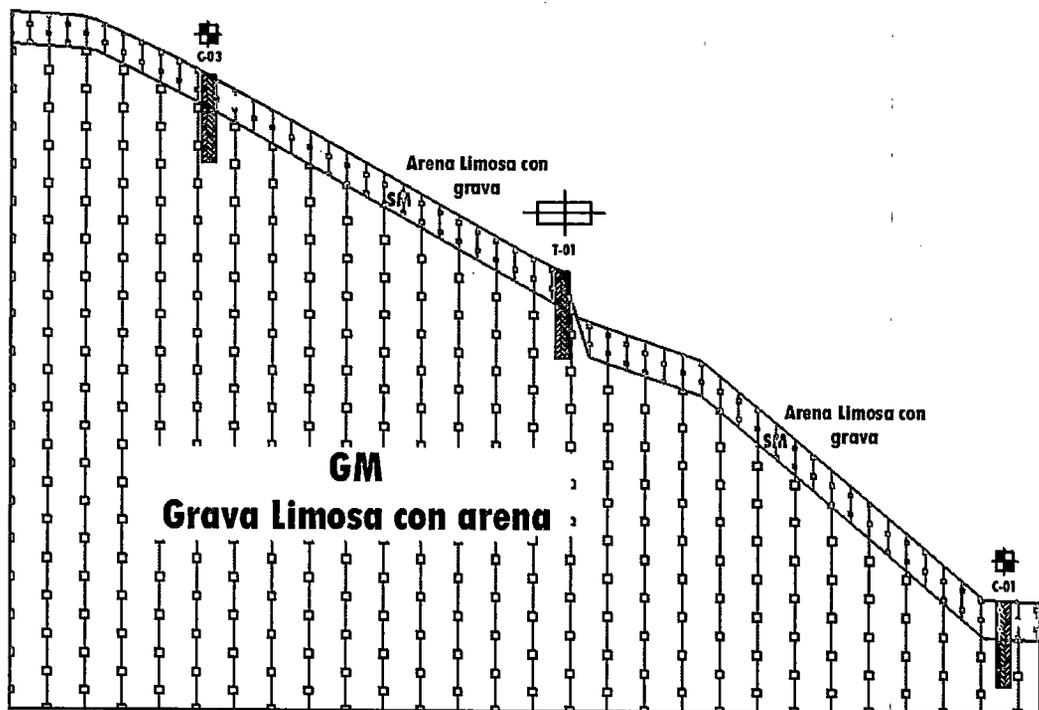


Figura 4.3. Perfil Estratigráfico del Perfil Longitudinal N° 02.

4.4. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD

El programa Slope/W forma parte del software GeoStudio, el cual es destinado para el análisis de estabilidad del taludes en diferentes condiciones, sean estas en presencia de un sismo, mediante un análisis pseudostáticos, nivel freático presente en la masa del suelo, anclajes, etc.

4.4.1. CARACTERISITICAS DEL PROGRAMA

Este programa tiene fundamentalmente las siguientes características:

4.4.1.1. Métodos de cálculo:

El programa permitió realizar los cálculos de estabilidad a través de una gran variedad de métodos:

- Ordinario (Fellenius).
- Bishop Simplificado.
- Janbu Simplificado
- Spencer.
- Morgentern-Price.
- Cuerpo de Ingeniero Americanos.
- Lowe-Karafiath.
- Sarma.
- Método de equilibrio limite generalizado.
- Método de los elementos finitos.

4.4.1.2. Geometría y estratigrafía:

La introducción de los condicionantes geométricos es muy versátiles y se adaptan prácticamente a cualquier geometría.

- Geometría adaptable a cualquier contorno estratigráfico mediante herramientas graficas a través de la definición de regiones.
- Definición de grietas de tracción.
- Parcialmente sumergidos.

4.4.1.3. Superficie de deslizamiento:

Dispone de distintos sistemas de modelización de las superficies de rotura:

- Malla de centros y límites de radios.

- Superficies de rotura poligonales, con o sin centro.
- Por bloques.
- Zonas de entrada salida acotando los posibles círculos de rotura.
- Búsqueda automática de superficies de rotura.
- Optimización de búsqueda de superficies de rotura.
- Posicionamiento automática de grietas de tensión.

4.4.1.4. Presión Hidrostática:

Se puede modelar las acciones del agua en el terreno a través de los siguientes sistemas:

- Coeficiente de presión de agua, R_u .
- Superficies piezométricas.
- Presión hidrostática para cada punto.
- Contornos de presiones hidrostáticas.

4.4.1.5. Propiedades de los Suelos:

Con objeto de modelizar el comportamiento de los suelos el programa dispone de varios modelos de comportamiento.

- Tensiones totales y efectivas (σ y σ').
- Resistencia al corte sin drenaje ($\phi = 0$), $\tau = c$.
- Resistencia al corte cero (agua, $c = 0$ y $\phi = 0$).
- Materiales impenetrables (lechos rocosos).
- Criterio de rotura bilineales.
- Incrementos de la cohesión con la profundidad.
- Resistencia al corte anisótropo.
- Criterios de rotura específicos.
- Modelos de Hoek y Brown para taludes rocosos.

4.4.1.6. Tipos de Carga:

- Cargas superficiales.
- Cargas lineales.
- Cargas sísmicas
- Anclajes y Bulones (activos y pasivos)
- Suelo Reforzado.

4.5. FACTOR DE SEGURIDAD

El cálculo se ha realizado con el programa **Slope/W Version 2007** comercializado por la empresa Geo-Slope Internacional. La versión usada es **estudiantil 2007**, a cada talud obtenido de los perfiles longitudinales, a continuación mostraremos el resumen de los datos utilizados para poder realizar el análisis con dicho programa, antes de eso se describirá todos los elementos utilizados para el análisis.

- **De los Perfiles a calcular:** Los perfiles elegidos para poder ser analizados son los perfiles trazados en zonas de mayor pendiente dentro del talud y son:
 - Perfil N° 01
 - Perfil N° 02

La ubicación y distribución de dichos perfiles se muestra a detalle en el plano ubicación de perfiles.

- **Parámetros de suelos utilizados:** Cada perfil a analizar está constituido por un determinado tipo de suelo que tiene sus parámetros, como detallamos a continuación:

Tabla N 4.4. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 01.

CALICATA	Clasificación SUCS	Peso Específico TN/m ³	Cohesión TN/m ²	Fricción (°)	Contenido Humedad (%)
C-02	SC-SM	2.123	0.00	34.04	11.14
	SC-SM	1.909	0.00	32.91	12.31
T-02	SM	2.138	1.20	30.79	9.10
	SM	2.140	1.20	31.18	12.06
C-04	SM	1.798	0.40	29.59	7.05

Tabla N 4.5. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 02.

CALICATA	Clasificación SUCS	Peso Específico TN/m ³	Cohesión TN/m ²	Fricción (°)	Contenido Humedad (%)
C-01	SM	1.765	0.44	30.11	5.06
	GM	2.029	1.20	31.19	10.26
T-01	SM	2.094	1.20	30.36	9.61
	GM	2.088	1.20	31.44	7.63
C-03	SM	2.126	0.20	31.37	9.57
	GM	2.131	0.30	31.87	9.26

- De los Métodos a utilizar: El programa **Slope/W Versión 2007** comercializado por la empresa Geo-Slope Intercional. Dicho programa en su **versión estudiantil 2007** nos ofrece los siguientes métodos de cálculo:

- Ordinario(Fellenius)
- Bishop Simplificado
- Janbu Simplificado
- Morgentern-Price
- Spencer
- Métodos de Equilibrio Limite generalizado (GLE)

De estos métodos los escogidos para realizar el análisis se detalla en la siguiente tabla:

Tabla N 4.6. Métodos de cálculo para la estabilidad de Taludes

PROCEDIMIENTO	CONDICIÓN DE EQUILIBRIO SATISFECHO				ECUACIONES E INCOGNITAS	FORMA DE LA SUPERFICIE DE FALLA	APLICABLE A:	
	MOMENTO TOTAL	MOMENTO DOVELA IND.	VERT.	HOR.			Cálculo Manuales	Cálculos por Computadora
MÉTODO ORDINARIO DE LAS DOVELAS	SI	NO	NO	NO	1	Circular	Si	Si
MÉTODO DE BISHOP	SI	NO	SI	NO	N+1	Circular	Si	Si
MÉTODO DE JANBU PROCEDIMIENTO GENERALIZADO DE DOVELAS	SI	SI	SI	SI	3N	Cualquier	Si	Si
MÉTODO DE SPENCER Y MORGENSTERN Y PRICE	SI	SI	SI	SI	3N	Cualquier	No	Si
MÉTODO DE LÓWE Y KARAFIATH	NO	NO	SI	SI	2N	Cualquier	Si	Si
MÉTODO DE ESPIRAL LOGARITMICA	SI	-	SI	SI	3	Espiral Logarítmica	Si	Si

(Fuente: Aranda Leiva 2013, 2, P106)

Luego de analizar la tabla y verificar el programa **Slope/W Versión 2007**, se concluye en utilizar los siguientes métodos:

- Bishop, Ordinary and Janbu
- Morgenstern – Price
- Spencer

En la mayor parte de los casos, la geometría de la superficie de rotura no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las leyes de la estática. El problema es hiperestático y debe hacerse alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución. Por ello para el cálculo de factor de seguridad se está usando métodos aplicables a cálculos por computadora.

A continuación los resúmenes del análisis:

Para mayor comprensión del resumen del análisis se deberá tener en cuenta la siguiente leyenda:

Tabla N 4.7. Leyenda de Cálculo de Slope

LEYENDA	
FOS	: Factor de Seguridad
Center	: Centro
Radius	: Radio
Number	: Número de Dovela Analizada

(Fuente: Aranda Leiva 2013, 2, P106)

PERFIL N° 01

ANÁLISIS ESTÁTICO

Tabla N 4.8. Resultados del Análisis Estático, Perfil N° 01.

Método	Nro	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
Bishop, Ordinary and Janbu	8	0.549	(48.26,56.19)	53.105	(0.04,33.92)	(38.73,3.94)
Morgenstern Price	8	0.588	(48.26,56.19)	53.105	(0.04,33.92)	(38.73,3.94)
Spencer	8	0.589	(48.26,56.19)	53.105	(0.04,33.92)	(38.73,3.94)

PERFIL N° 01 #0.549

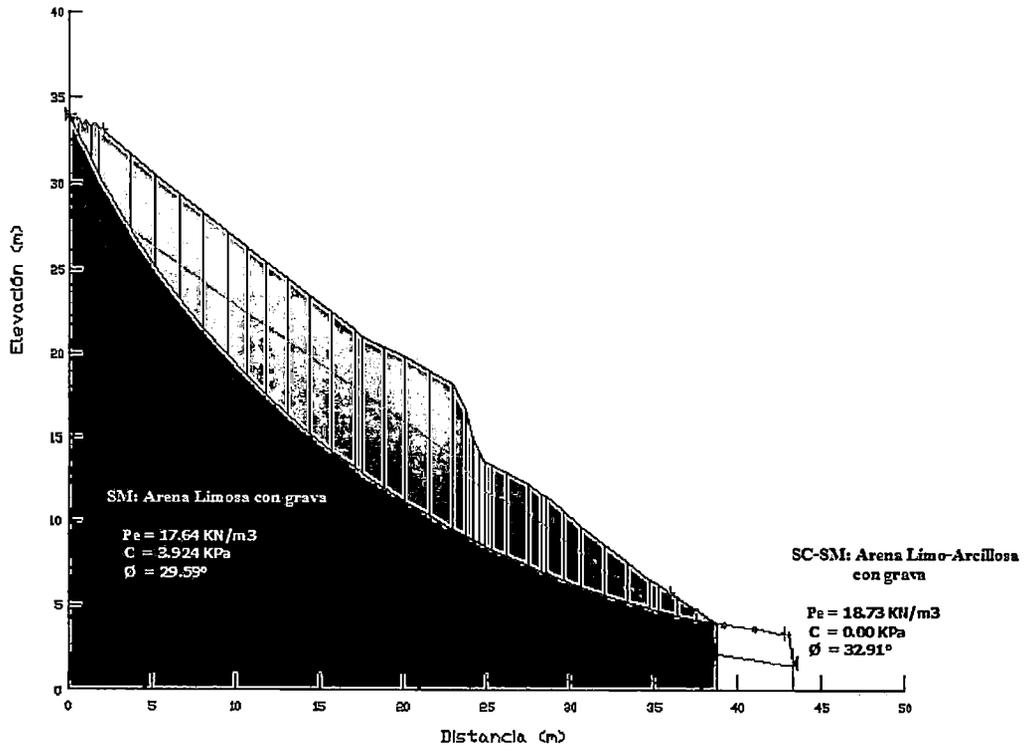


Figura 4.4. Método Bishop, ordinary y janbu, Perfil N° 01.

PERFIL N° 01 #0.588

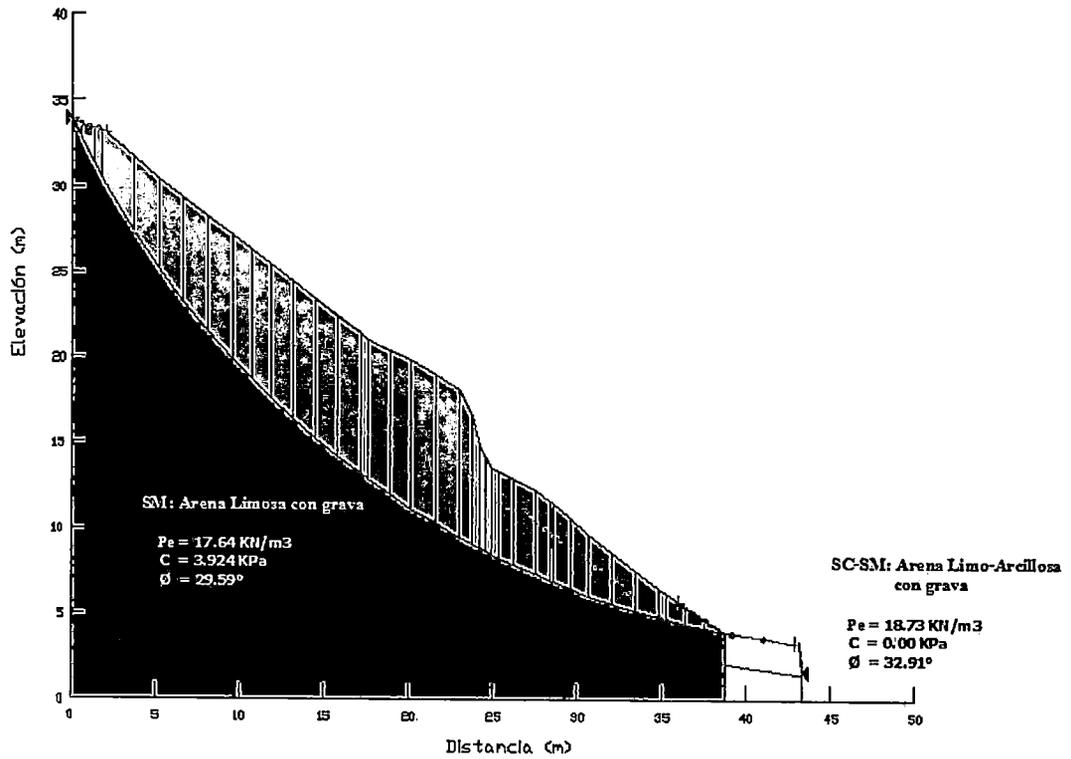


Figura 4.5. Método Morgenstern Price, Perfil N° 01.

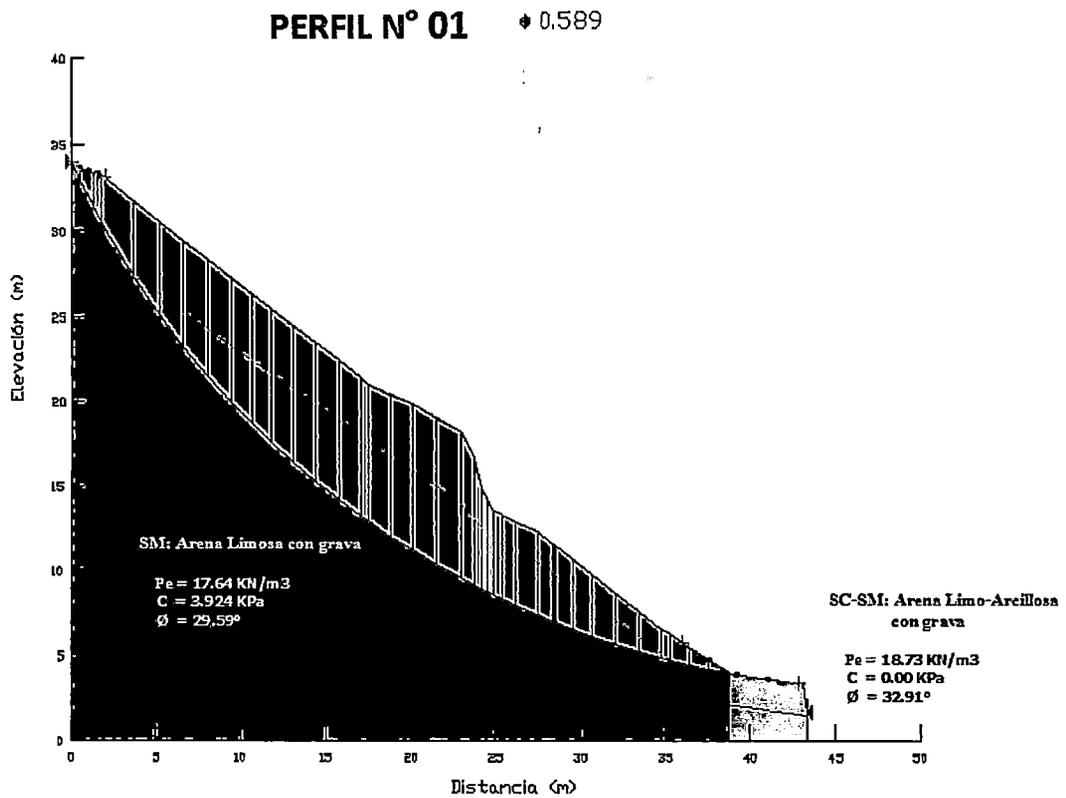


Figura 4.6. Método Spencer, Perfil N° 01.

PERFIL N° 02

ANÁLISIS ESTÁTICO

Tabla N 4.9. Resultados del Análisis Estático, Perfil N° 02.

Método	Nro	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
Bishop, Ordinary and Janbu	11	0.643	(53.56,58.85)	56.737	(3,33.11)	(52.14,2.13)
Morgenstern Price	11	0.719	(53.56,58.85)	56.737	(3,33.11)	(52.14,2.13)
Spencer	11	0.720	(53.56,58.85)	56.737	(3,33.11)	(52.14,2.13)

PERFIL N° 02

● 0.643

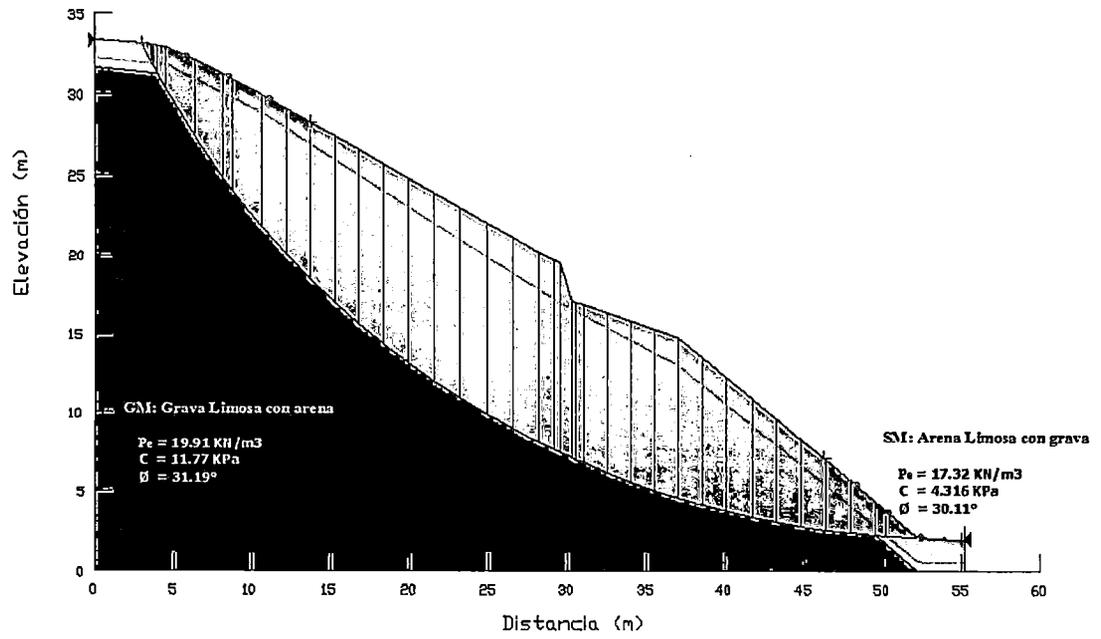


Figura 4.7. Método Bishop, ordinary y janbu, Perfil N° 02.

PERFIL N° 02

● 0.719

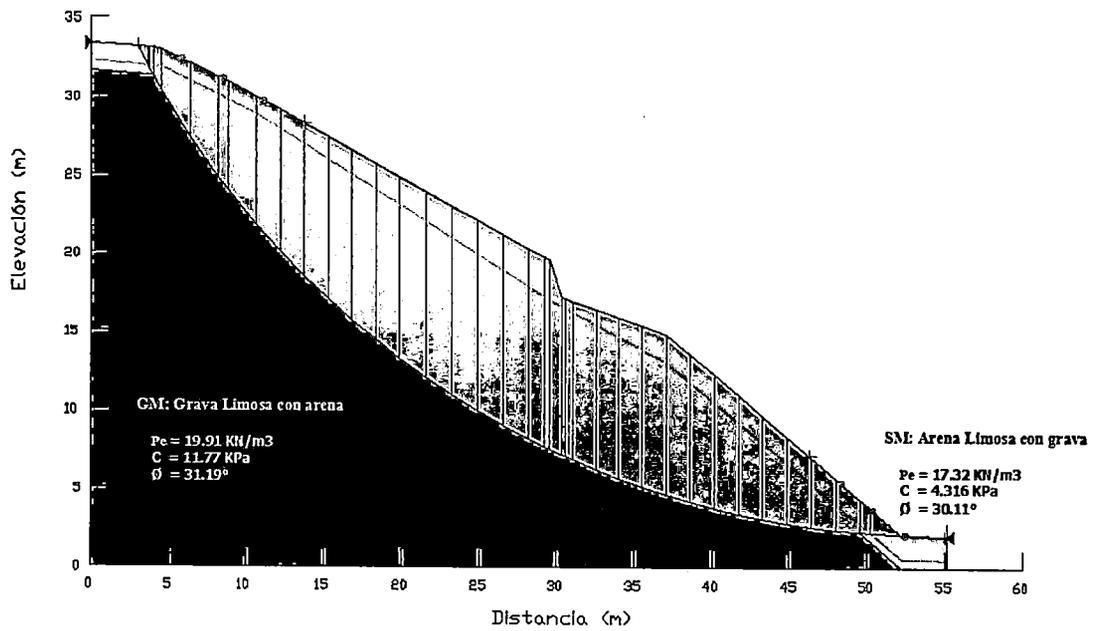


Figura 4.8. Método Morgenstern Price, Perfil N° 02.

PERFIL N° 02

• 0.720

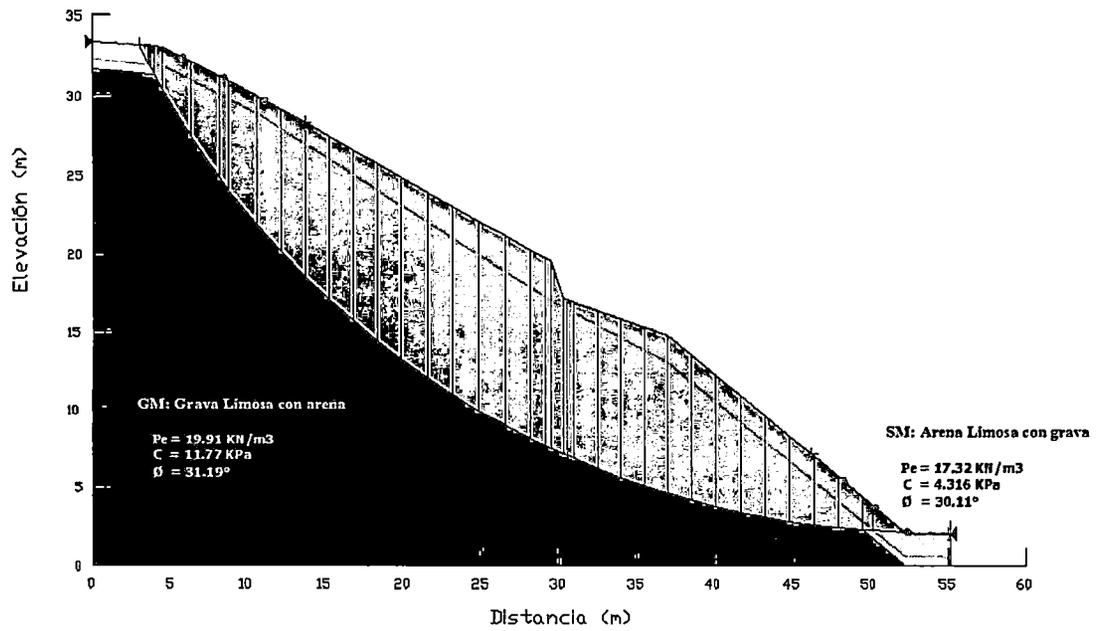


Figura 4.9. Método Spencer, Perfil N° 02.

CAPÍTULO V.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN

5.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Se realizó el predimensionamiento de ambas propuestas, determinando una profundidad de desplante mayor a 2 m, tomando en esta Tesis la profundidad de desplante de 3m. Cabe mencionar que se realizó el cálculo la capacidad admisible con un $D_f=1\text{m}$, del cual se obtuvo un valor de $q_{adm}=24.87 \text{ Tn/m}^2$, más la carga transmitida de muro de contención es de 36.06 Tn/m^2 , superando la capacidad admisible del suelo con $FS=3$. Es por ello que también se decide realizar una excavación de cimiento de 3 m de profundidad obteniendo los siguientes valores para cada método usado.

Tabla N 5.1. Capacidad Admisible del suelo de Fundación (Según Terzaghi y Meyerhof)

SEGÚN TERZAGHI (1943)				
Df	Ancho B (m)	Ancho L (m)	q _{ult} (Kg/cm ²)	q _{adm} (Kg/cm ²)
3	11	50	11.224	3.741
			q _{ult} (Tn/m ²)	q _{adm} (Tn/m ²)
			112.24	37.41

SEGÚN MEYERHOF				
Df	Ancho B (m)	Ancho L (m)	q _{ult} (Kg/cm ²)	q _{adm} (Kg/cm ²)
3	11	50	13.532	4.511
			q _{ult} (Tn/m ²)	q _{adm} (Tn/m ²)
			135.32	45.11

De estos resultados se toma el 112.24 Tn/m², ya que es más conservador. Indicar que en la AASHTO nos recomienda usar los siguientes factores de seguridad:

Tabla N 5.2. Factor de Seguridad en un Análisis Estático.

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.5
Volteo	1.5 - 2.0
Capacidad de carga	2.5
Estabilidad Global	1.3
Estabilidad Interna	1.5

Tabla N 5.3. Factor de Seguridad en un Análisis Pseudoestático.

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.125 - 1.13
Volteo	1.2
Estabilidad Global	1.1
Estabilidad Interna	1.125

5.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE GAVIONES CON EL PROGRAMA GAWACWIN 2003.

5.2.1. Predimensionamiento

Base del muro de gavión se recomienda: $B \geq 0.5H$

- Teniendo $H = 20\text{m}$ entonces $B \geq 10$, Tomando en el presente muro el ancho de $B = 11\text{m}$.

La parte superior del muro de gaviones se recomienda que sea como mínimo de 1m de ancho, el cual en el presente muro se cumple.

5.2.2. Empotramiento

El empotramiento de la estructura de contención debe ser mínimo 0.30m o $H/10$.

- Teniendo $H = 20\text{m}$, entonces $\text{Emp} \geq 2\text{m}$, tomando el presente muro un empotramiento de 3m.

5.2.3. Diseño con el Programa de Gawacwin 2003

A continuación se presenta la corrida del muro en el programa Gawacwin 2003, para la sección más desfavorable del muro cuya altura está dada, cabe destacar que la simulación de este muro también incorpora el efecto sísmico. En los planos anexos al final del trabajo, se encuentra en detalle la vista en planta y frontal del Muro de Contención de Gaviones.

GAVIONES:

- Peso específico de la piedra de relleno $\gamma = 2.55 \text{ Ton/m}^3$ (min 2.50)
- Porosidad $n=30\%$
- Malla y diám. del alamb 10:x12, $\phi 2.7 \text{ mm CD}$

TERRAPLEN SUPERIOR:

- Peso específico suelo $\gamma = 2.088 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 31.44^\circ$
- Cohesión $c = 1.2 \text{ Ton/m}^2$

SUELO DE RELLENO

- Peso específico suelo $\gamma = 2.029 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 31.19^\circ$
- Cohesión $c = 1.20 \text{ Ton/m}^2$

FUNDACION:

- Peso específico suelo $\gamma = 2.029 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 31.19^\circ$
- Cohesión $c = 1.20 \text{ Ton/m}^2$
- Carga máxima admisible $q_{adm} = 37.41 \text{ Ton/m}^2$

CARGA VIVIENDAS FUTURAS:

- Carga $q = 1.20 \text{ Ton/m}^2$

EFFECTOS SÍSMICOS: Valor obtenido en base al sismo de 1970 en la ciudad de Huaraz.

- Coeficiente sísmico horizontal $C_{sh} = 0.20$

ANÁLISIS ESTÁTICO:

Tabla N 5.4. Resultados del Análisis Estático, Muro de contención de Gavión.

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión	Excentricidad
Propuesta Nº 01	1.75	1.96	2.37	3.32	3.00	0.56
Propuesta Nº 02	1.72	2.52	2.70	4.12	3.72	-0.30
Propuesta Nº 03	1.70	1.44	2.31	2.92	2.00	1.30
Propuesta Nº 04	1.71	3.18	2.77	4.48	3.26	-0.92
Propuesta Nº 05	1.70	1.18	2.45	2.86	1.61	1.67

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO:

Tabla N 5.5. Resultados del Análisis Pseudoestático, Muro de contención de Gavión.

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión	Excentricidad
Propuesta Nº 01	1.67	1.83	2.20	2.95	2.66	0.83
Propuesta Nº 02	1.64	2.38	2.47	3.59	4.21	-0.03
Propuesta Nº 03	1.62	1.34	2.18	2.65	1.83	1.53
Propuesta Nº 04	1.63	3.01	2.52	3.88	3.59	-0.64
Propuesta Nº 05	1.65	1.09	2.31	2.59	1.49	1.90

Excentricidad Permitida (B/6)
± 1.83

De estas 5 propuestas se elige a la propuesta N°02, por dos motivos, la primera es debido a que ofrece un Factor de seguridad interna y deslizamiento superior a 1.5, y la segunda debido a que posee una excentricidad de 0.30, estando cerca al punto central. Además al tener esfuerzos sobre el suelo no tan diferenciados a cada lado del ancho del muro, garantiza una aplicación casi uniforme al suelo.

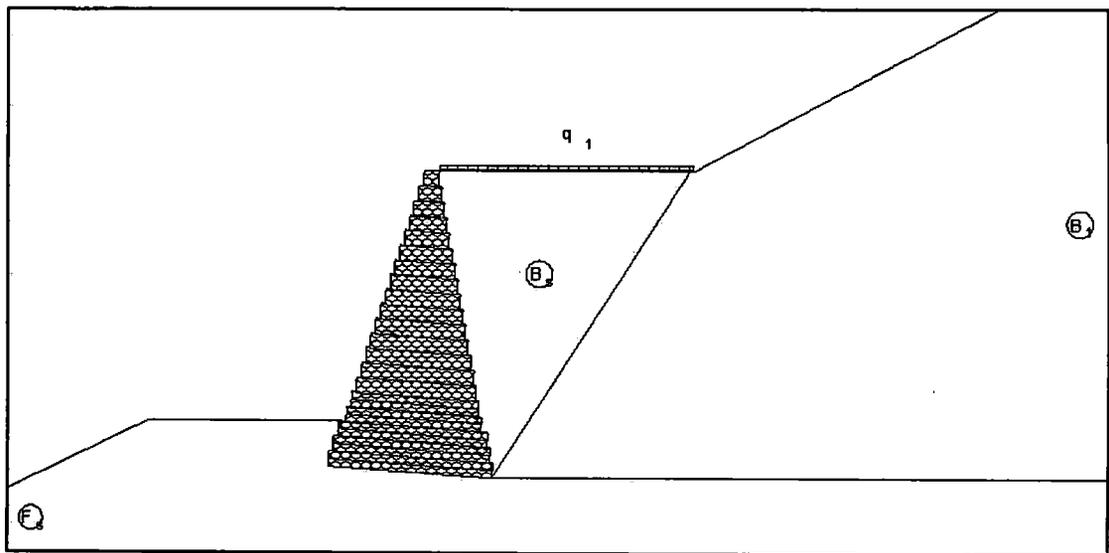


Figura 5.1. Propuesta N° 01 (Muro de Gavión)

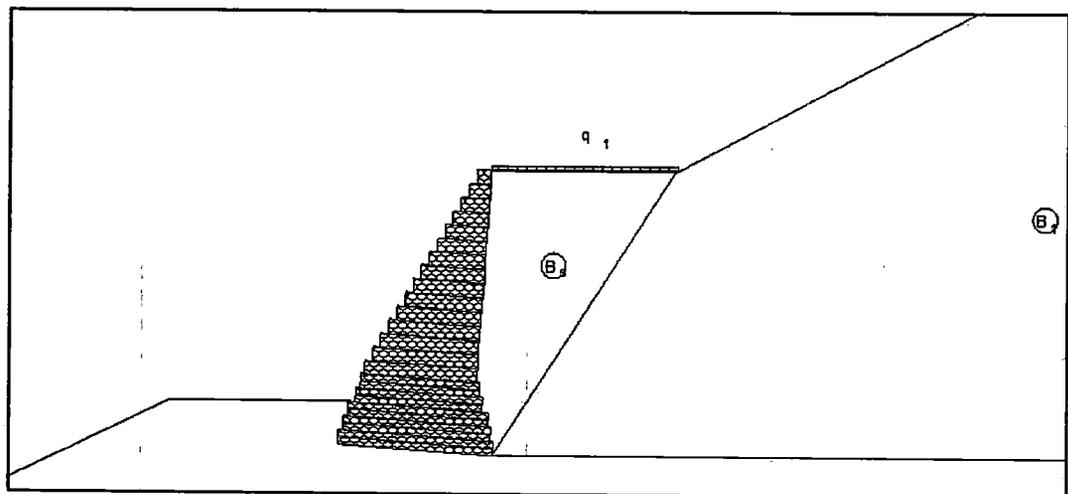


Figura 5.2. Propuesta N° 02 (Muro de Gavión)

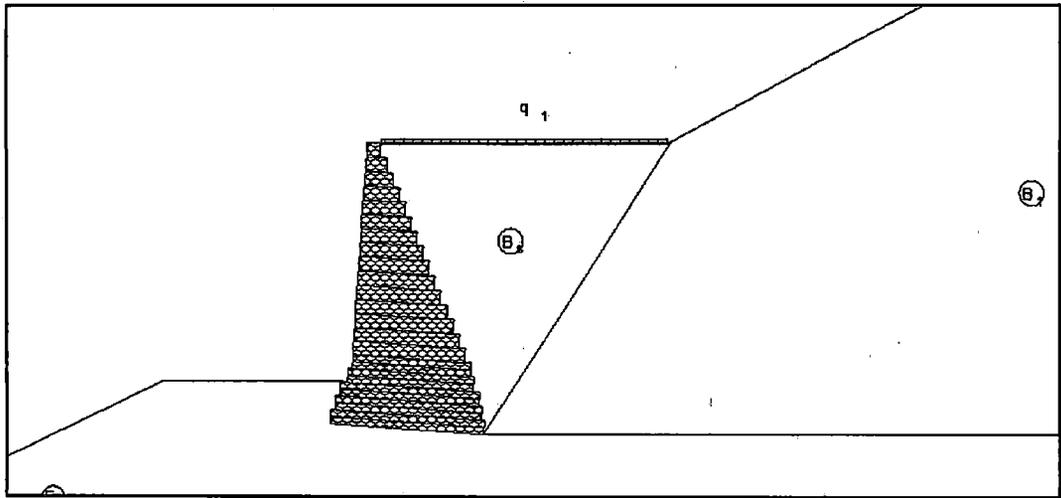


Figura 5.3. Propuesta N° 03 (Muro de Gavión)

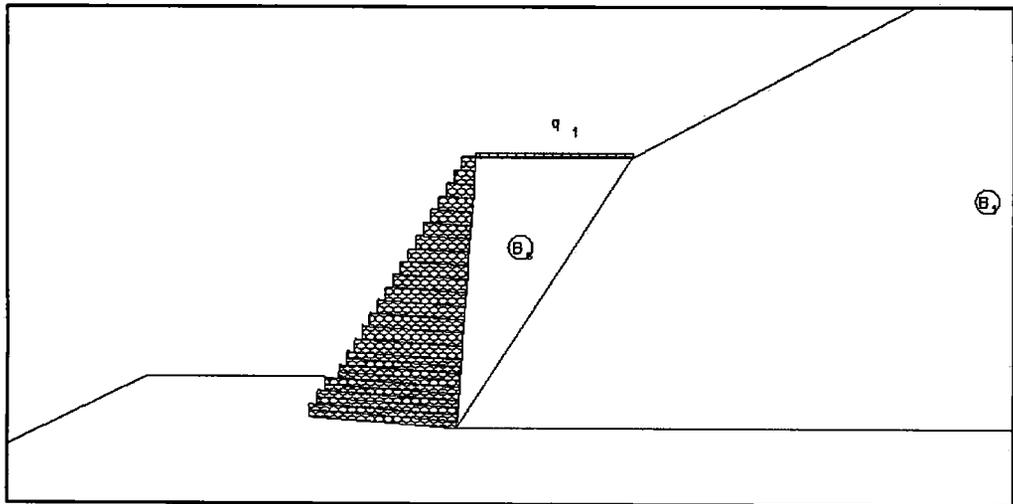


Figura 5.4. Propuesta N° 04 (Muro de Gavión)

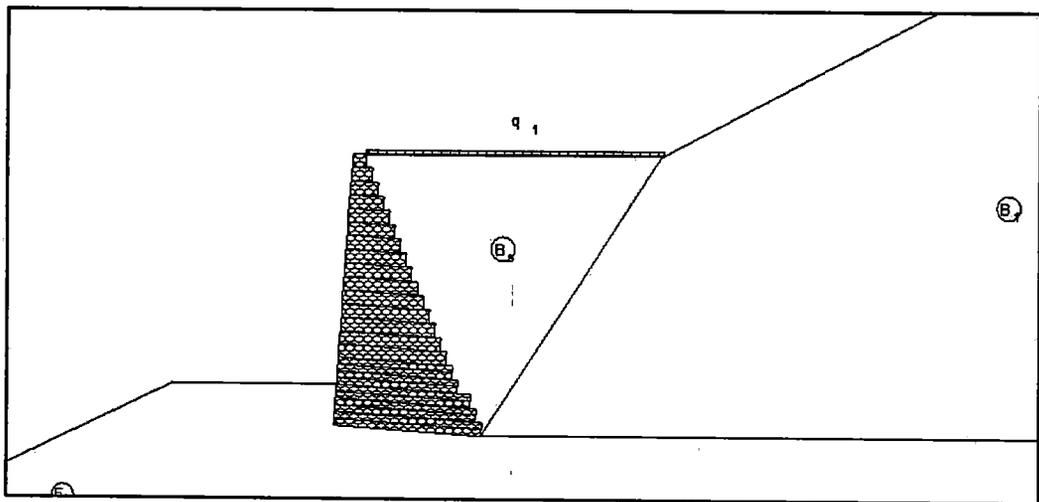


Figura 5.5. Propuesta N° 05 (Muro de Gavión)

5.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON EL PROGRAMA MACSTARS 2000.

Para el cálculo de una estructura Terramesh pueden ser propuestos distintos métodos conocidos en esta área obteniéndose factores de seguridad con distintos grados de aproximación. Las pruebas demuestran que las tensiones de tracción en los refuerzos se encuentran en su punto máximo y que el resultado de las tensiones máximas entre el refuerzo y el suelo en el plano de la sección, se ve representado aproximadamente por un espiral logarítmica, con formas más redondeadas tendiendo a un arco de circunferencia en el caso de parámetros inclinados.

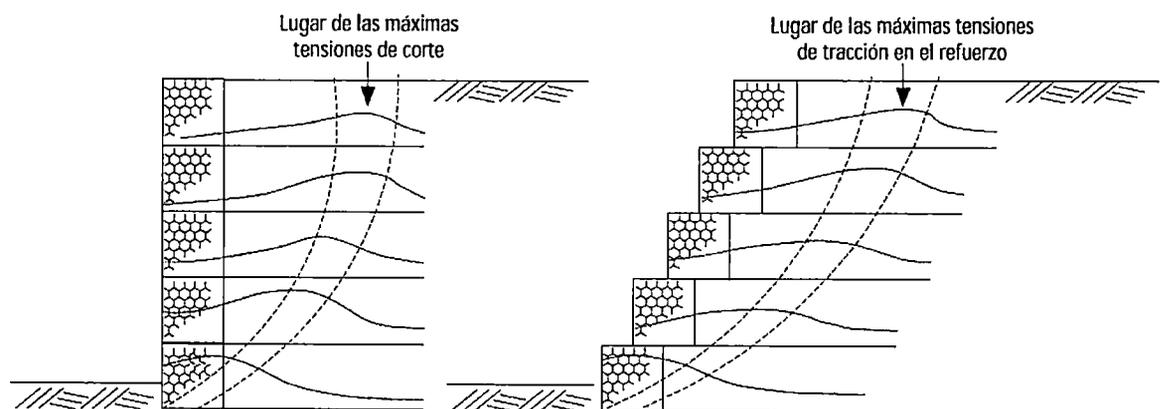


Figura 5.6. Presencia de la Tensiones máximas

(Fuente: MACCAFERRI DO BRASIL 2006, 18, P3)

El punto de partida de tales curvas, junto al pie de la estructura es muy próximo al paramento externo, esto se debe a dos aspectos fundamentales que caracterizan los terramesh:

1. Continuidad estructural entre el refuerzo y el paramento en gaviones, materializado por el panel de refuerzo que atraviesa el terreno y el paramento de piedras envolviendo externamente la fachada de la estructura con un único paño de malla.
2. Relativa homogeneidad entre los materiales que constituyen el Terramesh y el paramento externo (el suelo compactado y piedras poseen características similares como peso propio, fricción interna, etc.), por lo tanto se caracterizan por estados de deformación comparables entre sí. Como

consecuencia la propagación de tensiones en los refuerzos continua incluso cuando se pasa del terreno a las piedras que componen el paramento.

5.3.1. Predimensionamiento

De acuerdo al predimensionamiento se tiene:

$$B = 0.7H \text{ a } 0.8H$$

Para nuestro caso se tiene:

$$H = 20 \text{ M}$$

Entonces:

$$B = 14 \text{ a } 16 \text{ M,}$$

Más en esta tesis se eligió un Base de 11m, dada las condiciones encontradas en el terreno. La primera fue el espacio, se alejó de la carretera a 1.5m teniendo una disponibilidad de terreno solo 11m, por ende se tomó esta medida. La segunda es la forma del talud, si se desea un base de 14 a 16m implica mayor corte, y mayor probabilidad de deslizamiento del talud, es decir al generar el corte se obtendrá un talud más inestable del encontrado.

Se menciona que sobre el muro de contención proyectado no hay viviendas, más en los cálculos a realizar se tomara un carga adicional de 1.20 Tn/m, en caso que en futuro los propietarios creen conveniente la construcción de sus viviendas.

Así mismo se debe tener en cuenta la secuencia de los bloques seleccionados, como una pared monolítica, para ello se toma una condición geométrica de pendiente media (inclinación), el cual los bloques de refuerzo deben cumplir, siendo esta mayor o igual 70°.

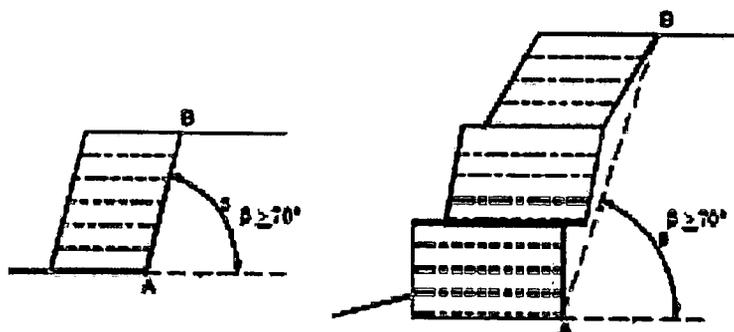


Figura 5.7. Inclinación de la pared de retención

(Fuente: Sistema de Tierra Armada con Geomalla, 2011, 87)

5.3.2. Empotramiento

El empotramiento del muro va depender principalmente de la geometría del muro, así mismo la AASTHO especifica un valor mínimo de 0.60m. Para un muro se recomienda $H/20$, teniendo $50/20=2.5m$, tomando nosotros un valor mayor a esta (3m), para llegar a un capacidad portante de suelo capaz de resistir la carga transmitida por la estructura.

5.3.3. Diseño con el Programa Macstars 2000 (Reporte del Programa)

Con la bibliografía revisada se plantea 2 propuestas de acuerdo al material utilizado, siendo en este caso:

- MALLA 10x12 y MACGRID
- MALLA 8x10 y PARAGRID

De estas 2 se eligió aquel que genera mayor estabilidad al muro de contención de suelo reforzado.

Se tiene las propiedades los materiales encontrados en el terreno, la cuales son:

TERRAMESH:

- Peso específico de la piedra de relleno $\gamma = 1.75 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 40.00^\circ$
- Cohesión $c = 1.25 \text{ Ton/m}^2$

FUNDACION:

- Peso específico suelo $\gamma = 2.029 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 31.19^\circ$
- Cohesión $c = 1.20 \text{ Ton/m}^2$
- Carga máxima admisible $q_{adm} = 37.41 \text{ Ton/m}^2$

TERRAPLEN SUPERIOR:

- Peso específico suelo $\gamma = 1.765 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 30.11^\circ$
- Cohesión $c = 0.44 \text{ Ton/m}^2$

SUELO DE RELLENO:

- Peso específico suelo $\gamma = 2.029 \text{ Ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $\phi = 31.19^\circ$
- Cohesión $c = 1.20 \text{ Ton/m}^2$

CARGA VIVIENDAS FUTURAS:

- Carga $q = 1.20 \text{ Ton/m}^2$

EFFECTOS SÍSMICOS: Valor obtenido en base al sismo de 1970 en la ciudad de Huaraz.

- Aceleración Sísmica Horizontal $a_{sh} = 0.20g = 1.902 \text{ m/s}^2$

5.3.3.1. USANDO LA MALLA 10x12 Y MACGRID WG 200

A continuación se presenta la corrida del muro en el programa Macstars 2000, para la sección más desfavorable del muro cuya altura está dada, cabe destacar que la simulación de este muro tendrá incorporado el efecto sísmico. Así mismo un análisis estático.

Se menciona que para obtener el refuerzo adicional Macgrid WG 200, se tuvo como factor de seguridad condicionante (análisis estático), estabilidad Interna, deslizamiento y capacidad de carga.

ANÁLISIS ESTÁTICO:

Tabla N 5.6. Resultados del Análisis Estático usando la Malla10x12 y Macgrid WG 200

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
Propuesta N° 01	1.819	1.974	2.786	4.567	2.517
Propuesta N° 02	1.784	1.923	2.816	5.167	2.739
Propuesta N° 03	1.772	1.922	2.786	5.381	2.739
Propuesta N° 04	1.750	1.921	2.767	5.798	2.742

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO: Usando $C_{sh} = 0.20$

Tabla N 5.7. Resultados del Análisis Pseudoestático usando la Malla10x12 y Macgrid WG 200

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
Propuesta N° 01	1.738	1.916	2.469	4.718	2.539
Propuesta N° 02	1.705	1.864	2.492	4.917	2.739
Propuesta N° 03	1.694	1.863	2.467	5.255	2.739
Propuesta N° 04	1.674	1.862	2.451	5.734	2.742

De estas 4 propuestas se elige la propuesta N° 04, ya que ofrece un factor de seguridad de presión más cerca de 3 (Dado por RNE), así mismo un Factor de seguridad Interna mayor a 1.5 en una análisis estático.

Indico que al estar mi muro de contención en la mayoría de su vida útil en estado estático, es indispensable que posea un factor de estabilidad interna y de deslizamiento mayor a 1.5 (AASTHO). Así mismo me genera un menor volumen de material de relleno, influencia en la economía de la construcción del muro de contención.

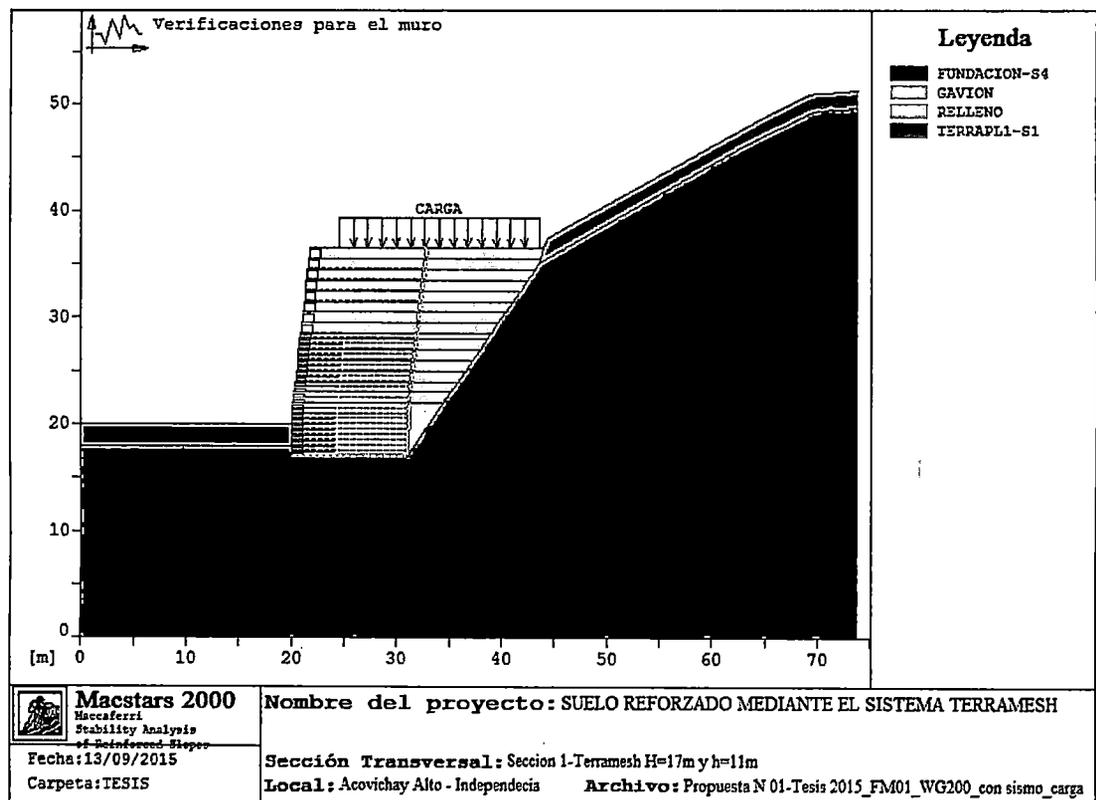


Figura 5.8. Propuesta N° 01 (Suelo reforzado)

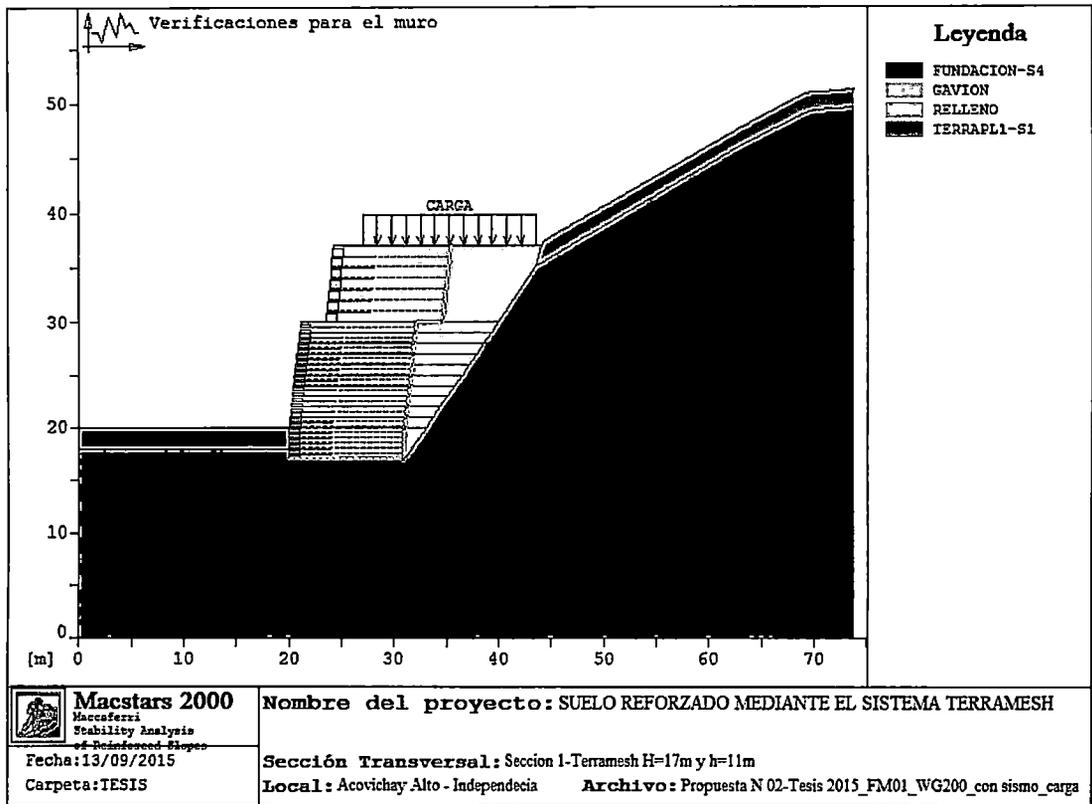


Figura 5.9. Propuesta N° 02 (Suelo reforzado)

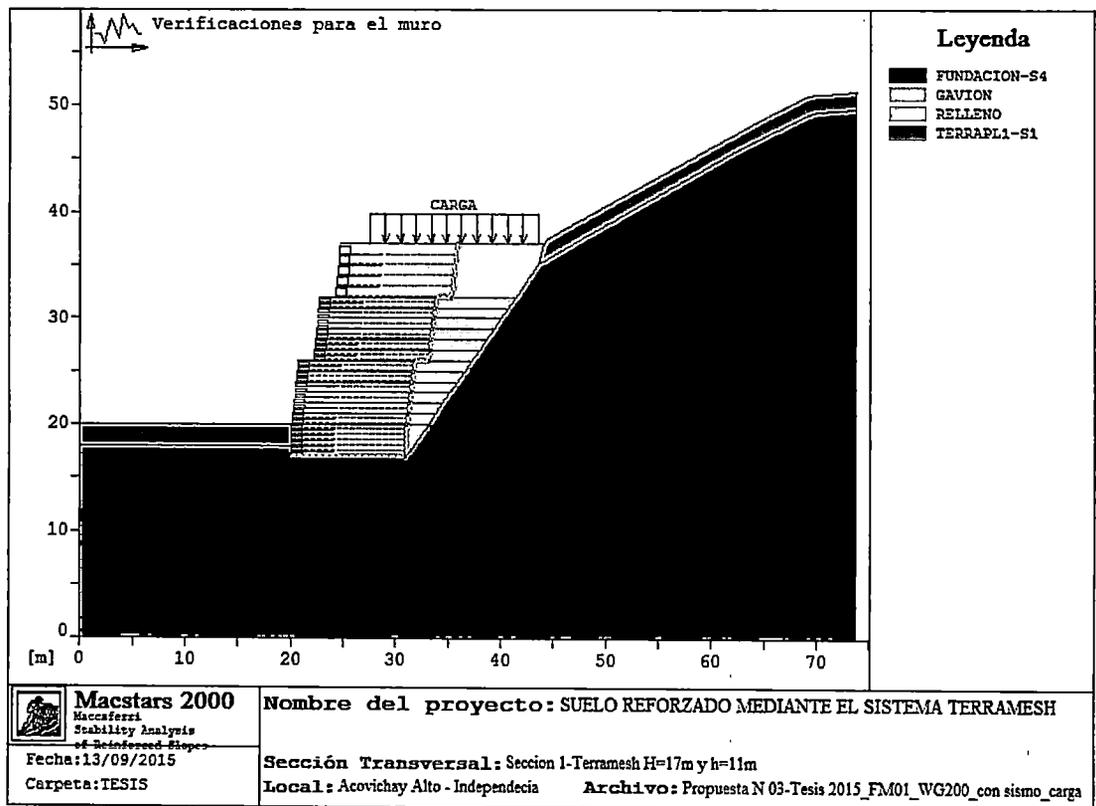


Figura 5.10. Propuesta N° 03 (Suelo reforzado)

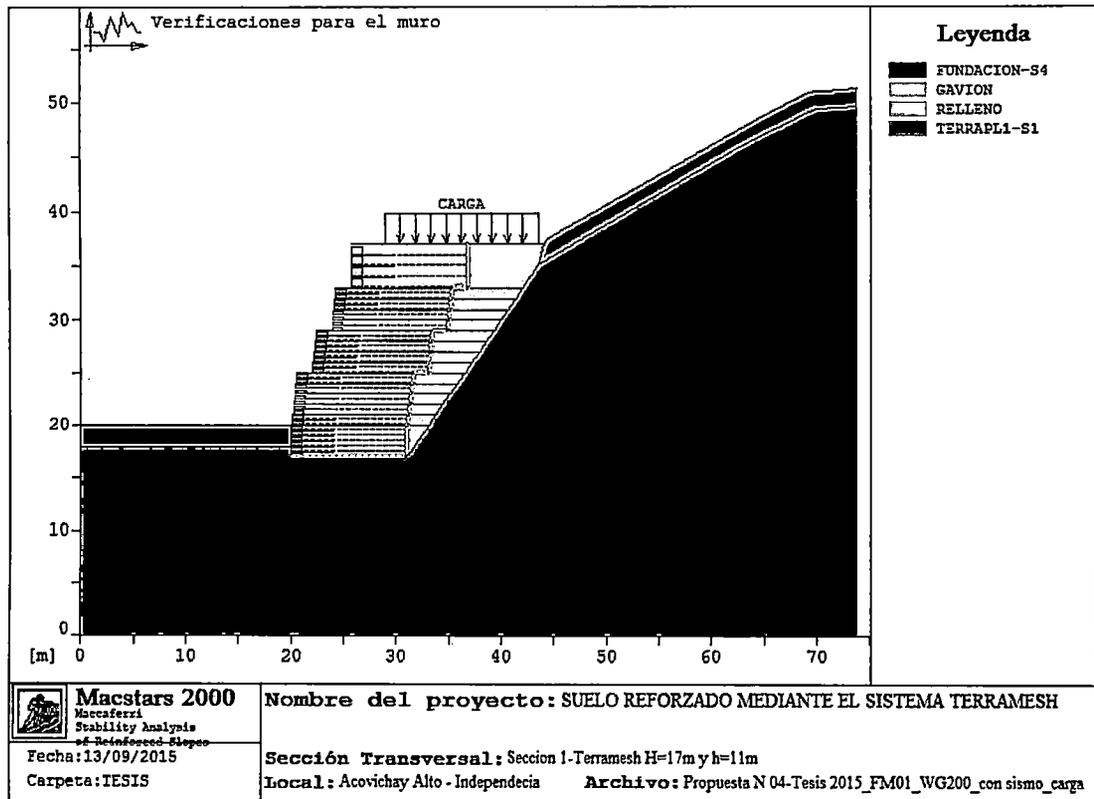


Figura 5.11. Propuesta N° 04 (Suelo reforzado)

5.3.3.2. USANDO LA MALLA 8x10 Y PARAGRID CMD 175

A continuación se presenta la corrida del muro en el programa Macstars 2000, para la sección más desfavorable del muro cuya altura está dada, cabe destacar que la simulación de este muro tendrá incorporado el efecto sísmico. Así mismo un análisis estático.

Se menciona que para obtener el refuerzo adicional Paragrid CMD 175, se tuvo como factor de seguridad condicionante (análisis estático), estabilidad Interna, deslizamiento y capacidad de carga.

ANÁLISIS ESTÁTICO:

Tabla N 5.8. Resultados del Análisis Estático usando la Malla 8x10 y Paragrid CMD

175

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Vólteo	Capacidad Admisible
Propuesta Nº 01	1.819	1.990	2.783	4.535	2.494
Propuesta Nº 02	1.784	1.890	2.811	5.173	2.739
Propuesta Nº 03	1.772	1.865	2.782	5.381	2.739
Propuesta Nº 04	1.751	1.815	2.764	5.791	2.742

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO: Usando $C_{sh} = 0.20$

Tabla N 5.9. Resultados del Análisis Pseudoestático usando la Malla 8x10 y Paragrid CMD 175

Propuesta	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Vólteo	Capacidad Admisible
Propuesta Nº 01	1.737	1.931	2.463	3.677	2.330
Propuesta Nº 02	1.705	1.836	2.481	4.187	2.739
Propuesta Nº 03	1.694	1.811	2.458	4.351	2.739
Propuesta Nº 04	1.675	1.762	2.444	4.673	2.742

De estas 4 propuestas se elige la propuesta Nº 04, ya que ofrece un factor de seguridad de presión más cerca de 3 (Dado por RNE), así mismo un Factor de seguridad Interna mayor a 1.5 en una análisis estático.

Indico que al estar mi muro de contención en la mayoría de su vida útil en estado estático, es indispensable que posea un factor de estabilidad interna y de deslizamiento mayor a 1.5 (AASTHO).

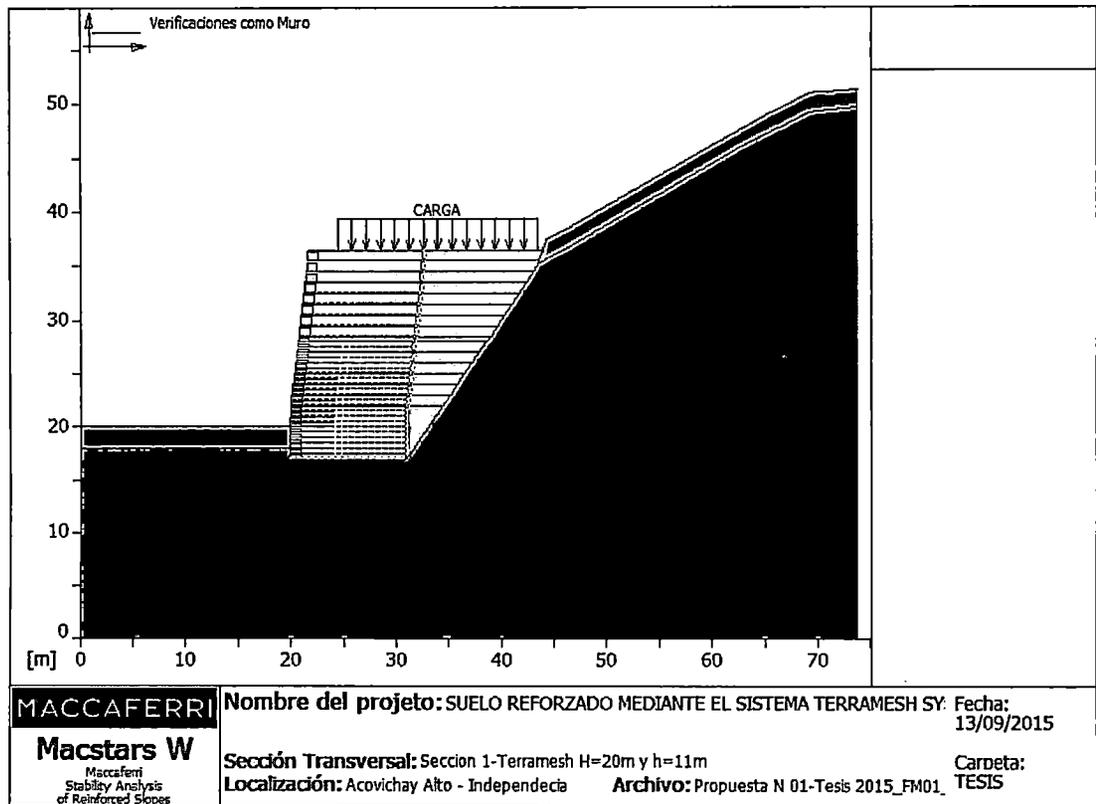


Figura 5.12. Propuesta N° 01 (Suelo reforzado)

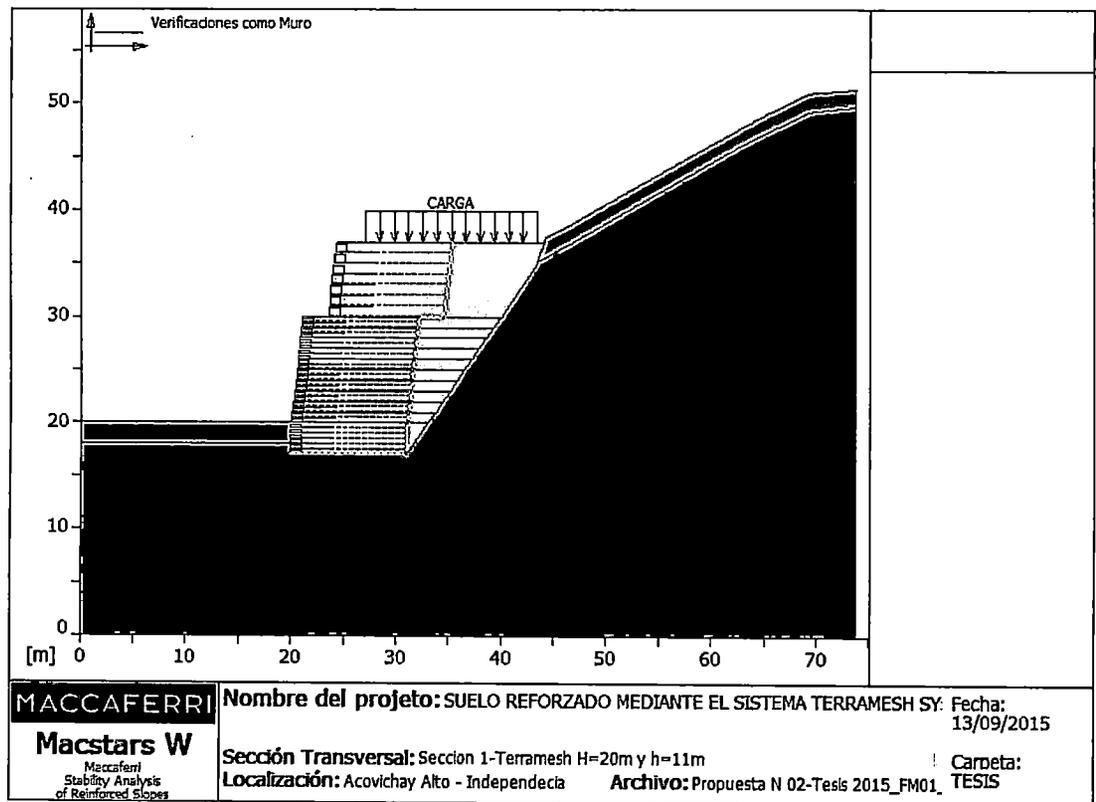


Figura 5.13. Propuesta N° 02 (Suelo reforzado)

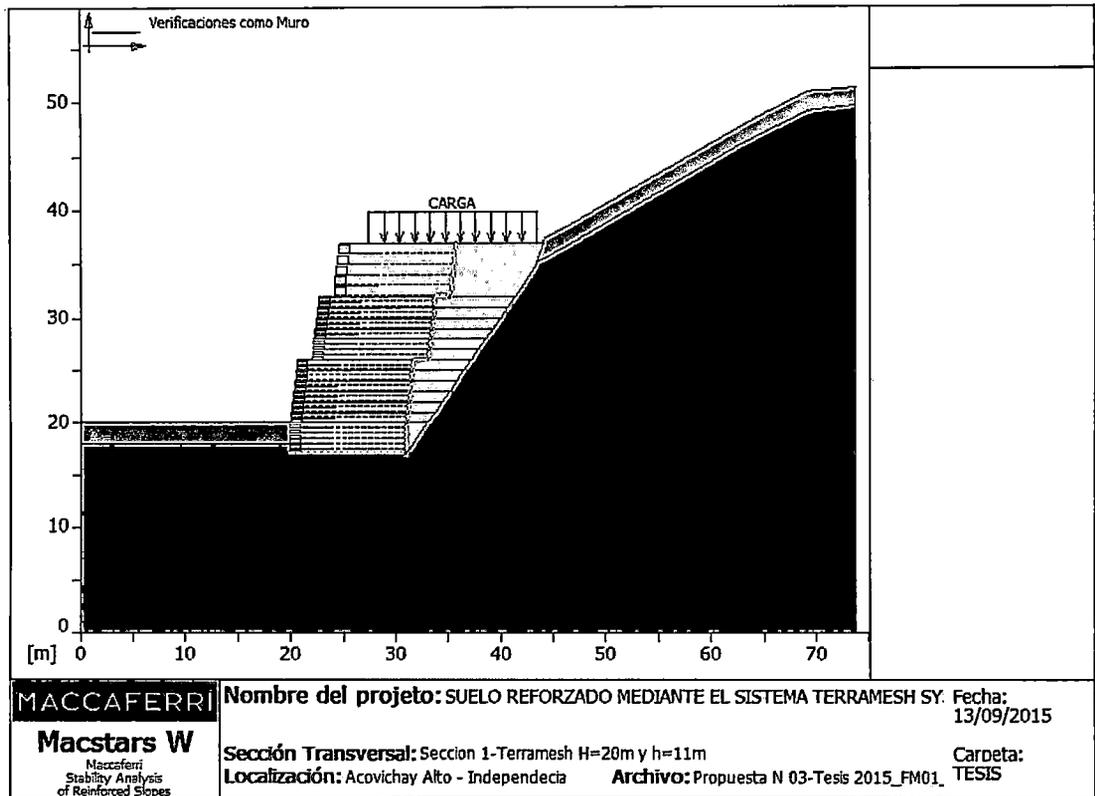


Figura 5.14. Propuesta N° 03 (Suelo reforzado)

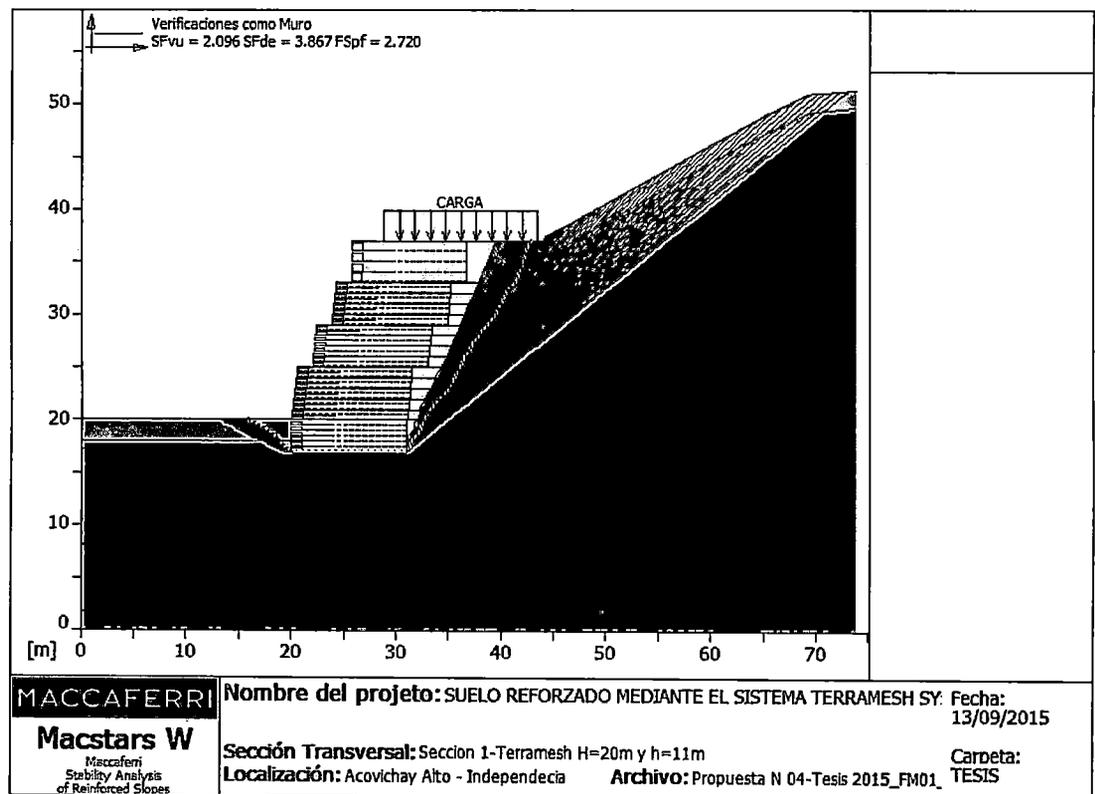


Figura 5.15. Propuesta N° 04 (Suelo reforzado)

CAPÍTULO VI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DIAGNOSTICO ACTUAL DEL TALUD

El alcance de este diagnóstico es determinar la realidad en la que se encuentra el talud ubicado en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria, para lograr conocer el problema principal y las causas que lo originaron

Para el diagnóstico del talud en cuestión fue necesaria la observación del mismo, una entrevista realizada al dueño de la propiedad y a los vecinos.

De acuerdo al estudio realizado, y los resultados de ensayos de laboratorio EMV Laboratorios y Construcción E.I.R.L, se pudo determinar que en el área de estudio predominan los suelos gravosos y arenosos.

El talud tiene una altura de 30 metros, más la zona de falla posee una altura de 18 metros. Existe un deslizamiento de tierra el cual afecto la construcción de una vivienda, el cual estaba en la excavación de los cimientos, llegando a cubrir en 80% del terreno. Así mismo durante ese tiempo afecto la transitabilidad de la vía

Mediante testimonios suministrados por las personas que habitan el sector Acovichay Alto, el problema inicio hace aproximadamente 7 años, debido a la ruptura de una tubería matriz de agua potable que abastecía a la Urbanización Las

Lomas, al cual no se tomó medidas inmediatas de subsanación, generando la infiltración de agua hacia el talud inferior más cercano, que es precisamente el talud en cuestión. Más allá de todo esto, siempre existió un canal de riego natural en la mitad del talud, a unos 20 a 30 metros de la zona de falla, dando lugar a pequeños deslizamiento, no afectando la vía, es por ello que se construyó un muro de contención ciclópeo controlando el desprendimiento de piedra medianas y suelos. Cabe mencionar que el talud presenta zonas que no habían fallado y en el presente año, estas han fallado.

La situación actual del talud es alarmante en épocas de avenidas, ya que el terreno cuando fallo, dejó una masa de suelo inestable de una longitud de 20 metros, formado por suelo granular, Bolones y bloque de rocas de gran dimensión. Estos elementos pueden generar la obstrucción de la vía, así mismo lograr destruir las 4 viviendas cercanas a la vía.

El diagnóstico elaborado en este trabajo de grado reitera la urgencia de realizar un proyecto para solucionar el problema que ocurre en este sector, debido a que se ven afectadas por una parte las viviendas aledañas a la vía y por otra parte los usuarios de la vía, corriendo el riesgo de perder la vida humana en caso del deslizamiento del talud ya fallado.

El talud en estudio no cuenta con un buen sistema de drenaje idóneo que pueda canalizar tanto el agua de lluvia como las infiltradas en el terreno. Es necesario una propuesta de un sistema de estabilización que pueda ser permeable, resistente y durable.

6.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN

Previo al planteo de los sistemas de estabilización se realizaron un análisis de estabilidad del talud, se procesó los datos y se obtuvo un factor de seguridad de cada Perfil, el cual se resume líneas abajo:

PERFIL N° 01

Los parámetros físicos del suelo que conforman el Perfil N° 01, se llegaron a determinar gracias a la extracción del suelo en las Calicatas N° 02, N° 04 y Trinchera N° 02, las cuales al ser llevadas a un laboratorio nos dieron las siguientes parámetros:

Tabla N 6.1. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 01.

CALICATA	Clasificación SUCS	Peso Específico TN/m ³	Cohesión TN/m ²	Fricción (°)	Contenido Humedad (%)
C-02	SC-SM	2.123	0.00	34.04	11.14
	SC-SM	1.909	0.00	32.91	12.31
T-02	SM	2.138	1.20	30.79	9.10
	SM	2.140	1.20	31.18	12.06
C-04	SM	1.798	0.40	29.59	7.05

El perfil estratigráfico presenta para este perfil una forma heterogénea, predominando en la parte superior un suelo SM (Arena Limosa con grava), debajo se puede encontrar un suelo SC-SM (Arena Limo-Arcillosa con grava), estos suelos se diferencian en los parámetros físicos encontrados.

Análisis Estático

Tabla N 6.2. Factores de seguridad de acuerdo al método usado, Perfil N° 01

	Método Bishop, Ordinary and Janbu	Método Morgenstern Price	Método Spencer
Factor de Seguridad	0.549	0.588	0.589

Por los valores obtenidos, podemos concluir que el perfil N° 01 el talud es INESTABLE estáticamente ($FS=1 < 1.5$).

Es por ello que no es necesario realizar el análisis Pseudoestático.

PERFIL N° 02

Los parámetros físicos del suelo que conforman el Perfil N° 02, se llegaron a determinar gracias a la extracción del suelo en las Calicatas N° 01, N° 03 y Trinchera N° 01, las cuales al ser llevadas a un laboratorio nos dieron las siguientes parámetros:

Tabla N 6.3. Parámetros utilizados en el análisis del Perfil N° 02.

CALICATA	Clasificación SUCS	Peso Específico TN/m ³	Cohesión TN/m ²	Fricción (°)	Contenido Humedad (%)
C-01	SM	1.765	0.44	30.11	5.06
	GM	2.029	1.20	31.19	10.26
T-01	SM	2.094	1.20	30.36	9.61
	GM	2.088	1.20	31.44	7.63
C-03	SM	2.126	0.20	31.37	9.57
	GM	2.131	0.30	31.87	9.26

El perfil estratigráfico presenta para este perfil una forma heterogénea, predominando en la parte superior un suelo SM (Arena Limosa con grava), debajo se puede encontrar un suelo GM (Grava limosa con grava), estos suelos se diferencian en los parámetros físicos encontrados.

Análisis Estático

Tabla N 6.4. Factores de seguridad de acuerdo al método usado, Perfil N° 02

	Método Bishop, Ordinary and Janbu	Método Morgenstern Price	Método Spencer
Factor de Seguridad	0.643	0.719	0.720

Por los valores obtenidos, podemos concluir que el perfil N° 02 el talud es INESTABLE estáticamente ($FS=1 < 1.5$).

Es por ello que no es necesario realizar el análisis Pseudoestático.

6.2.1. MURO DE CONTENCIÓN DE GAVIÓN

De las 5 propuestas de acuerdo a la forma geométrica, se elige la propuesta N° 02, por dos motivos, la primera es debido a que ofrece un Factor de seguridad interna y deslizamiento superior a 1.5, y la segunda debido a que posee una excentricidad de 0.33, estando cerca al punto central. Además al tener esfuerzos sobre el suelo no tan diferenciados a cada lado del ancho del muro, garantiza una aplicación casi uniforme al suelo.

Tabla N 6.5. Factores de seguridad de la Propuesta N° 02, Muro Contención de Gavión.

Propuesta N° 02	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión	Excentricidad
Estático	1.720	2.522	2.700	4.120	3.719	-0.30
Pseudoestático	1.640	2.377	2.470	3.590	4.210	-0.03

6.2.2. MURO DE CONTENCION DE SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM.

De las 2 propuestas planteadas de acuerdo al material a usar como elemento refuerzo principal y adicional, se obtuvo:

Estático:

Tabla N 6.6. Resultados del Análisis Estático de acuerdo al material usado (Propuesta N° 04).

Material	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
<u>MALLA 10x12</u> <u>MACGRID WG 200</u>	1.750	1.921	2.767	5.798	2.742
<u>MALLA 8x10</u> <u>PARAGRID CMD 175</u>	1.751	1.815	2.764	5.791	2.742

Pseudoestático:

Tabla N 6.7. Resultados del Análisis Pseudoestático de acuerdo al material usado
(Propuesta N° 04).

Material	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
<u>MALLA 10x12</u> <u>MACGRID WG 200</u>	1.674	1.862	2.451	5.734	2.742
<u>MALLA 8x10</u> <u>PARAGRID CMD 175</u>	1.675	1.762	2.444	4.673	2.742

Se elige de estos resultados se elige a la propuesta que tiene como material a la malla 10x12 y al Macgrid WG 200, ya que posee valores mayores con respecto al Factor de seguridad dadas por la AASHTO. En especial el Factor de seguridad Interna, ya que como es esta quien me garantiza el buen funcionamiento de mis elementos de refuerzo (geomallas)

6.3. COMPARACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN

Tabla N 6.8. Cuadro resumen del Factores de Seguridad de cada muro (Análisis Estático).

Tipo de Sistema	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
Terramesh System	1.750	1.921	2.767	5.798	2.742
Gavión	1.720	2.522	2.700	4.120	3.719

Tabla N 6.9. Cuadro resumen del Factores de Seguridad de cada muro (Análisis Pseudoestático).

Tipo de Sistema	Estabilidad Global	Estabilidad Interna	Deslizamiento	Volteo	Presión
Terramesh System	1.674	1.862	2.451	5.734	2.742
Gavión	1.640	2.377	2.470	3.590	4.210

Dado que ambos sistemas propuestas poseen las mismas características, se hizo la elección mediante la comparación técnicamente, eligiendo al Muro de contención de Suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System, debido a que posee factores de seguridad mayor al calculado del Muro de contención de Muro de contención con Gaviones.

Realizando una comparación entre el muro de gaviones y sistema de suelo reforzado Terramesh System; a medida que va aumentando la altura del en el caso del muro de gaviones requiere de mayor cantidad de cajas para cubrir la base del muro mientras que el sistema Terramesh con una caja con un paramento de 1.00m de longitud se logra cubrir la altura deseada.

6.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El mejor sistema de estabilización idóneo luego de una comparación técnica es el Muro de contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System obteniendo un factor de seguridad contra el deslizamiento mayor a 1.5, estabilizando el talud y reduciendo los efectos de deslizamiento en el Km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz – Paria. Así mismo cumpliendo los factores de seguridad recomendadas por la AASTHO.

Por lo tanto queda demostrada la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo de Título se basó en la propuesta de un sistema de estabilización idóneo en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz–Paria, el cual presenta un problema de deslizamiento de tierras. Para lograr este propósito se tomaron en cuenta los objetivos específicos los cuales se fueron ejecutando uno por uno para llegar de esta forma al objetivo principal del proyecto.

Se concluye que el Sistema de Estabilización idóneo para dar solución al problema existente en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz–Paria, sector Acovichay Alto, es el Muro de contención de Suelo Reforzado mediante el Sistema Terramesh System.

1. En la presente investigación se realizó un diagnóstico del talud ubicado en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz–Paria, encontrando una realidad alarmante al existir una falla en un tramo del Talud, dejando una masa de suelo a deslizarse en cualquier momento. La causa principal fue la infiltración de agua, saturando los estratos y debilitando la resistencia del suelo. Así mismo el talud no cuenta con un sistema de drenaje capaz de canalizar y evacuar las aguas de lluvia e infiltradas. Proponiendo por estas razones 2 sistemas de estabilización, Muro de contención de Gaviones y Muro de contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System, dada la función que van cumplir, condición imperante del suelo, material de construcción disponible, tipo de carga soportar, facilidad constructiva y económica.

Se realizó un análisis estático del Talud natural, aplicando el programa GEOSTUDIO 2007 (SLOPE/W), se calculó el factor seguridad de los 2 perfiles del talud, obteniéndose un factor de seguridad que se encuentra por debajo de la unidad; con lo cual concluimos que el talud es inestable y es vulnerable a fallar en estado natural y más aún en un evento sísmico.

2. Se realizó el análisis y diseño del Muro de Contención de Gaviones, se tuvo 5 propuestas de acuerdo a la geometría de la sección transversal. Seleccionando a la propuesta N° 02 como mejor solución.

Así mismo se realizó el análisis y diseño del Muro de Contención de suelo reforzado mediante el Sistema Terramesh System. Se tuvo 2 propuestas de acuerdo al material a usar, Macgrid WG 200 y Paragrid CMD 175; seleccionando al primero, quien a la vez tuvo 4 propuestas de acuerdo a la geometría de la sección transversal. Seleccionando la propuesta N° 04 como mejor solución.

3. Se comparó técnicamente el Muro de contención con gaviones y el muro de contención de suelo reforzado mediante el sistema Terramesh System, concluyendo que el mejor sistema para dar solución al problema existente es el Terramesh System, ya que nos proporciona factores de seguridad mayores al del otro.

RECOMENDACIONES

1. Durante la observación en campo se debe de tener cuidado en la obtención de datos, tomar las medidas de seguridad respectivas. Al ser una zona crítica, se recomienda señalar la zona, obedeciendo a la Seguridad Vial dada por la MTC. Así mismo informar el problema y las posibles consecuencias de suceder el evento a los habitantes aledaños, y que medidas preventivas deben de tomar para cubrir en cierta manera al peligro existente.
2. Es más se recomienda informar y presentar un resumen del estado actual del talud a la municipalidad distrital de Independencia, para que esta le dé la atención correspondiente.
3. Dados los resultados obtenidos se necesita de manera urgente la realizando de un proyecto de estabilización, tomando como punto de partida las propuestas planteada en esta tesis, realizando el Perfil, el Expediente Técnico y posterior ejecución, mientras ello se debe tomar medidas correctivas temporales al deslizamiento.
4. Se recomienda tener una asesoría de MACCAFERRI PERÚ o en todo caso de TDM PERÚ, en los diseños y en lo materiales a usar para el muro. Todo esto debido a que son empresas internacionales certificadas, que han construido y diseñado muro de contención de diversas índoles.
5. Se recomienda continuar con el trabajo de investigación, aumentando la comparación económica entre las distintas formas que podemos diseñar un sistema de suelo reforzado mediante el sistema terramesh system. Así mismo ampliar la frontera e investigar sobre Muro de contención de suelo reforzado mediante el sistema Terramesh Verde.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Alcántara A.I, Echavarría L.A, Gutiérrez M.C, Domínguez M.L (2008). Inestabilidad de Laderas: Mecanismos básicos de inestabilidad de laderas. 2da edición. Grupo de trabajo MILADERA. Versión electrónica 2014, México.
2. Aranda, L.R (2013). Análisis de Estabilidad de Taludes Naturales en la Nueva Urbanización Antahuran en el Distrito de Jangas – Huaraz. Tesis Profesional, UNASAM. Huaraz, Perú.
3. Armida, L.J y Gonzáles, O.J (2013). Análisis cuantitativo de la estabilidad en taludes y laderas. Tesis Profesional. Universidad De Las California Internacional.
4. Avilés, P.M (2014). Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas $h=5m$, $h=7.5m$, $h=10m$, $h=15m$, para una longitud de 80 ecuador. Tesis Profesional, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
5. Bowles Joseph E. (1982). Propiedades Geofísicas de los Suelos. Editorial Mc.Graw Hill. Bogota D.C.
6. Braja M.D (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 4ta Edición. Ciencia Thomson.
7. Briceño, D.W y León, M.O (2014). Estudio de Factibilidad de un Sistema de Estabilización y Drenaje para un Terreno Ubicado en el Sector Corralito, Finca la Leonera, La Unión, Municipio el Hatillo, Estado Miranda. Tesis Profesional, Universidad Nueva Esparta. Miranda, Venezuela.
8. Contra maestre, B.H y Gonzáles, G.O (2007). Análisis Comparativo de Sistemas de Estabilización de taludes bajo el concepto de suelos reforzados, comparándolos sistemas Tierra Armada y Terramesh System para un talud ubicado en Granjerías de la Trinidad, Caracas, Edo. Mirando. Tesis Profesional, Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

9. Cuanalo C.O, Oliva G.A, Gallardo A.R (2011). Inestabilidad de Laderas Influencia de la Actividad Humana, Ciencia y Cultura – Elemento.
10. De Matteis, A.F (2003). Geología y Geotecnia. Universidad Nacional del Rosario. Rosario, Argentina.
11. Gonzáles, V.L (2004). Ingeniería Geológica: 1era Edición: España, Pearson Educación, S.A. Madrid, España.
12. Hurtado, L.M (2009). Modelo para Estabilización de taludes en la Carretera Selva Alegre Saguangal que Permita Disminuir Costos de Mantenimiento. Informe de Investigación, Centro de Estudios de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
13. Lucero P.F, Pachacama C.E, Rodríguez M.W (2012). Análisis y diseño de Muros de Contención. Tesis Profesional. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
14. MACCAFERRI DO BRASIL (2005). "Manual Técnico Obras de Contención". Brasil.
15. MACCAFERRI DO BRASIL (2005). "Encarte de Suelo Reforzado con el Sistema Terramesh". Brasil.
16. MACCAFERRI. Stability Analysis of reinforced Slopes – Programa MacStars 2000.
17. MACCAFERRI DO BRASIL (2010). Criterios generales para proyectos, especificaciones y aplicación de geosintéticos - Manual Técnico Obras de Contención. Brasil.
18. MACCAFERRI. Estructura Reforzada en Tierra Reforzada 2006.
19. Merchán C.A (2014). Análisis de Estabilidad general por el Método de las Dovelas del Talud de la Casa de Máquinas del Aprovechamiento Alazan del Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas. Tesis Profesional. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.
20. Morataya, P.L (2011). Sistema de Tierra Armada con geomalla, Guatemala. Tesis Profesional. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

21. Pacheco Z.A (2006). Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de San Isidro. Tesis Profesional. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
22. Pereira Mónica (2012). Modelos de Análisis de Estabilización de Taludes. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
23. Potter Paul E. (2007). Exploring the Geology of the Cincinnati/Northern Kentucky Region. Kentucky Geological Survey, University of Kentucky, 2007.
24. Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). CE.020 Estabilidad de suelos y taludes: Perú, ICG.
25. Rojas C.M 2010. Manual de Redacción Científica. 2da Edición. Perú, Disponible: www.mrojas.perulactea.com.
26. Suárez D.J (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes En Zonas Tropicales. Primera Edición: Colombia, Editorial: U.I.S. Escuela de filosofía.
27. Suárez D.J (2001). Control de Erosión en Zonas Tropicales: 1era Edición: Colombia, Editorial: U.I.S. Escuela de filosofía.
28. Suárez D.J (2009). Deslizamiento. Análisis Geotécnico: 1era Edición: COLOMBIA, Editorial: U.I.S. Escuela de filosofía.

ANEXOS

A.- ESTUDIO GEOTÉCNICO	125
A.1.- INVESTIGACIÓN EN CAMPO	126
A.2.- INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.....	140
B.- REPORTE DE LOS PROGRAMA GAWACWIN Y MACSTARS	229
B.1.- MURO DE CONTENCION DE GAVION, PROPUESTA N° 02	230
B.2.- MURO DE CONTENCION DE SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM, PROPUESTA N° 04	241
C.- MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM.....	270
C.1.- MURO CONTENCIÓN TERRAMESH SYSTEM	271
D.- PLANOS	288

A.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

A.1.- INVESTIGACIÓN EN CAMPO

A.1.1.- Estado actual del Talud.



Figura B.1. Se puede ver las fallas evidentes en el suelo.

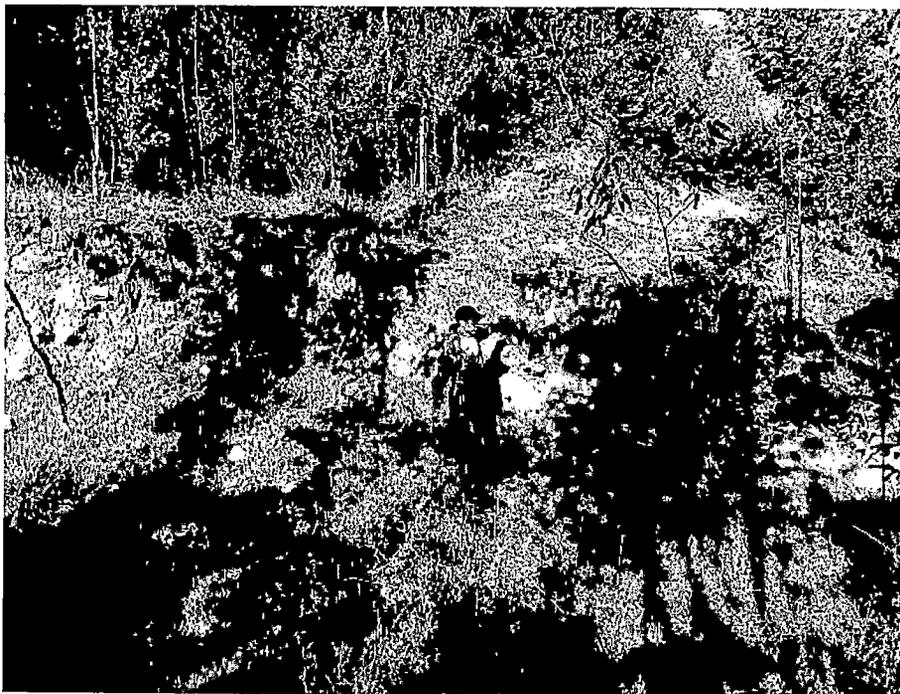


Figura B.2. Se muestra el deslizamiento del talud, habiendo un desnivel de 1.90 m.



Figura B.3. Se sigue mostrando las fallas producidas por el deslizamiento.



Figura B.4. Se observa el canal de riego ubicado en la parte superior del talud en estudio.

A.1.2.- Exploración a cielo abierto (Calicatas)



Figura B.5. Se muestra la C-02, culminada la excavación.

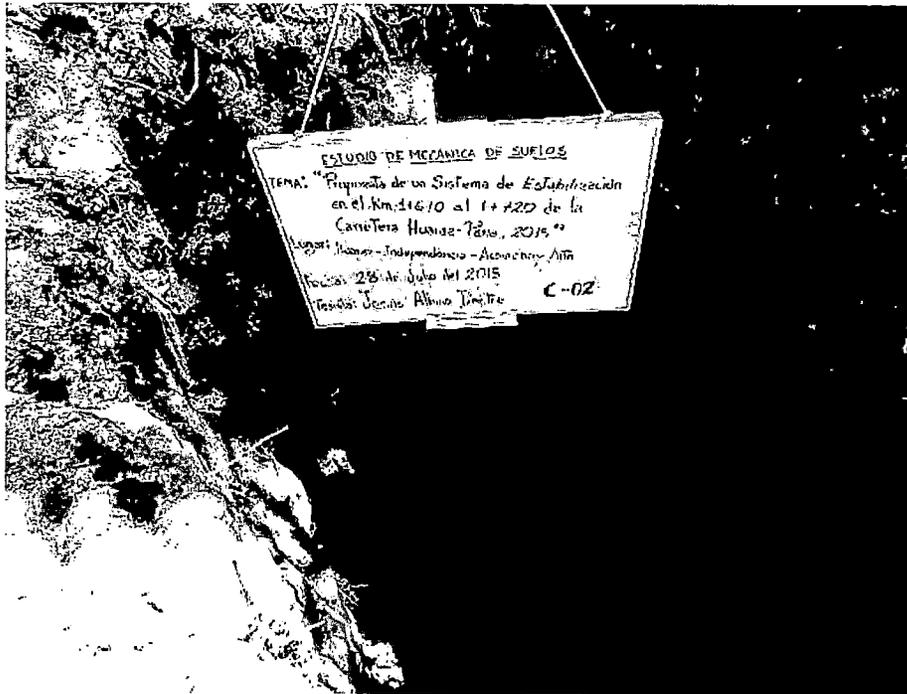


Figura B.6. Se muestra la profundidad y los estratos que conforman la calicata C-2

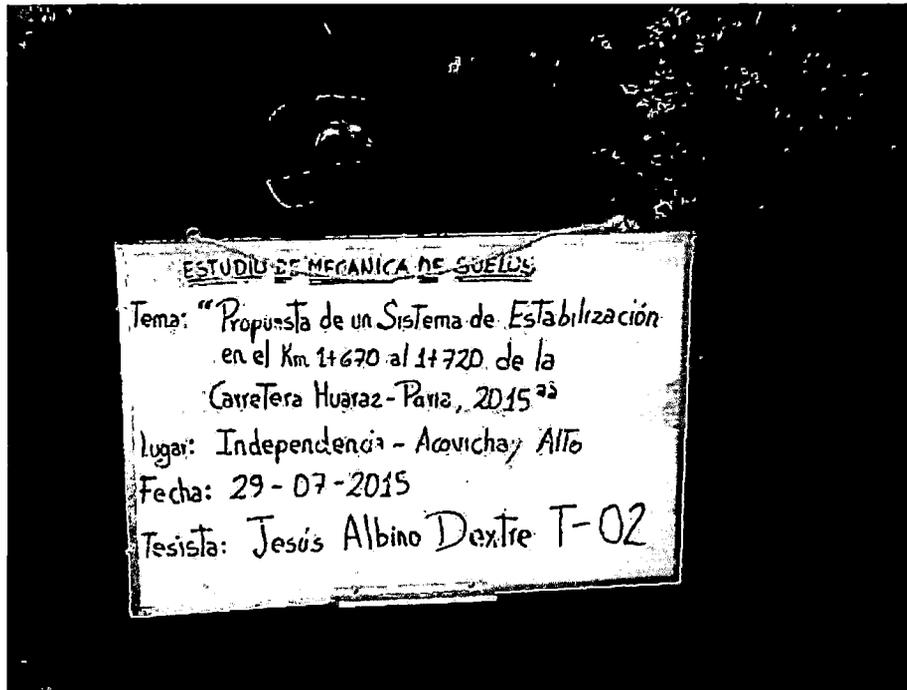


Figura B.7. Se muestra la Trinchera T-02, previa al muestreo.

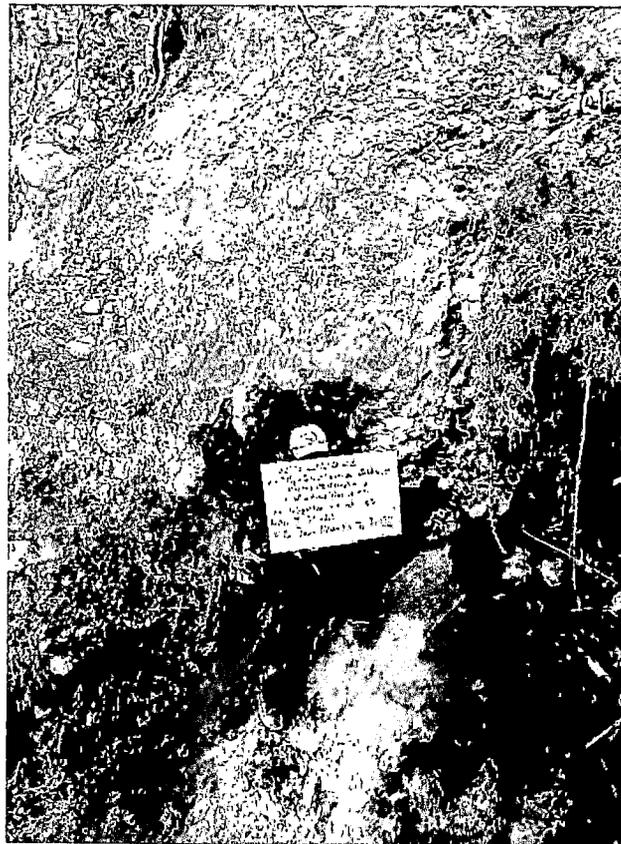


Figura B.8. Se Observa la homogeneidad del suelo, en la Trinchera T-02.

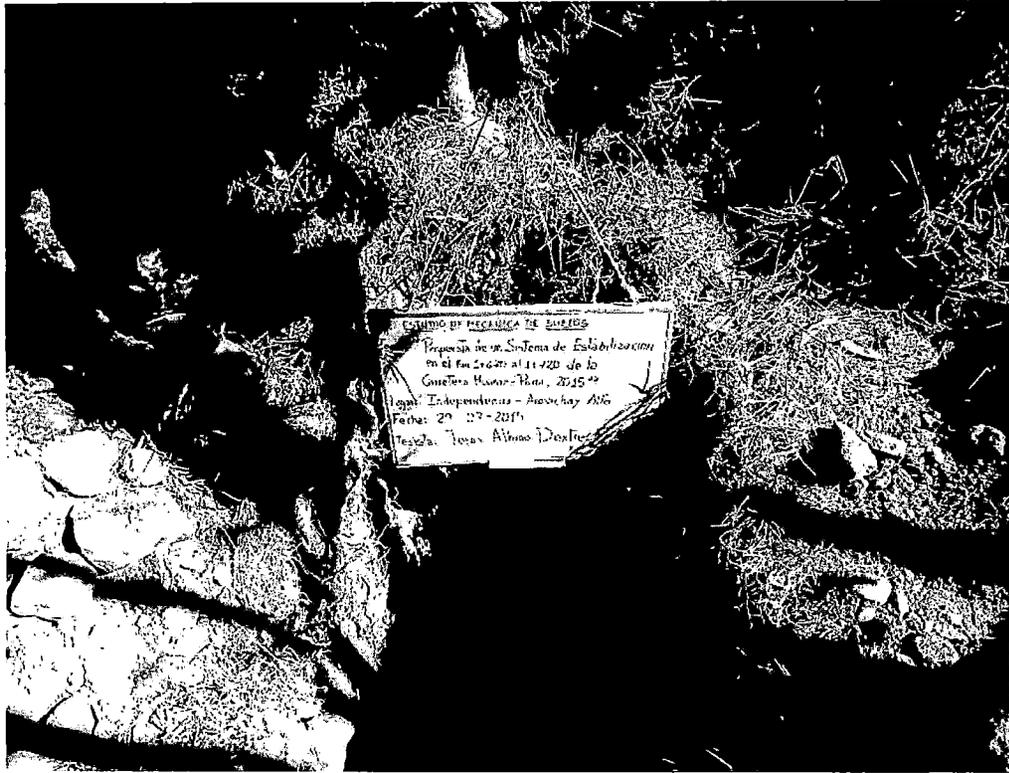


Figura B.9. Se muestra la calicata C-04, no hay presencia de nivel freático.

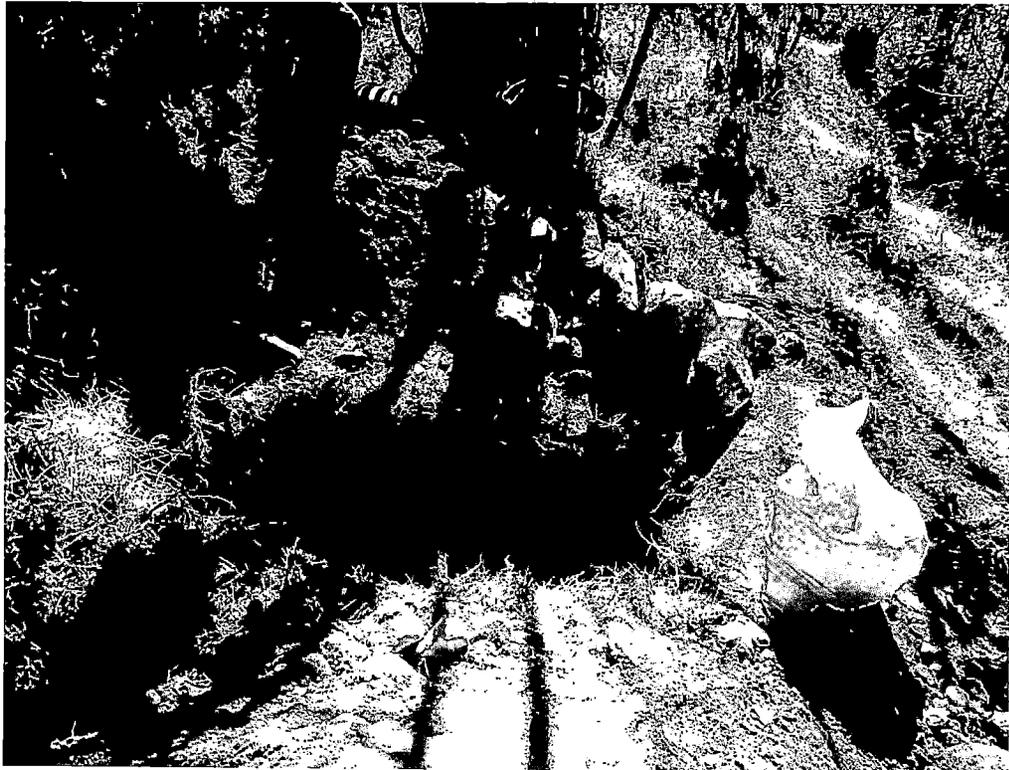


Figura B.10. Se muestra la calicata C-04, existe bloque y bolones.



Figura B.11. Se muestra el inicio de excavacion de calicata C-01.



Figura B.12. Vista final de la Calicata C-01, despues de concluida la excavación.

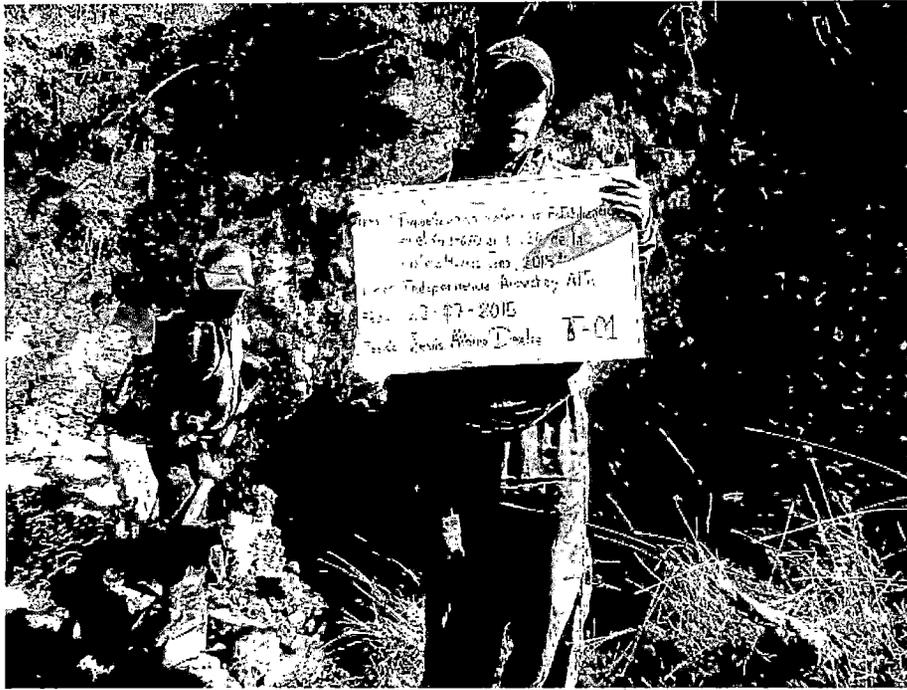


Figura B.13. Se mostra la trinchera T-01, previa a la obtención de muestras.



Figura B.14. Vista final de la Trincheira luego del muestreo, observando un suelo heterogeneo.



Figura B.15. Se muestra la calicata C-03.

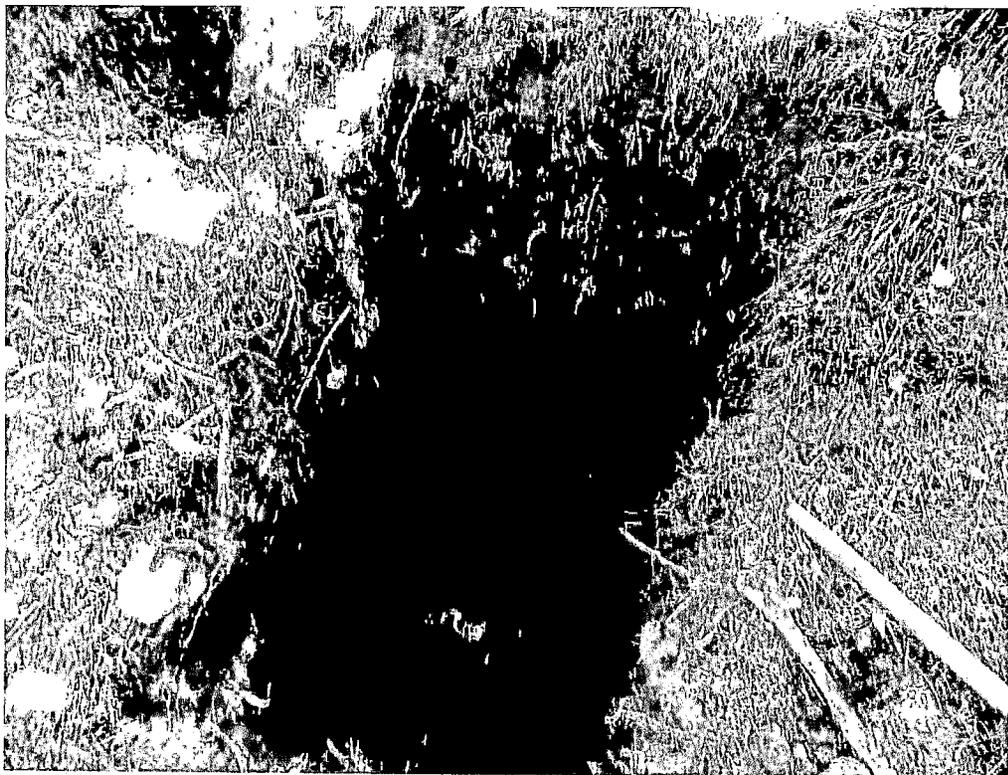
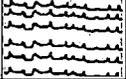
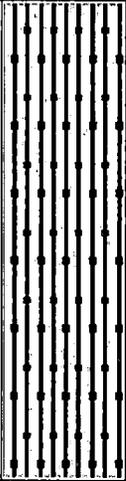


Figura B.16. Se muestra la heterogeneidad del suelos, además la existencia de nivel freático.

A.1.3.- Registro Estratigráfico.

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA REGISTRO DE SONDAJES Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488						CALICATA N° C-01	
Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"			NIVEL FREÁTICO : Existe		REGISTRADO POR : Jesús Albino		
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH			REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre		FECHA : Julio del 2015		
Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)			FECHA. 27/07/2015 Y 28/07/2015				
P R O F U N D . (m)	E E S P T E R S A O T R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCION DEL MATERIAL	O B T E N I D A S	LIMITES	
		CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO GRÁFICO			LL (%)	LP. (%)
	0.30			Material de cultivo con presencia de raíces	S/M	—	—
0.50 1.00 1.50	1.70	SM		Suelo de arena limosa con grava, presenta un color entre zinc y plateado, el olor natural, presencia de 10% de bloque y bolones, subangulosa, humedad baja, consistencia suave, estructura homogénea, cementación moderada y presencia de nivel freático en la calicata a 1.50m. Grava = 31.68% Arena = 51.13% Finos = 17.19%	mab-1	NP	NP
2.00 2.50 3.00	1.00	GM		Suelo grava limosa con arena, presenta un 15% de bloques y bolones, subredondeada, color entre ocre y siena (amarillo indio), olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. Existe suelo saturado. Grava = 40.08% Arena = 38.74% Finos = 21.18%	mab-2	NP	NP
3.50 4.00							

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
REGISTRO DE SONDAJES
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488

CALICATA N°
C-02

Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"

NIVEL FREÁTICO : Existe

REGISTRADO POR : Jesús Albino

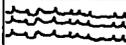
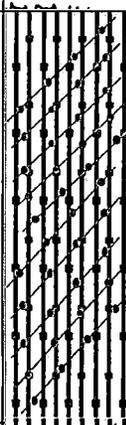
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre

Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)

FECHA : Julio del 2015

FECHA. 27/07/2015 Y 28/07/2015

P R O F U N D . (m)	E E S P T E R S A O T R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	O B T E N I D O S	LÍMITES	
		CLASIF. (SUCS) (AASHTO)	SÍMBOLO GRÁFICO			LL (%)	LP. (%)
0.20				Material de cultivo con presencia de raíces	S/M	—	—
0.50	1.60	SC-SM		Suelo arena limo-arcillosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color gris y plata, olor natural, humedad baja, consistencia suave, estructura homogénea y cementación débil. No se evidencia la presencia de nivel freático. Grava = 33.74% Arena = 47.82% Finos = 18.45%	mab-1	19	15
1.50	1.24	SC-SM		Suelo arena limo-arcillosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color gris y plata, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación débil. Se evidencia la presencia de nivel freático. Grava = 21.64% Arena = 50.45% Finos = 27.91%	mab-2	22	16
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							

**EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
REGISTRO DE SONDAJES
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488**

CALICATA N°

C-03

Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"

NIVEL FREÁTICO : Existe

REGISTRADO POR : Jesús Albino

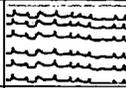
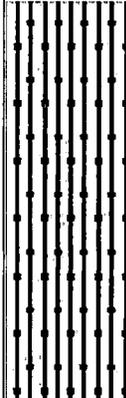
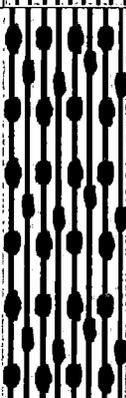
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre

Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)

FECHA : Julio del 2015

FECHA, 27/07/2015 Y 28/07/2015

P R O F U N D . (m)	E S P E R S A O T R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	O B S E R V A C I O N E S	LÍMITES	
		CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO GRÁFICO			LL	LP.
		(AASHTO)				(%)	(%)
0.30				Material de cultivo con presencia de raíces	S/M	—	—
0.50	1.40	SM		Suelo arena limosa con grava, presenta 5% de bloques y bolones, color entre ocre y siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación débil. Se observa la presencia de nivel freático a una altura de 1.10m. Grava = 38.71% Arena = 42.97% Finos = 18.32%	mab-1	NP	16
1.50	1.40	GM		Suelo de grava limosa con grava, presenta un 5% de bloques y bolones, subredondeada, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. Al existir nivel freático se presenta un suelo saturado. Grava = 42.19% Arena = 39.34% Finos = 18.47%	mab-2	NP	16
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							

**EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
REGISTRO DE SONDAJES
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488**

CALICATA N°

C-04

Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"

NIVEL FREÁTICO : Existe

REGISTRADO POR : Jesús Albino

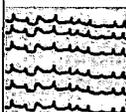
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

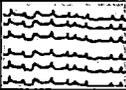
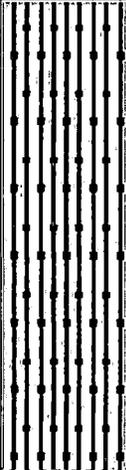
REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre

Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)

FECHA : Julio del 2015

FECHA, 27/07/2015 Y 28/07/2015

P R O F U N D . (m)	E E S P T E R S A O T O R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCION DEL MATERIAL	O B T E N I D O S S	LIMITES	
		CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO GRÁFICO			LL	LP.
		(AASHTO)				(%)	(%)
0.40				Material de cultivo con presencia de raíces	S/M	--	--
0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00	2.60	SM		Suelo arena limosa con grava, presenta un 12% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. No se evidencia la existencia de nivel freático. Grava = 36.53% Arena = 49.90% Finos = 23.57%	mab-1	NP	NP
3.50 4.00							

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA REGISTRO DE SONDAJES Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488						CALICATA N° T-01	
Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"			NIVEL FREÁTICO : Existe			REGISTRADO POR : Jesús Albino	
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH			REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre			FECHA : Julio del 2015	
Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)			FECHA: 27/07/2015 Y 28/07/2015				
P R O F U N D . (m)	E E S P T E R S A O T R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	O B T E N I D A S	LÍMITES	
		CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO GRÁFICO			LL	LP.
		(AASHTO)				(%)	(%)
	0.30			Material de cultivo con presencia de raíces			
	1.60	SM		Suelo arena limosa con grava, presenta un 12% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. No se evidencia la existencia de nivel freático. Grava = 25.96% Arena = 49.72% Finos = 24.32%	mab-1	NP	NP
	1.40	GM		Suelo de grava limosa con grava, presenta un 15% de bloques y bolones, subredondeada, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. Grava = 42.20% Arena = 38.69% Finos = 16.11%	mab-2	NP	NP
	4.00						

**EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
REGISTRO DE SONDAJES
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-5488**

**CALICATA N°
T-02**

Tesis : "Propuesta de un Sistema de Estabilización en el Km 1+670 al 1+720 de la Carretera Huaraz-Paria"

NIVEL FREÁTICO : Existe

REGISTRADO POR : Jesús Albino

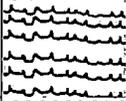
Ubicación : ACOVICHAY ALTO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

REVISADO POR : Bach. Jesús Albino Dextre

Tipo de Sondaje : CALICATA (a cielo abierto)

FECHA : Julio del 2015

FECHA: 27/07/2015 Y 28/07/2015

P R O F U N D . (m)	E S P E R S A O T O R O (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	O B T E N I D O S S	LÍMITES	
		CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO GRÁFICO			LL	LP.
		(AASHTO)				(%)	(%)
0.40				Material de cultivo con presencia de raíces	S/M	—	—
0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00 3.50	3.20	SM		Suelo arena limosa con grava, presenta un 10% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad baja, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. Se evidencia la existencia de nivel freático a 4.20m. Grava = 37.63% Arena = 44.78% Finos = 17.59%	mab-1	NP	NP
4.00 4.50 5.00	1.40	SM		Suelo arena limosa con grava, presenta un 15% de bloques y bolones, color siena, olor natural, humedad alta, consistencia firme, estructura homogénea y cementación moderada. Existe suelo saturado. Grava = 31.80% Arena = 47.41% Finos = 26.79%	mab-2	NP	NP

A.2.- INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

A.2.1.- Ensayos de laboratorio.

A.2.1.1.- Ensayos Estándar de Laboratorio.

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
LUGAR	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.

		C-1	C-1		
POZO N°		C-1	C-1		
MUESTRA		mab-1	mab-2		
PROFUNDIDAD		0.00 - 2.00 m.	2.00 - 3.00 m.		
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	100.00		
	1 1/2"	92.04	72.23		
	3/4"	82.85	67.19		
	3/8"	76.51	64.34		
	# 4	68.32	59.92		
	# 8	54.94	51.52		
	# 16	46.92	45.12		
	# 30	36.51	37.29		
	# 50	32.55	34.09		
	# 100	21.03	23.50		
# 200	17.19	21.18			
Coef. de Uniformidad Cu		--	--		
Coef. de Curvatura Cc		--	--		
Porcentaje de Material	Grava	31.68	40.08		
	Arena	51.13	38.74		
	Finos	17.19	21.18		
Mitad de Fracción Gruesa		41.41	39.41		
Límites de Consistencia	L.L.	N.P.	N.P.		
	L.P.	N.P.	N.P.		
	I.P.	N.P.	N.P.		
Humedad Natural (%)		5.06	10.26		
Clasificación SUCS		SM	GM		
Descripción		Arena limosa con grava	Grava limosa con arena		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	228.06	217.45
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	219.50	208.09
Peso Contenedor	Mc	35.60	36.58
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	183.90	171.51
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	8.56	9.36
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	4.65	5.46

Humedad Promedio (%)	5.06
-----------------------------	-------------

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	229.95	223.34
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	212.53	205.60
Peso Contenedor	Mc	38.29	36.87
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	174.24	168.73
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	17.42	17.74
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	10.00	10.51

Humedad Promedio (%)	10.26
-----------------------------	--------------

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

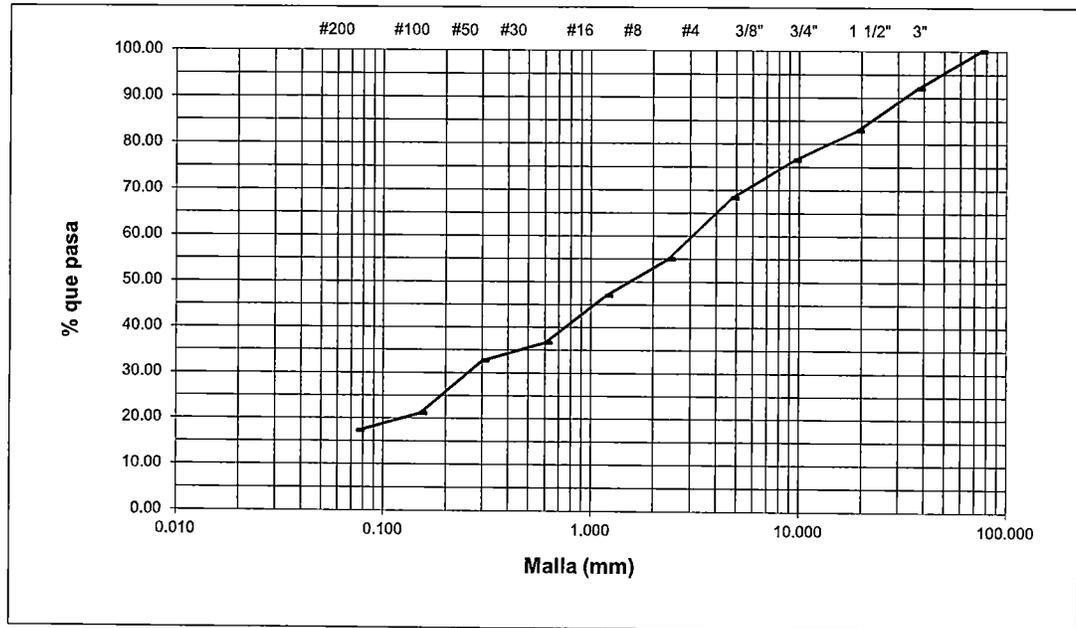
Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

Peso Inicial Seco (gr)	=	3091.40	% que pasa N° 200 =	17.19
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1521.80	P. Retenido 3"(gr) =	0.00

Tamaño Máximo : 1 1/2"

Abertura de Tamices ASTM E11	mm	Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	246.10	7.96	7.96	92.04
3/4"	19.000	284.20	9.19	17.15	82.85
3/8"	9.500	196.00	6.34	23.49	76.51
# 4	4.750	253.10	8.19	31.68	68.32
# 8	2.360	413.60	13.38	45.06	54.94
# 16	1.180	18.80	8.02	53.08	46.92
# 30	0.600	24.40	10.41	63.49	36.51
# 50	0.300	9.30	3.97	67.45	32.55
# 100	0.150	27.00	11.52	78.97	21.03
# 200	0.075	9.00	3.84	82.81	17.19
< 200	Fondo	40.30	17.19	100.00	0.00



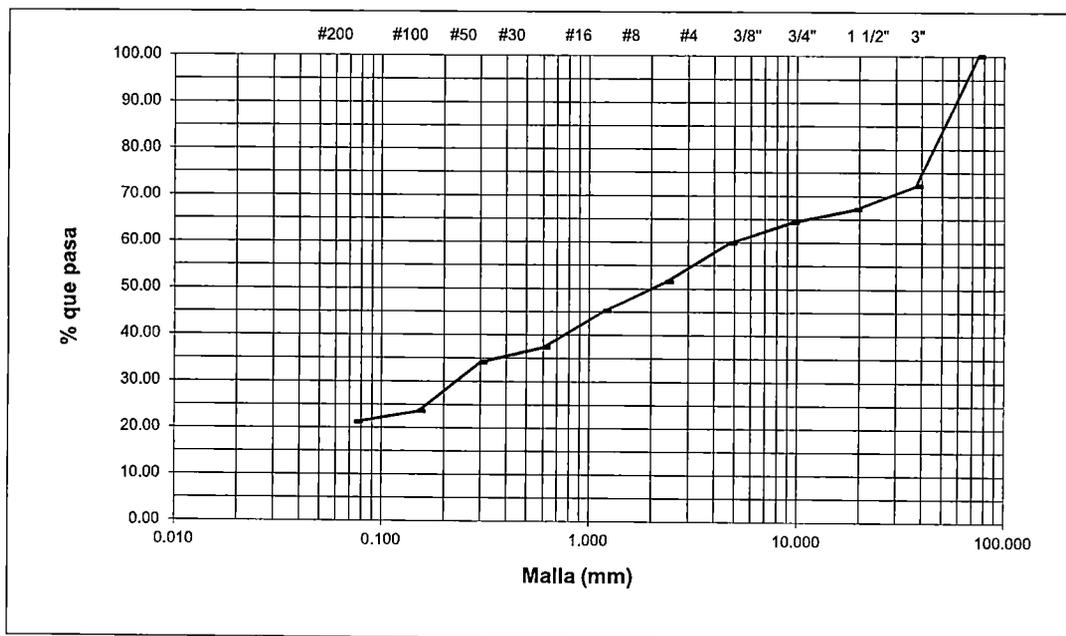
% GRAVA	31.68	% Gruesa :	17.15	D60 (mm) =	3.264
		% Fina :	14.53	D30 (mm) =	0.267
% ARENA	51.13	% Gruesa :	13.38	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	18.43	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	19.32	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	17.19				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria				
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015			
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.			
Calicata	: C-1	Muestra	: mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.	
Peso Inicial Seco (gr)	=	3718.70	% que pasa N° 200 =	21.18	
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1931.90	P. Retenido 3"(gr) =	0.00	
			Tamaño Máximo :	1 1/2"	

ASTM E11	Abertura de Tamices mm	Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	1032.50	27.77	27.77	72.23
3/4"	19.000	187.70	5.05	32.81	67.19
3/8"	9.500	106.00	2.85	35.66	64.34
# 4	4.750	164.20	4.42	40.08	59.92
# 8	2.360	312.60	8.41	48.48	51.52
# 16	1.180	16.00	6.39	54.88	45.12
# 30	0.600	19.60	7.83	62.71	37.29
# 50	0.300	8.00	3.20	65.91	34.09
# 100	0.150	26.50	10.59	76.50	23.50
# 200	0.075	5.80	2.32	78.82	21.18
< 200	Fondo	53.00	21.18	100.00	0.00



% GRAVA	40.08	% Gruesa :	32.81	D60 (mm) =	4.834
		% Fina :	7.27	D30 (mm) =	0.242
% ARENA	38.74	% Gruesa :	8.41	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	14.23	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	16.11	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	21.18				

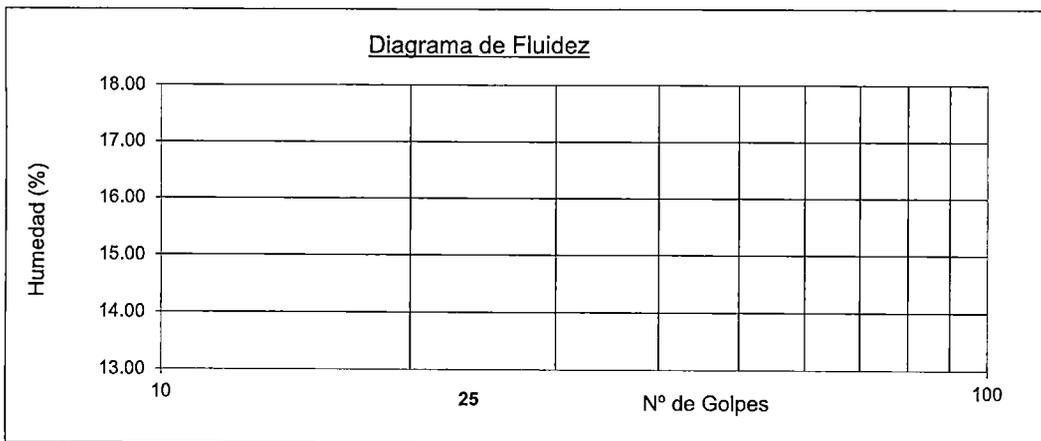
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	18	22	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	26.22	26.29	
P.Suelo Seco+Rec.	23.43	23.59	
Peso del Recipiente	7.51	7.80	
Peso Suelo Seco	15.92	15.79	
Peso del Agua	2.79	2.70	
C. de Humedad %	17.53	17.10	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Indice Plasticidad = N.P.

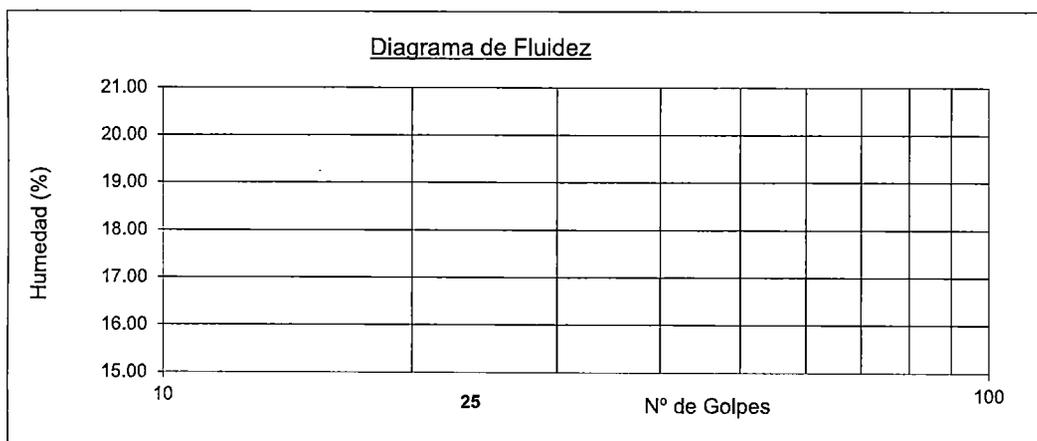
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1 Muestra : mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	19	--	
P.Suelo Húmedo+Rec.	23.45		
P.Suelo Seco+Rec.	20.56		
Peso del Recipiente	6.60		
Peso Suelo Seco	13.96		
Peso del Agua	2.89		
C. de Humedad %	20.70		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Índice Plasticidad = N.P.

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo (M _b)	776.50	733.00
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	126.30	125.60
Masa recipiente gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B) gr (M ₀)	126.30	125.60
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))	2.56	2.57
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)	2.57	

Observación:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	775.10	733.50
Masa muestra seco al horno + recip.	124.10	125.80
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno ($M_0 = A-B$)	124.10	125.80
Peso Específico Relativo de Sólidos ($G_s = M_0 / (M_0 + (M_a - M_b))$)	2.56	2.59
Peso Específico Relativo de Sólidos (G_s) (B/E)	2.58	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz	Fecha : Agosto 2015	
CALICATA	: C-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

DETERMINACIÓN DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	6758.6	6774.1	6784.5	7516.2	7530.4	7526.7
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	3952.6	3968.1	3978.5	4710.2	4724.4	4720.7
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1411	1416	1420	1681	1686	1685
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1420			1680		
Contenido de Humedad Natural (%)	5.06			5.06		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,492			1,765		

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
CALICATA	: C-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	1	1	1	1	1
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	6981.6	6993.1	6989.4	7946.1	7954.2	7966.7
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4175.6	4187.1	4183.4	5140.1	5148.2	5160.7
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1490	1494	1493	1834	1837	1842
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1490			1840		
Contenido de Humedad Natural (%)	10.26			10.26		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,643			2,029		

Observación:

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paría	Fecha : Agosto 2015
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Muestreado por : J.J.D.A.D.
LUGAR	: Paría - Independencia - Huaraz	

POZO N°	C-2	C-2			
MUESTRA	mab-1	mab-2			
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.80 m.	1.80 - 3.04 m.			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	100.00		
	1 1/2"	93.77	95.44		
	3/4"	81.05	90.41		
	3/8"	74.53	84.72		
	# 4	66.26	78.36		
	# 8	54.36	67.51		
	# 16	47.05	59.92		
	# 30	37.49	49.48		
	# 50	33.53	45.11		
	# 100	22.10	32.02		
# 200	18.45	27.91			
Coef. de Uniformidad Cu	--	--			
Coef. de Curvatura Cc	--	--			
Porcentaje de Material	Grava	33.74	21.64		
	Arena	47.82	50.45		
	Finos	18.45	27.91		
Mitad de Fracción Gruesa	40.78	36.05			
Límites de Consistencia	L.L.	19	22		
	L.P.	15	16		
	I.P.	4	6		
Humedad Natural (%)	11.14	12.31			
Clasificación SUCS	SC-SM	SC-SM			
Descripción	Arena limo-arcillosa con grava	Arena limo-arcillosa con grava			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.80 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	219.46	211.42
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	201.98	193.30
Peso Contenedor	Mc	40.70	34.90
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	161.28	158.40
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	17.48	18.12
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	10.84	11.44

Humedad Promedio (%)	11.14
-----------------------------	--------------

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	212.12	227.10
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	193.63	205.88
Peso Contenedor	Mc	38.06	39.20
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	155.57	166.68
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	18.49	21.22
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	11.89	12.73

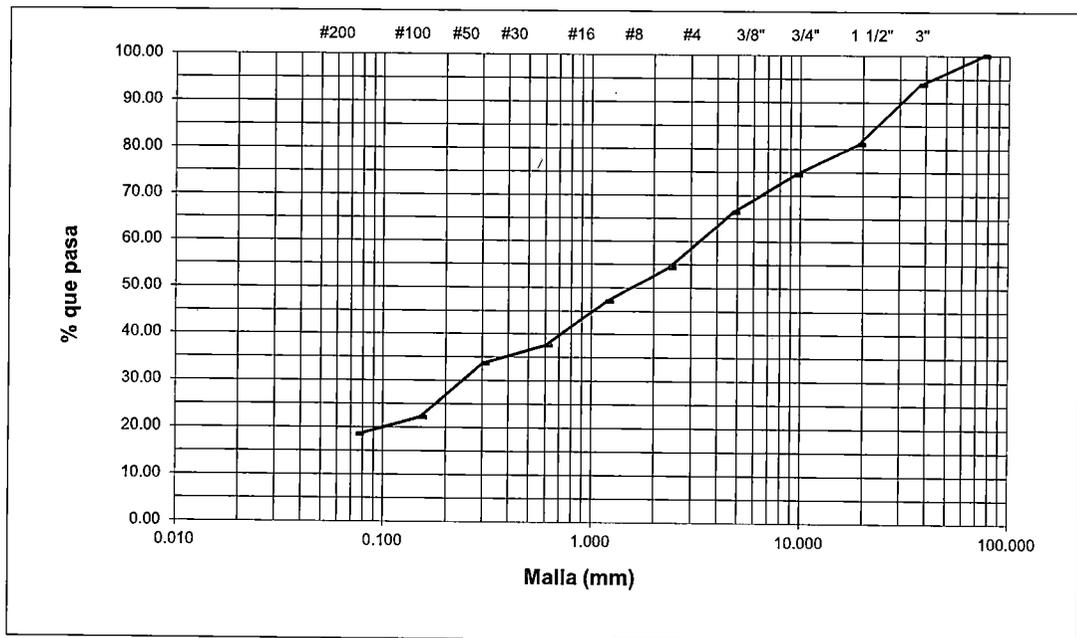
Humedad Promedio (%)	12.31
-----------------------------	--------------

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.80 m.
Peso Inicial Seco (gr)	=	3197.20	% que pasa N° 200 = 18.45
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1587.10	P. Retenido 3"(gr) = 0.00
			Tamaño Máximo : 1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	199.30	6.23	6.23	93.77
3/4"	19.000	406.60	12.72	18.95	81.05
3/8"	9.500	208.50	6.52	25.47	74.53
# 4	4.750	264.20	8.26	33.74	66.26
# 8	2.360	380.60	11.90	45.64	54.36
# 16	1.180	17.20	7.31	52.95	47.05
# 30	0.600	22.50	9.56	62.51	37.49
# 50	0.300	9.30	3.95	66.47	33.53
# 100	0.150	26.90	11.43	77.90	22.10
# 200	0.075	8.60	3.66	81.55	18.45
< 200	Fondo	43.40	18.45	100.00	0.00



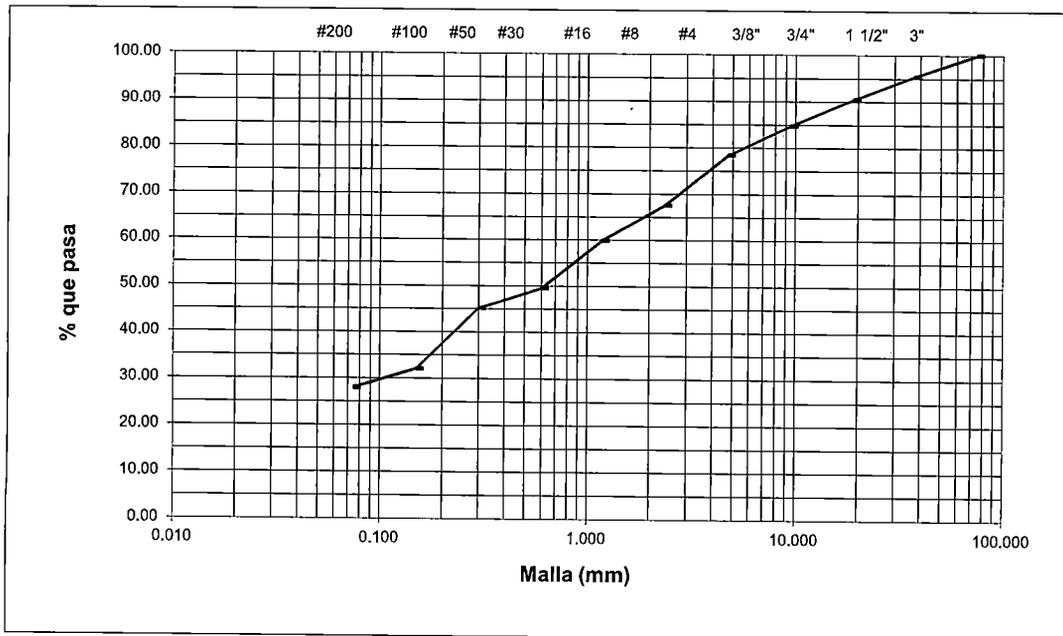
% GRAVA	33.74	% Gruesa :	18.95	D60 (mm) =	3.492
		% Fina :	14.78	D30 (mm) =	0.254
% ARENA	47.82	% Gruesa :	11.90	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	16.87	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	19.04	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	18.45				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.
Peso Inicial Seco (gr)	= 2844.50	% que pasa N° 200 =	27.91
Peso Lavado y Seco (gr)	= 1054.00	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
		Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	129.70	4.56	4.56	95.44
3/4"	19.000	143.20	5.03	9.59	90.41
3/8"	9.500	161.80	5.69	15.28	84.72
# 4	4.750	180.90	6.36	21.64	78.36
# 8	2.360	308.50	10.85	32.49	67.51
# 16	1.180	14.60	7.59	40.08	59.92
# 30	0.600	20.10	10.45	50.52	49.48
# 50	0.300	8.40	4.37	54.89	45.11
# 100	0.150	25.20	13.10	67.98	32.02
# 200	0.075	7.90	4.11	72.09	27.91
< 200	Fondo	53.70	27.91	100.00	0.00



% GRAVA	21.64	% Gruesa :	9.59	D60 (mm) =	1.192
		% Fina :	12.05	D30 (mm) =	0.113
% ARENA	50.45	% Gruesa :	10.85	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	18.03	Coef. Unif. (Cu) =	-. -
		% Fina :	21.57	Coef. Conc. (Cc) =	-. -
% FINOS	27.91				

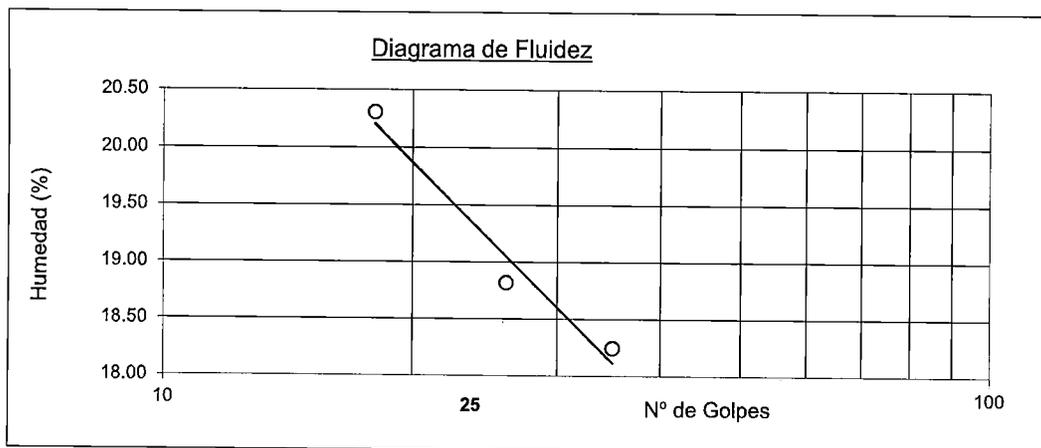
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 1.80 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	18	26	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.11	25.83	23.32
P.Suelo Seco+Rec.	21.79	22.93	20.74
Peso del Recipiente	5.44	7.52	6.60
Peso Suelo Seco	16.35	15.41	14.14
Peso del Agua	3.32	2.90	2.58
C. de Humedad %	20.31	18.82	18.25



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	22.60	24.85
P.Suelo Seco+Rec.	21.61	23.62
Peso del Recipiente	15.07	15.50
Peso Suelo Seco	6.54	8.12
Peso del Agua	0.99	1.23
C. de Humedad %	15.14	15.15

Limite Líquido = 19

Limite Plástico = 15

Indice Plasticidad = 4

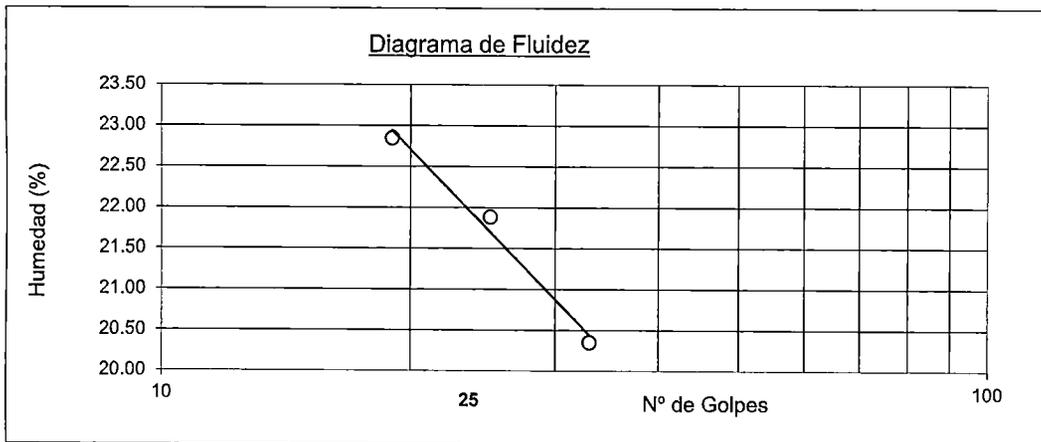
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2 Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	19	25	33
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.96	32.18	28.47
P.Suelo Seco+Rec.	22.56	28.79	25.01
Peso del Recipiente	7.68	13.30	8.01
Peso Suelo Seco	14.88	15.49	17.00
Peso del Agua	3.40	3.39	3.46
C. de Humedad %	22.85	21.89	20.35



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	23.94	24.54
P.Suelo Seco+Rec.	22.76	23.27
Peso del Recipiente	15.07	15.18
Peso Suelo Seco	7.69	8.09
Peso del Agua	1.18	1.27
C. de Humedad %	15.34	15.70

Limite Líquido = 22

Limite Plástico = 16

Indice Plasticidad = 6

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.80 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	775.50	733.40
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	126.60	128.60
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	126.60	128.60
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.50	2.50
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.50	

Observación:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera		
	Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a) 699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b) 776.20	732.20
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A) 125.30	123.70
Masa recipiente	gr (B) 0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀) 125.30	123.70
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))	2.58	2.59
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)	2.59	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
CALICATA	: C-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.80 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7122.6	7138.7	7149.9	8141.6	8164.1	8151.3
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4316.6	4332.7	4343.9	5335.6	5358.1	5345.3
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1540	1546	1550	1904	1912	1908
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1550			1910		
Contenido de Humedad Natural (%)	11.14			11.14		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,723			2,123		

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
CALICATA	: C-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	6743.8	6734.0	6751.4	7555.9	7567.1	7548.3
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	3937.8	3928.0	3945.4	4749.9	4761.1	4742.3
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1405	1402	1408	1695	1699	1692
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1410			1700		
Contenido de Humedad Natural (%)	12.31			12.31		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,584			1,909		

Observación:

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
LUGAR	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.

POZO N°	C-3	C-3			
MUESTRA	mab-1	mab-2			
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70 m.	1.70 - 3.10 m.			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	100.00		
	1 1/2"	79.00	82.22		
	3/4"	66.62	70.94		
	3/8"	64.47	64.80		
	# 4	61.29	57.81		
	# 8	51.60	48.30		
	# 16	44.51	41.64		
	# 30	35.30	34.12		
	# 50	31.75	31.09		
	# 100	21.35	21.43		
	# 200	18.32	18.47		
Coef. de Uniformidad Cu	--	--			
Coef. de Curvatura Cc	--	--			
Porcentaje de Material	Grava	38.71	42.19		
	Arena	42.97	39.34		
	Finos	18.32	18.47		
Mitad de Fracción Gruesa	40.84	40.77			
Límites de	L.L.	N.P.	16		
	L.P.	N.P.	16		
Consistencia	I.P.	N.P.	0		
Humedad Natural (%)	9.57	9.26			
Clasificación SUCS	SM	GM			
Descripción	Arena limosa con grava	Grava limosa con arena			

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-3	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.70 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	201.30	195.20
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	187.17	180.93
Peso Contenedor	Mc	35.87	35.25
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	151.30	145.68
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	14.13	14.27
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	9.34	9.80

Humedad Promedio (%)	9.57
-----------------------------	-------------

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-3	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.70 - 3.10 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	219.23	244.49
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	204.47	226.26
Peso Contenedor	Mc	37.12	38.41
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	167.35	187.85
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	14.76	18.23
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	8.82	9.70

Humedad Promedio (%)	9.26
-----------------------------	-------------

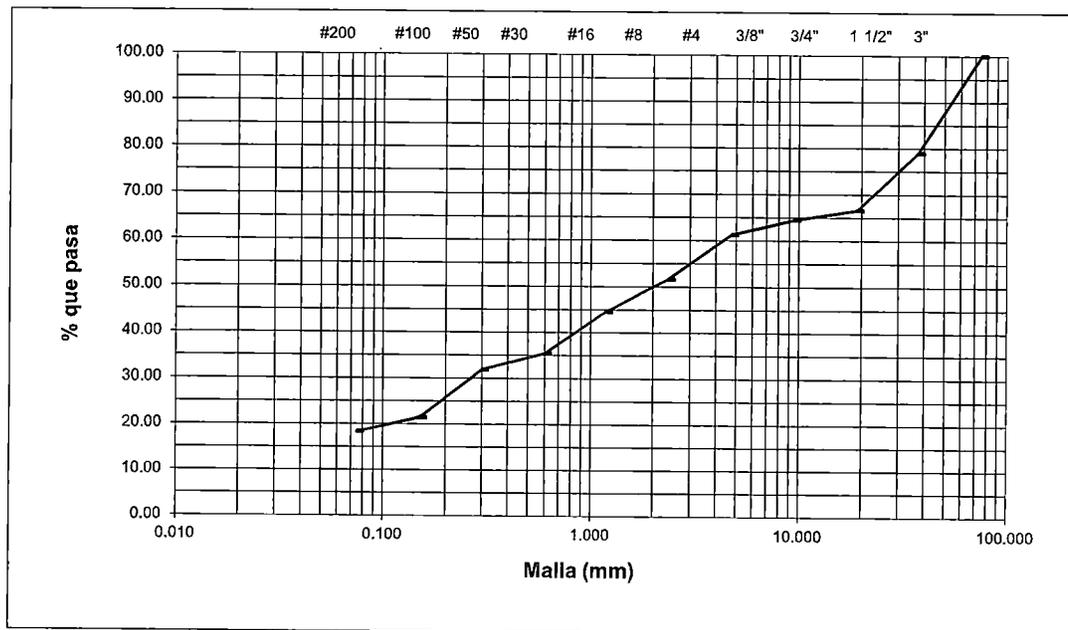
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-3	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.70 m.

Peso Inicial Seco (gr)	=	3297.40	% que pasa N° 200 =	18.32
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1726.80	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
			Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	692.30	21.00	21.00	79.00
3/4"	19.000	408.50	12.39	33.38	66.62
3/8"	9.500	70.80	2.15	35.53	64.47
# 4	4.750	104.80	3.18	38.71	61.29
# 8	2.360	319.40	9.69	48.40	51.60
# 16	1.180	18.00	7.09	55.49	44.51
# 30	0.600	23.40	9.22	64.70	35.30
# 50	0.300	9.00	3.55	68.25	31.75
# 100	0.150	26.40	10.40	78.65	21.35
# 200	0.075	7.70	3.03	81.68	18.32
< 200	Fondo	46.50	18.32	100.00	0.00



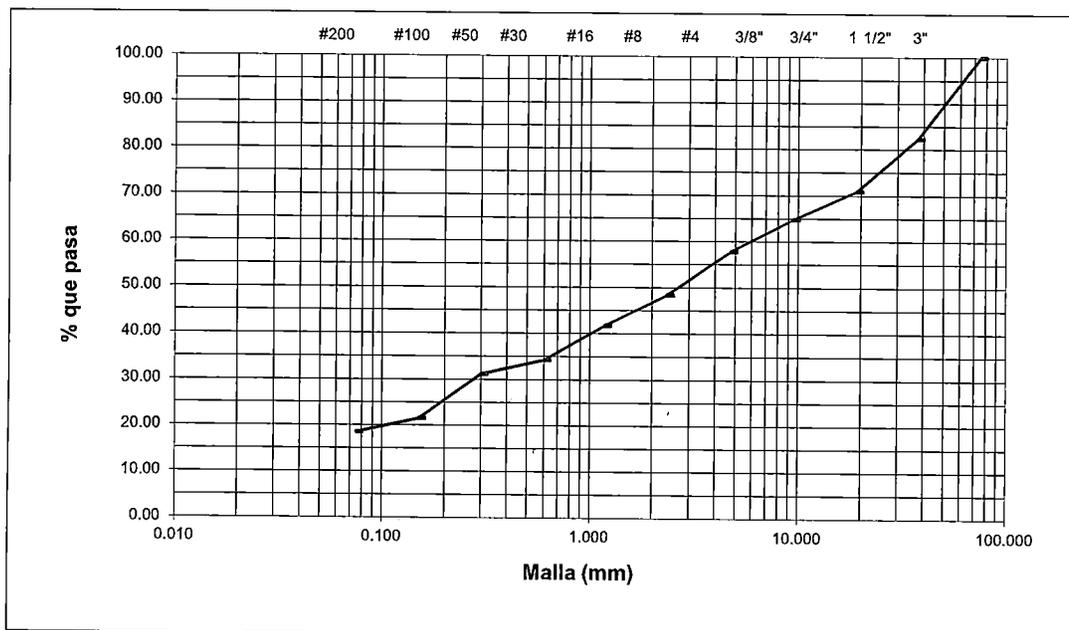
% GRAVA	38.71	% Gruesa :	33.38	D60 (mm) =	4.432
		% Fina :	5.33	D30 (mm) =	0.275
% ARENA	42.97	% Gruesa :	9.69	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	16.31	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	16.98	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	18.32				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-3	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.70 - 3.10 m.
Peso Inicial Seco (gr)	= 4380.10	% que pasa N° 200 =	18.47
Peso Lavado y Seco (gr)	= 2395.00	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
		Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	778.70	17.78	17.78	82.22
3/4"	19.000	494.30	11.29	29.06	70.94
3/8"	9.500	268.60	6.13	35.20	64.80
# 4	4.750	306.40	7.00	42.19	57.81
# 8	2.360	416.50	9.51	51.70	48.30
# 16	1.180	18.00	6.66	58.36	41.64
# 30	0.600	20.30	7.51	65.88	34.12
# 50	0.300	8.20	3.03	68.91	31.09
# 100	0.150	26.10	9.66	78.57	21.43
# 200	0.075	8.00	2.96	81.53	18.47
< 200	Fondo	49.90	18.47	100.00	0.00



% GRAVA	42.19	% Gruesa :	29.06	D60 (mm) =	6.238
		% Fina :	13.13	D30 (mm) =	0.283
% ARENA	39.34	% Gruesa :	9.51	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	14.18	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	15.66	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	18.47				

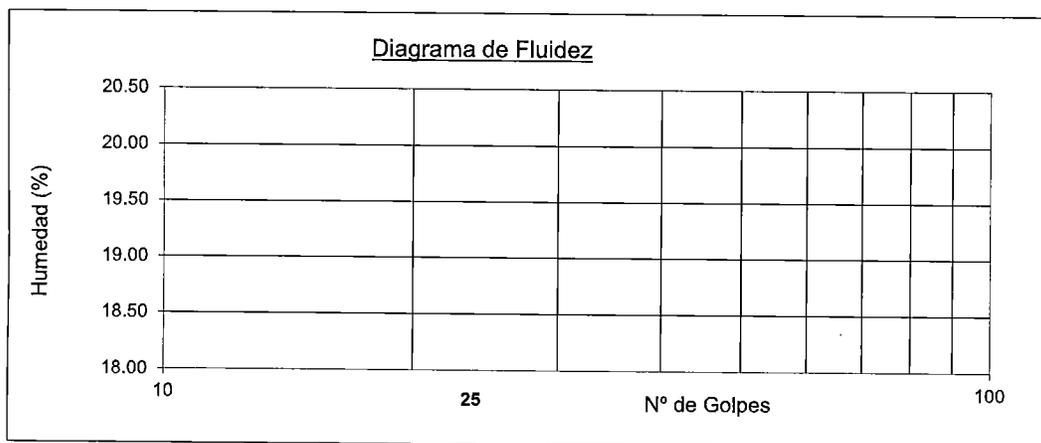
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.70 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	18	26	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.11	25.83	
P.Suelo Seco+Rec.	21.79	22.93	
Peso del Recipiente	5.44	7.52	
Peso Suelo Seco	16.35	15.41	
Peso del Agua	3.32	2.90	
C. de Humedad %	20.31	18.82	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Índice Plasticidad = N.P.

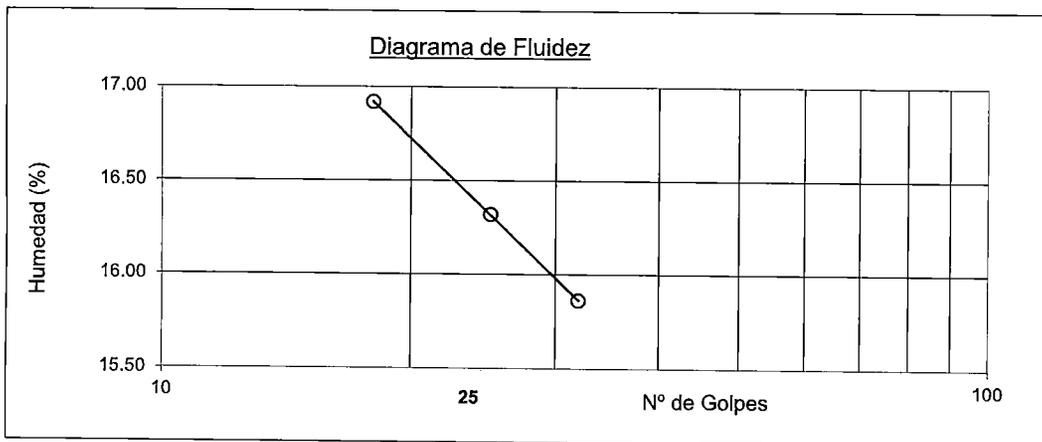
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3 Muestra : mab-2	Profundidad : 1.70 - 3.10 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	18	25	32
P.Suelo Húmedo+Rec.	27.63	27.82	27.23
P.Suelo Seco+Rec.	24.71	25.00	24.54
Peso del Recipiente	7.45	7.72	7.58
Peso Suelo Seco	17.26	17.28	16.96
Peso del Agua	2.92	2.82	2.69
C. de Humedad %	16.92	16.32	15.86



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	23.60	17.85
P.Suelo Seco+Rec.	22.48	16.84
Peso del Recipiente	15.50	10.54
Peso Suelo Seco	6.98	6.30
Peso del Agua	1.12	1.01
C. de Humedad %	16.05	16.03

Limite Líquido = 16

Limite Plástico = 16

Índice Plasticidad = 0

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Calicata :	C-3	Muestra :	mab-1
		Profundidad :	0.00 - 1.70 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	775.50	732.70
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	124.40	125.50
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	124.40	125.50
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.57	2.56
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.57	

Observación:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Calicata :	C-3	Muestra :	mab-2
		Profundidad :	1.70 - 3.10 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	775.60	732.80
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	127.90	129.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	127.90	129.00
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.47	2.46
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.47	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS : Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera
 Huaraz - Paria
 TESISTA : Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre
 UBICACIÓN : Paria - Independencia - Huaraz
 Fecha : Agosto 2015
 CALICATA : C-3 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.70 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
 (NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	1	1	1	1	1
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7261.1	7274.6	7248.9	8228.7	8233.4	8242.6
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4455.1	4468.6	4442.9	5422.7	5427.4	5436.6
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1590	1595	1586	1935	1937	1940
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1590			1940		
Contenido de Humedad Natural (%)	9.57			9.57		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,742			2,126		

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
CALICATA	: C-3	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.70 - 3.10 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	Ensayo N°	1	2	3	1	2
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7301.6	7311.7	7324.0	8263.4	8254.9	8284.9
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4495.6	4505.7	4518.0	5457.4	5448.9	5478.9
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m3) $(M=(G-T)/V)$	1604	1608	1612	1948	1945	1955
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)	1610			1950		
Contenido de Humedad Natural (%)	9.26			9.26		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m3)	1,759			2,131		

Observación:

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
LUGAR	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.

POZO N°	C-4				
MUESTRA	mab-1				
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.06 m.				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00			
	1 1/2"	93.69			
	3/4"	83.64			
	3/8"	78.79			
	# 4	73.47			
	# 8	63.60			
	# 16	56.04			
	# 30	45.64			
	# 50	41.23			
	# 100	29.07			
	# 200	23.57			
Coef. de Uniformidad Cu	--				
Coef. de Curvatura Cc	--				
Porcentaje de Material	Grava	26.53			
	Arena	49.90			
	Finos	23.57			
Mitad de Fracción Gruesa	38.22				
Límites de Consistencia	L.L.	N.P.			
	L.P.	N.P.			
	I.P.	N.P.			
Humedad Natural (%)	7.05				
Clasificación SUCS	SM				
Descripción	Arena limosa con grava				

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-4	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.06 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	196.43	200.97
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	185.60	190.77
Peso Contenedor	Mc	39.14	38.78
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	146.46	151.99
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	10.83	10.20
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	7.39	6.71

Humedad Promedio (%)	7.05
-----------------------------	-------------

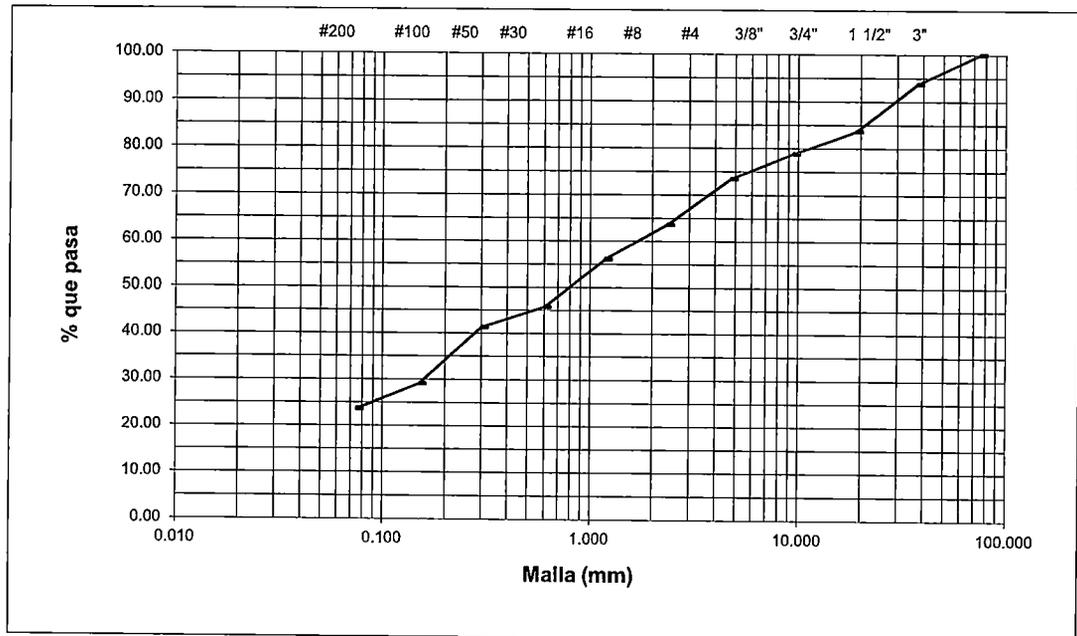
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-4	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.06 m.

Peso Inicial Seco (gr)	=	3037.70	% que pasa N° 200 =	23.57
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1232.80	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
			Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	191.70	6.31	6.31	93.69
3/4"	19.000	305.40	10.05	16.36	83.64
3/8"	9.500	147.20	4.85	21.21	78.79
# 4	4.750	161.70	5.32	26.53	73.47
# 8	2.360	299.70	9.87	36.40	63.60
# 16	1.180	15.10	7.56	43.96	56.04
# 30	0.600	20.80	10.41	54.36	45.64
# 50	0.300	8.80	4.40	58.77	41.23
# 100	0.150	24.30	12.16	70.93	29.07
# 200	0.075	11.00	5.50	76.43	23.57
< 200	Fondo	47.10	23.57	100.00	0.00



% GRAVA	26.53	% Gruesa :	16.36	D60 (mm) =	1.798
		% Fina :	10.17	D30 (mm) =	0.161
% ARENA	49.90	% Gruesa :	9.87	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	17.96	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	22.07	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	23.57				

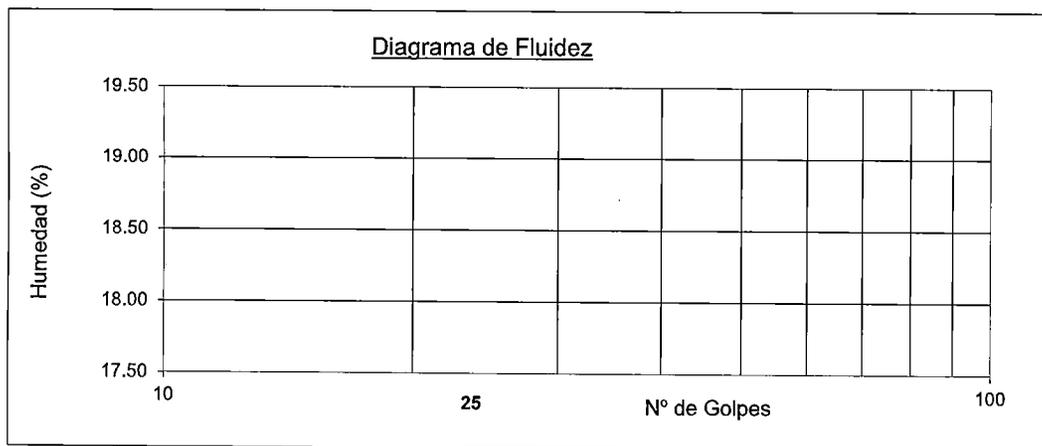
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : #jREF!
Calicata	: C-4 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.06 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	16	23	--	
P.Suelo Húmedo+Rec.	35.01	29.08		
P.Suelo Seco+Rec.	31.53	25.79		
Peso del Recipiente	13.45	7.72		
Peso Suelo Seco	18.08	18.07		
Peso del Agua	3.48	3.29		
C. de Humedad %	19.25	18.21		



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Indice Plasticidad = N.P.

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata :	C-4	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.06 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	774.20	732.80
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	122.20	125.40
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	122.20	125.40
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.57	2.57
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.57	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
CALICATA	: C-4	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.06 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	6758.6	6789.6	6771.7	7516.2	7521.7	7538.9
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	3952.6	3983.6	3965.7	4710.2	4715.7	4732.9
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m3) (M=(G-T)/V)	1411	1422	1415	1681	1683	1689
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)	1420			1680		
Contenido de Humedad Natural (%)	7.05			7.05		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m3)	1,520			1,798		

Observación:

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paría	
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
LUGAR	: Paría - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.

		T-1	T-1		
TRINCHERA		T-1	T-1		
MUESTRA		mab-1	mab-2		
PROFUNDIDAD		0.00 - 1.90 m.	1.90 - 3.07 m.		
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	100.00		
	1 1/2"	87.84	80.54		
	3/4"	83.20	70.30		
	3/8"	80.17	63.41		
	# 4	74.04	54.80		
	# 8	61.52	44.14		
	# 16	54.38	37.59		
	# 30	44.73	29.76		
	# 50	40.67	26.51		
	# 100	28.27	17.29		
	# 200	24.32	16.11		
Coef. de Uniformidad Cu		--	--		
Coef. de Curvatura Cc		--	--		
Porcentaje de Material	Grava	25.96	45.20		
	Arena	49.72	38.69		
	Finos	24.32	16.11		
Mitad de Fracción Gruesa		37.84	41.94		
Límites de Consistencia	L.L.	N.P.	N.P.		
	L.P.	N.P.	N.P.		
	I.P.	N.P.	N.P.		
Humedad Natural (%)		9.61	7.63		
Clasificación SUCS		SM	GM		
Descripción		Arena limosa con grava	Grava limosa con arena		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.90 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	230.70	210.24
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	214.52	194.54
Peso Contenedor	Mc	38.27	38.26
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	176.25	156.28
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	16.18	15.70
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	9.18	10.05

Humedad Promedio (%)	9.61
-----------------------------	-------------

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.90 - 3.07 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	202.44	232.45
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	190.17	219.53
Peso Contenedor	Mc	38.66	39.06
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	151.51	180.47
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	12.27	12.92
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	8.10	7.16

Humedad Promedio (%)	7.63
-----------------------------	-------------

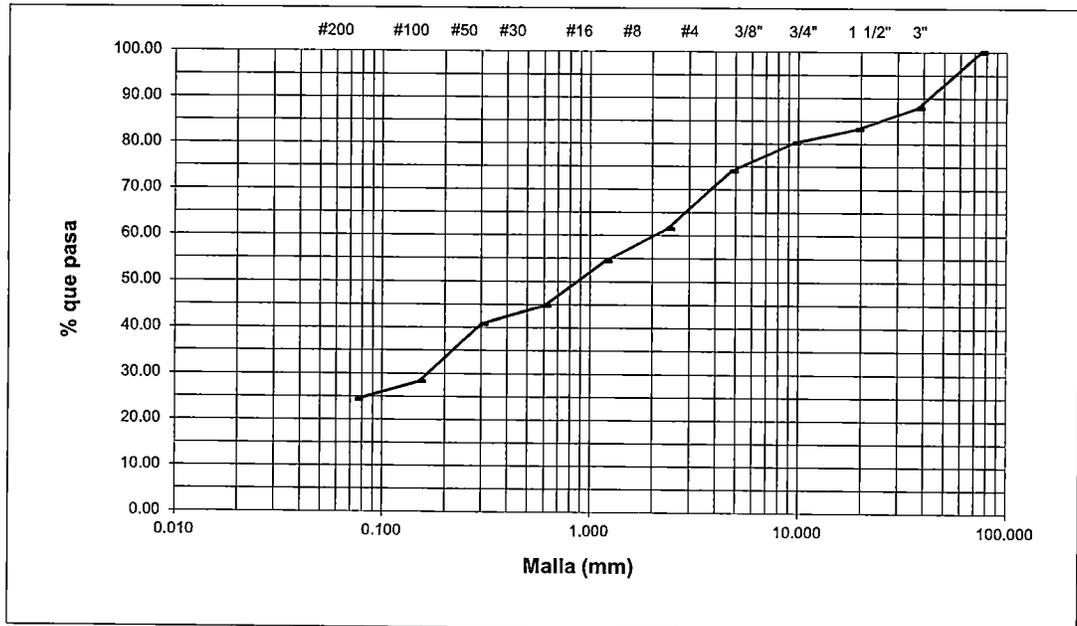
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.90 m.

Peso Inicial Seco (gr)	=	2780.80	% que pasa N° 200 =	24.32
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1197.60	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
			Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	338.10	12.16	12.16	87.84
3/4"	19.000	129.20	4.65	16.80	83.20
3/8"	9.500	84.10	3.02	19.83	80.17
# 4	4.750	170.50	6.13	25.96	74.04
# 8	2.360	348.20	12.52	38.48	61.52
# 16	1.180	14.80	7.14	45.62	54.38
# 30	0.600	20.00	9.65	55.27	44.73
# 50	0.300	8.40	4.05	59.33	40.67
# 100	0.150	25.70	12.40	71.73	28.27
# 200	0.075	8.20	3.96	75.68	24.32
< 200	Fondo	50.40	24.32	100.00	0.00



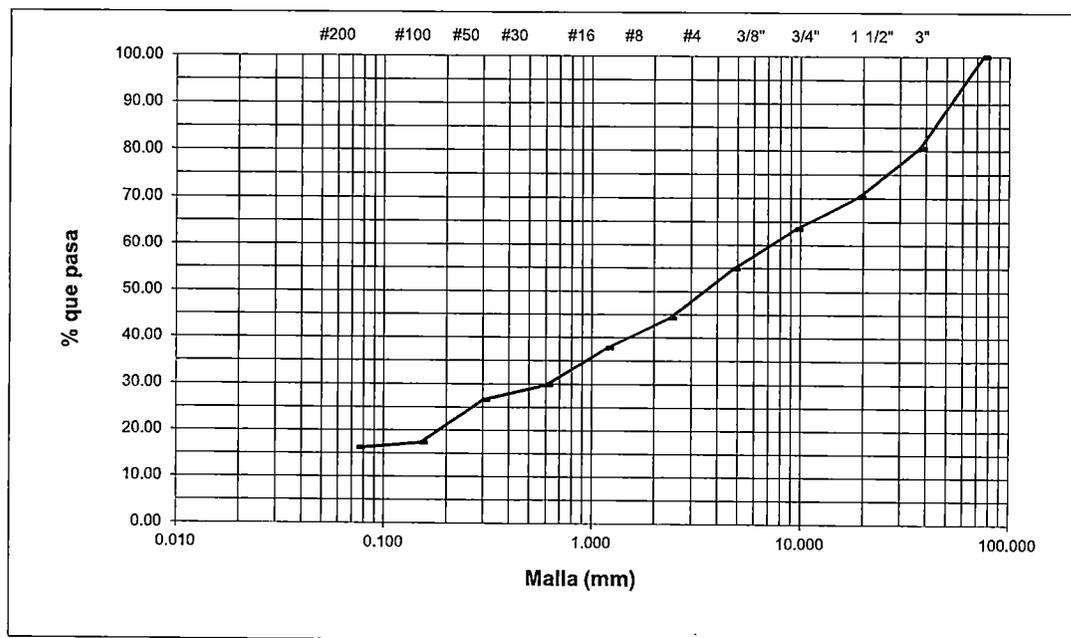
% GRAVA	25.96	% Gruesa :	16.80	D60 (mm) =	2.109
		% Fina :	9.16	D30 (mm) =	0.171
% ARENA	49.72	% Gruesa :	12.52	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	16.79	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	20.41	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	24.32				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km '1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-1	Muestra :	mab-2
		Profundidad :	1.90 - 3.07 m.
Peso Inicial Seco (gr)	=	3100.50	% que pasa N° 200 = 16.11
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1859.30	P. Retenido 3"(gr) = 0.00
		Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	603.30	19.46	19.46	80.54
3/4"	19.000	317.50	10.24	29.70	70.30
3/8"	9.500	213.70	6.89	36.59	63.41
# 4	4.750	266.80	8.61	45.20	54.80
# 8	2.360	330.60	10.66	55.86	44.14
# 16	1.180	18.90	6.55	62.41	37.59
# 30	0.600	22.60	7.83	70.24	29.76
# 50	0.300	9.40	3.26	73.49	26.51
# 100	0.150	26.60	9.22	82.71	17.29
# 200	0.075	3.40	1.18	83.89	16.11
< 200	Fondo	46.50	16.11	100.00	0.00



% GRAVA	45.20	% Gruesa :	29.70	D60 (mm) =	7.618
		% Fina :	15.50	D30 (mm) =	0.618
% ARENA	38.69	% Gruesa :	10.66	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	14.38	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	13.65	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	16.11				

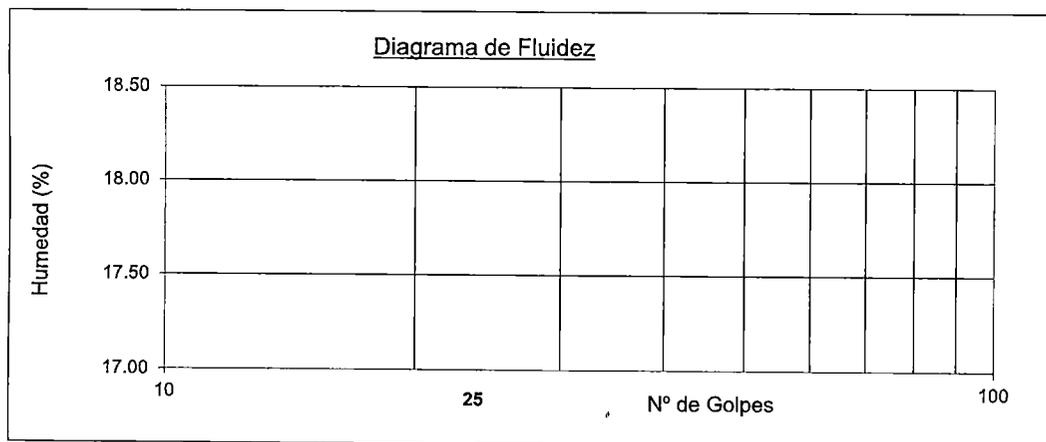
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-1	Muestra : mab-1
		Profundidad : 0.00 - 1.90 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	14	20	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.72	27.29	
P.Suelo Seco+Rec.	23.00	24.36	
Peso del Recipiente	8.01	7.68	
Peso Suelo Seco	14.99	16.68	
Peso del Agua	2.72	2.93	
C. de Humedad %	18.15	17.57	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Indice Plasticidad = N.P.

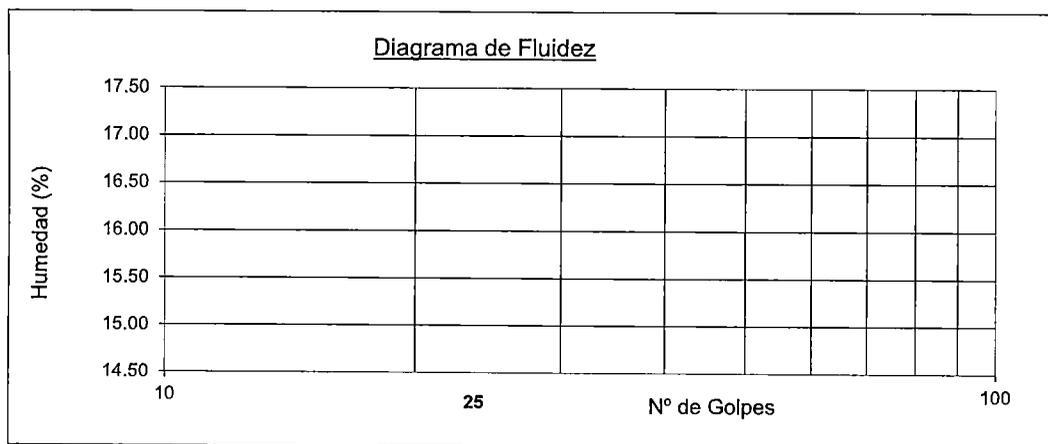
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Trinchera :	: T-1	Muestra : mab-2
		Profundidad : 1.90 - 3.07 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	13	20	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.69	32.75	
P.Suelo Seco+Rec.	23.06	30.12	
Peso del Recipiente	7.82	13.30	
Peso Suelo Seco	15.24	16.82	
Peso del Agua	2.63	2.63	
C. de Humedad %	17.26	15.64	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Indice Plasticidad = N.P.

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-1	Muestra :	mab-1
		Profundidad :	0.00 - 1.90 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	774.00	731.20
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	125.20	126.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	125.20	126.00
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.47	2.47
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.47	

Observación:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.90 - 3.07 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	777.90	734.30
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	128.00	127.60
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	gr (M ₀)	128.00	127.60
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))		2.58	2.58
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.58	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
TRINCHERA	: T-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.90 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7128.7	7131.8	7149.6	8148.6	8163.1	8155.3
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4322.7	4325.8	4343.6	5342.6	5357.1	5349.3
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1543	1544	1550	1907	1912	1909
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1550			1910		
Contenido de Humedad Natural (%)	9.61			9.61		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,699			2,094		

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
TRINCHERA	: T-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.90 - 3.07 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7256.7	7268.6	7274.2	8224.5	8247.8	8239.6
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4450.7	4462.6	4468.2	5418.5	5441.8	5433.6
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1588	1593	1595	1934	1942	1939
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1590			1940		
Contenido de Humedad Natural (%)	7.63			7.63		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,711			2,088		

Observación:

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-114-2015**

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
LUGAR	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.

TRINCHERA		T-2	T-2		
MUESTRA		mab-1	mab-2		
PROFUNDIDAD		0.00 - 3.60 m.	3.60 - 5.00 m.		
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	100.00		
	1 1/2"	79.94	83.46		
	3/4"	74.65	78.96		
	3/8"	69.14	73.91		
	# 4	62.37	68.20		
	# 8	52.12	57.88		
	# 16	44.87	50.59		
	# 30	36.00	41.23		
	# 50	32.33	36.91		
	# 100	21.91	24.84		
	# 200	17.59	20.79		
Coef. de Uniformidad Cu		--	--		
Coef. de Curvatura Cc		--	--		
Porcentaje de Material	Grava	37.63	31.80		
	Arena	44.78	47.41		
	Finos	17.59	20.79		
Mitad de Fracción Gruesa		41.20	39.60		
Límites de Consistencia	L.L.	N.P.	N.P.		
	L.P.	N.P.	N.P.		
	I.P.	N.P.	N.P.		
Humedad Natural (%)		9.10	12.06		
Clasificación SUCS		SM	SM		
Descripción		Arena limosa con grava	Arena limosa con grava		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.60 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	238.23	211.29
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	221.00	197.36
Peso Contenedor	Mc	39.93	36.86
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	181.07	160.50
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	17.23	13.93
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	9.52	8.68

Humedad Promedio (%)	9.10
-----------------------------	-------------

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera :	T-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 3.60 - 5.00 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	161.50	171.60
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	146.89	156.59
Peso Contenedor	Mc	28.35	29.27
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	118.54	127.32
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	14.61	15.01
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	12.32	11.79

Humedad Promedio (%)	12.06
-----------------------------	--------------

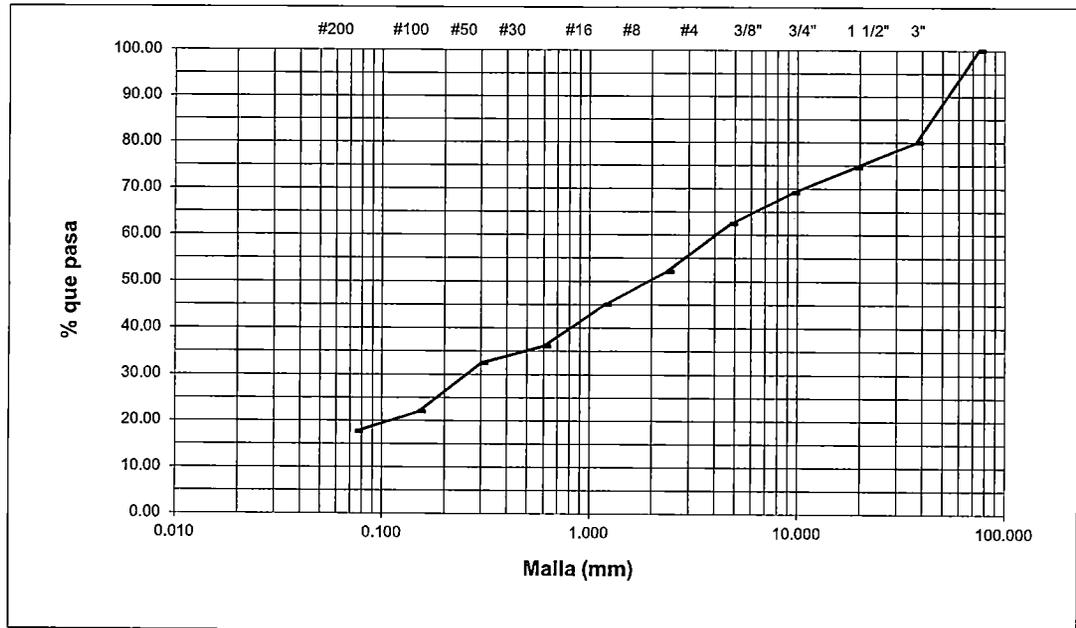
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-2	Muestra :	mab-1
		Profundidad :	0.00 - 3.60 m.

Peso Inicial Seco (gr)	=	3361.30	% que pasa N° 200 =	17.59
Peso Lavado y Seco (gr)	=	1737.40	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
			Tamaño Máximo :	1 1/2"

Abertura de Tamices		Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	674.40	20.06	20.06	79.94
3/4"	19.000	177.60	5.28	25.35	74.65
3/8"	9.500	185.20	5.51	30.86	69.14
# 4	4.750	227.50	6.77	37.63	62.37
# 8	2.360	344.70	10.25	47.88	52.12
# 16	1.180	17.80	7.25	55.13	44.87
# 30	0.600	21.80	8.88	64.00	36.00
# 50	0.300	9.00	3.66	67.67	32.33
# 100	0.150	25.60	10.42	78.09	21.91
# 200	0.075	10.60	4.32	82.41	17.59
< 200	Fondo	43.20	17.59	100.00	0.00



% GRAVA	37.63	% Gruesa :	25.35	D60 (mm) =	4.197
		% Fina :	12.28	D30 (mm) =	0.266
% ARENA	44.78	% Gruesa :	10.25	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	16.12	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	18.40	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	17.59				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

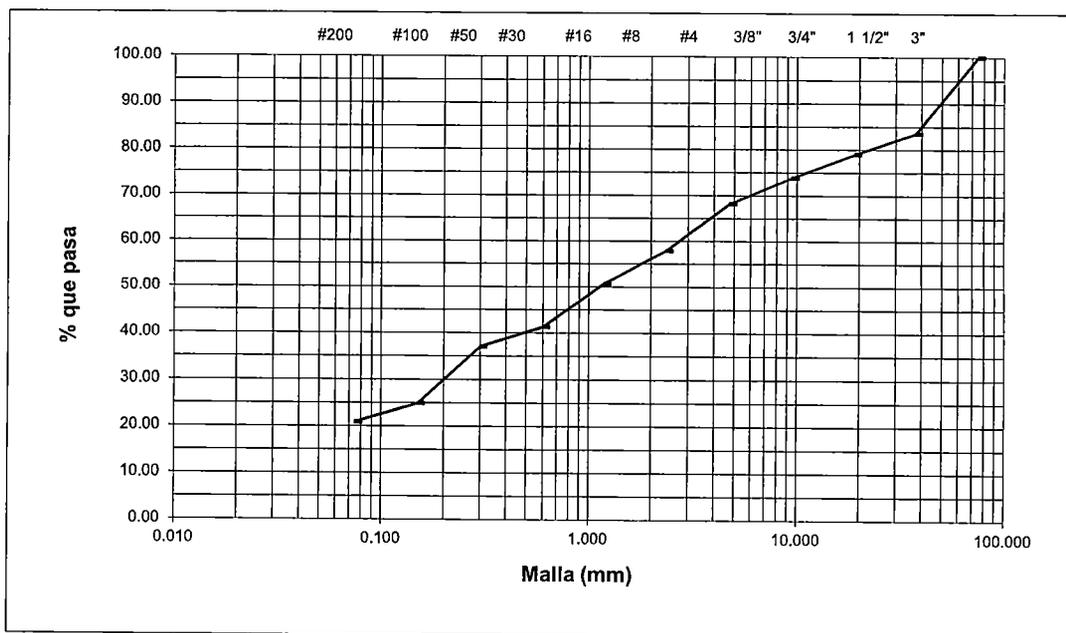
(NTP 339.128-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis :	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista :	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha :	Agosto 2015
Lugar :	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-2	Muestra :	mab-2
		Profundidad :	3.60 - 5.00 m.

Peso Inicial Seco (gr) =	3471.30	% que pasa N° 200 =	20.79
Peso Lavado y Seco (gr) =	1590.70	P. Retenido 3"(gr) =	0.00
		Tamaño Máximo :	1 1/2"

ASTM E11	Abertura de Tamices mm	Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	574.10	16.54	16.54	83.46
3/4"	19.000	156.30	4.50	21.04	78.96
3/8"	9.500	175.40	5.05	26.09	73.91
# 4	4.750	198.10	5.71	31.80	68.20
# 8	2.360	358.20	10.32	42.12	57.88
# 16	1.180	16.20	7.29	49.41	50.59
# 30	0.600	20.80	9.36	58.77	41.23
# 50	0.300	9.60	4.32	63.09	36.91
# 100	0.150	26.80	12.06	75.16	24.84
# 200	0.075	9.00	4.05	79.21	20.79
< 200	Fondo	46.20	20.79	100.00	0.00



% GRAVA	31.80	% Gruesa :	21.04	D60 (mm) =	2.851
		% Fina :	10.76	D30 (mm) =	0.214
% ARENA	47.41	% Gruesa :	10.32	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	16.65	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	20.43	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	20.79				

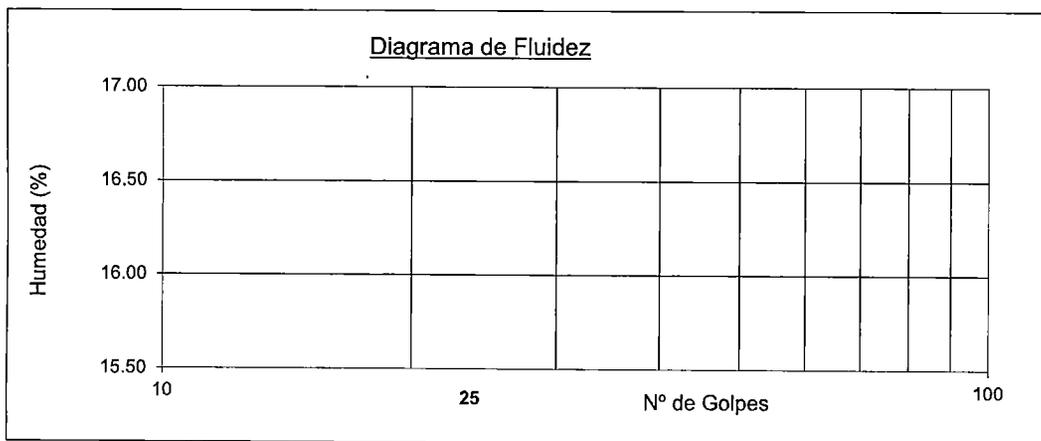
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Trinchera :	T-2	Muestra : mab-1
		Profundidad : 0.00 - 3.60 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	10	16	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	29.52	29.30	
P.Suelo Seco+Rec.	26.40	26.31	
Peso del Recipiente	7.74	7.87	
Peso Suelo Seco	18.66	18.44	
Peso del Agua	3.12	2.99	
C. de Humedad %	16.72	16.21	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Indice Plasticidad = N.P.

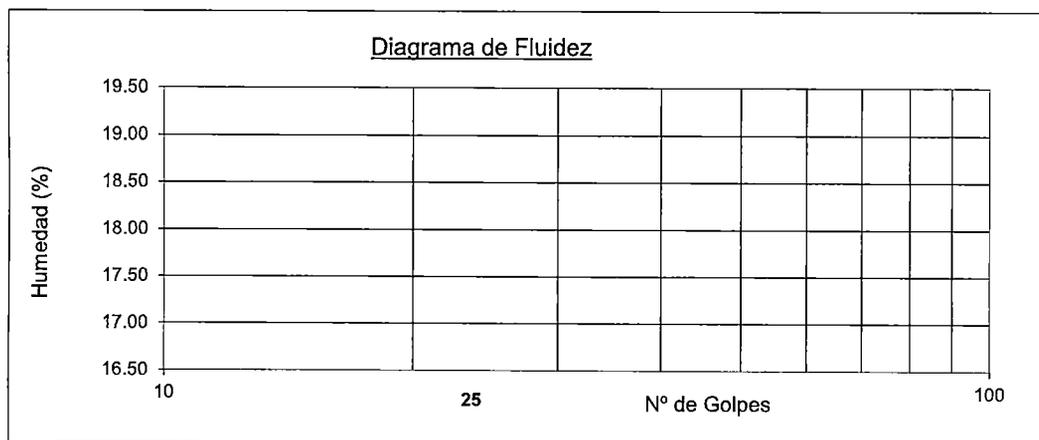
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-2 Muestra : mab-2	Profundidad : 3.60 - 5.00 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	15	22	--
P.Suelo Húmedo+Rec.	26.90	23.70	
P.Suelo Seco+Rec.	23.65	20.97	
Peso del Recipiente	6.60	5.44	
Peso Suelo Seco	17.05	15.53	
Peso del Agua	3.25	2.73	
C. de Humedad %	19.06	17.58	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	--	
P.Suelo Seco+Rec.		
Peso del Recipiente		
Peso Suelo Seco		
Peso del Agua		
C. de Humedad %		

Limite Líquido = N.P.

Limite Plástico = N.P.

Índice Plasticidad = N.P.

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-2	Muestra	: mab-1 Profundidad : 0.00 - 3.60 m.

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua gr (M _a)	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo (M _b)	775.70	732.90
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	126.40	127.20
Masa recipiente gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B) gr (M ₀)	126.40	127.20
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ /(M ₀ +(M _a -M _b)))	2.52	2.52
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)	2.52	

Observación:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	Agosto 2015
Lugar	Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	J.J.D.A.D.
Trinchera	T-2	Muestra	mab-2 Profundidad : 3.60 - 5.00 m.

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	699.50	656.20
Masa picnómetro+ agua + suelo	774.70	732.40
Masa muestra seco al horno + recip.	124.00	126.00
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno ($M_0 = A-B$)	124.00	126.00
Peso Específico Relativo de Sólidos ($G_s = M_0 / (M_0 + (M_a - M_b))$)	2.54	2.53
Peso Específico Relativo de Sólidos (G_s) (B/E)	2.54	

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
TRINCHERA	: T-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.60 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°	1	1	1	1	1	1
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7115.3	7131.7	7143.2	8299.3	8315.4	8308.3
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4309.3	4325.7	4337.2	5493.3	5509.4	5502.3
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1538	1544	1548	1960	1966	1964
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1540			1960		
Contenido de Humedad Natural (%)	9.10			9.10		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,680			2,138		

Observación:

Solicitud N° S-114-2015

TESIS	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
TESISTA	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre		
UBICACIÓN	: Paria - Independencia - Huaraz		Fecha : Agosto 2015
TRINCHERA	: T-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 3.60 - 5.00 m.

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") DEL MATERIAL
(NTP 400.017-2011)

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	Ensayo N°	1	2	3	1	2
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7251.1	7267.2	7273.1	8140.7	8175.4	8163.1
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4445.1	4461.2	4467.1	5334.7	5369.4	5357.1
Volumen del Recipiente (V)	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15	2802.15
Densidad de Masa (Kg/m ³) (M=(G-T)/V)	1586	1592	1594	1904	1916	1912
Densidad de Masa Promedio (Kg/m ³)	1590			1910		
Contenido de Humedad Natural (%)	12.06			12.06		
Densidad de Masa Corregido por Humedad (Kg/m ³)	1,782			2,140		

Observación:

A.2.1.2.- Ensayos Especiales.

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS

(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.

Tipo de dispositivo : Cuadrado de bronce Especímen de ensayo :
Remoldeada

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Espesor (e)	cm	2.400	2.260	2.400	2.236	2.400	2.212
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	86.40	81.36	86.40	80.50	86.40	79.63
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo suelo + M.	gr.	150.40	171.42	150.30	177.06	150.50	164.56
Peso del molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso húmedo espécimen	gr	150.40	171.42	150.30	177.06	150.50	164.56
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	228.06	58.74	228.06	54.76	228.06	57.76
Peso Suelo seco + recip.	gr.	219.50	50.70	219.50	46.26	219.50	51.55
Peso del recipiente	gr.	35.60	7.54	35.60	8.41	35.60	7.19
Humedad (w)	%	4.65	18.63	4.65	22.46	4.65	14.00
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.74	2.11	1.74	2.20	1.74	2.07
Peso Unitario seco (γ _d)	gr/cm ³	1.66	1.78	1.66	1.80	1.66	1.81

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 2.00 m.

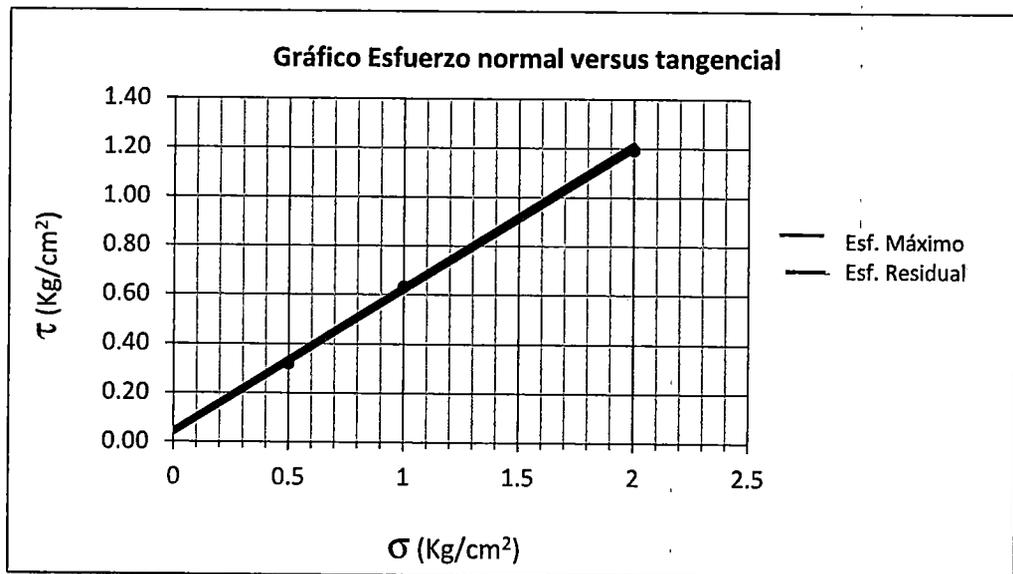
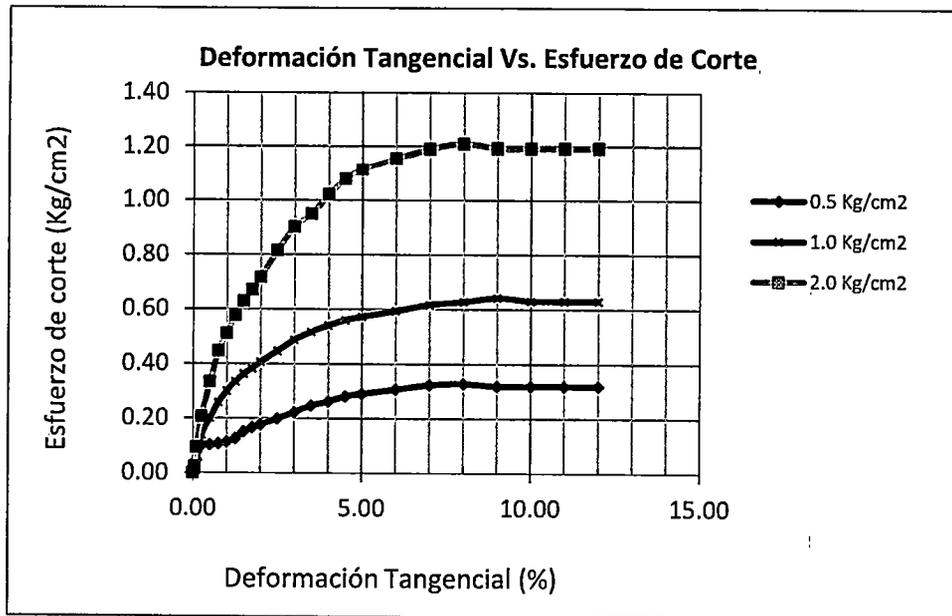
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.086	0.00240	0.05	0.415	0.01153	0.05	0.852	0.02367
0.10	1.680	0.04667	0.10	2.496	0.06933	0.10	3.348	0.09300
0.25	3.589	0.09970	0.25	4.994	0.13873	0.25	7.417	0.20603
0.50	3.697	0.10270	0.50	7.216	0.20043	0.50	11.983	0.33287
0.75	3.862	0.10727	0.75	9.269	0.25747	0.75	16.025	0.44513
1.00	4.084	0.11343	1.00	10.818	0.30050	1.00	18.360	0.51000
1.25	4.559	0.12663	1.25	12.053	0.33480	1.25	20.722	0.57560
1.50	5.446	0.15127	1.50	13.046	0.36240	1.50	22.638	0.62883
1.75	5.988	0.16633	1.75	13.807	0.38353	1.75	24.118	0.66993
2.00	6.374	0.17707	2.00	14.594	0.40540	2.00	25.780	0.71610
2.50	7.152	0.19867	2.50	16.052	0.44590	2.50	29.378	0.81607
3.00	8.016	0.22267	3.00	17.500	0.48610	3.00	32.496	0.90267
3.50	8.880	0.24667	3.50	18.556	0.51543	3.50	34.181	0.94947
4.00	9.442	0.26227	4.00	19.428	0.53967	4.00	36.772	1.02143
4.50	10.138	0.28160	4.50	20.146	0.55960	4.50	38.830	1.07860
5.00	10.472	0.29090	5.00	20.579	0.57163	5.00	40.080	1.11333
6.00	11.048	0.30690	6.00	21.371	0.59363	6.00	41.638	1.15660
7.00	11.640	0.32333	7.00	22.192	0.61643	7.00	42.853	1.19037
8.00	11.814	0.32817	8.00	22.602	0.62783	8.00	43.566	1.21017
9.00	11.474	0.31873	9.00	23.119	0.64220	9.00	42.950	1.19307
10.00	11.474	0.31873	10.00	22.699	0.63053	10.00	42.950	1.19307
11.00	11.474	0.31873	11.00	22.699	0.63053	11.00	42.950	1.19307
12.00	11.474	0.31873	12.00	22.699	0.63053	12.00	42.950	1.19307

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 2.00 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.04 Kg/cm²
φ (°)	=	30.33 °

Resistencia Residual:

C	=	0.04 Kg/cm²
φ (°)	=	30.11 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paría		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paría - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1	Muestra	: mab-2
		Profundidad	: 2.00 - 3.00 m.

Tipo de dispositivo : Cuadrado de bronce Especimen de ensayo: Remoldeada

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Espesor (e)	cm	2.240	2.221	2.240	2.180	2.240	2.112
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	80.64	79.96	80.64	78.48	80.64	76.03
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo suelo + M.	gr.	160.20	166.63	160.20	164.84	160.20	164.03
Peso del molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso húmedo espécimen	gr	160.20	166.63	160.20	164.84	160.20	164.03
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	229.95	65.18	229.95	61.94	229.95	72.43
Peso Suelo seco + recip.	gr.	212.53	60.27	212.53	56.74	212.53	66.32
Peso del recipiente	gr.	38.29	25.23	38.29	16.41	38.29	16.99
Humedad (w)	%	10.00	14.01	10.00	12.89	10.00	12.39
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.99	2.08	1.99	2.10	1.99	2.16
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.81	1.83	1.81	1.86	1.81	1.92

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-1	Muestra	: mab-2
		Profundidad	: 2.00 - 3.00 m.

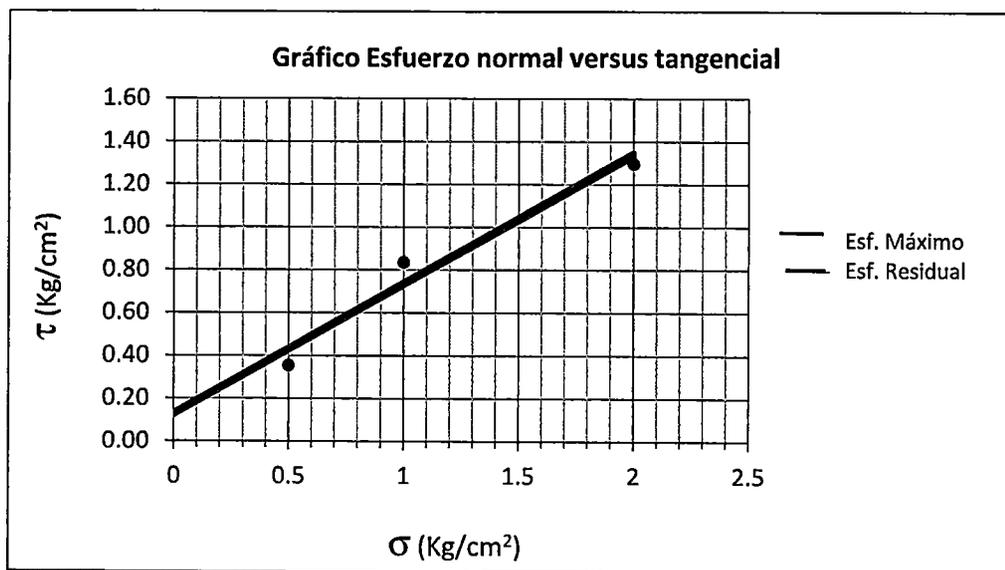
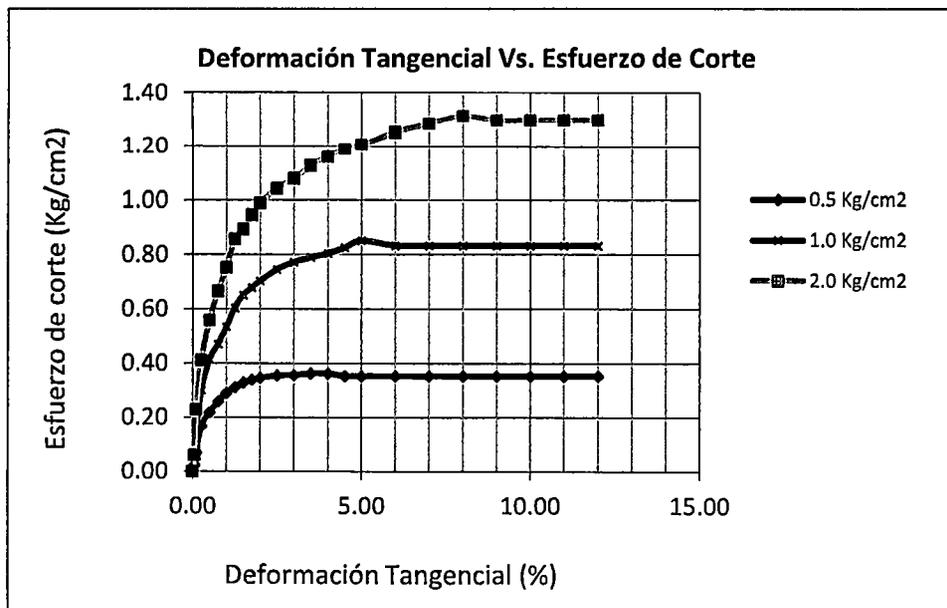
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.857	0.02380	0.05	1.555	0.04320	0.05	2.172	0.06033
0.10	2.504	0.06957	0.10	5.148	0.14300	0.10	8.240	0.22890
0.25	6.035	0.16763	0.25	10.838	0.30107	0.25	14.802	0.41117
0.50	7.872	0.21867	0.50	14.957	0.41547	0.50	20.107	0.55853
0.75	9.306	0.25850	0.75	16.996	0.47210	0.75	23.947	0.66520
1.00	10.478	0.29107	1.00	19.225	0.53403	1.00	27.106	0.75293
1.25	11.244	0.31233	1.25	21.767	0.60463	1.25	30.854	0.85707
1.50	11.878	0.32993	1.50	23.456	0.65157	1.50	32.190	0.89417
1.75	12.240	0.34000	1.75	24.427	0.67853	1.75	34.070	0.94640
2.00	12.492	0.34700	2.00	25.337	0.70380	2.00	35.624	0.98957
2.50	12.794	0.35540	2.50	26.857	0.74603	2.50	37.560	1.04333
3.00	12.869	0.35747	3.00	27.833	0.77313	3.00	38.852	1.07923
3.50	13.063	0.36287	3.50	28.465	0.79070	3.50	40.524	1.12567
4.00	13.075	0.36320	4.00	28.988	0.80523	4.00	41.730	1.15917
4.50	12.732	0.35367	4.50	29.737	0.82603	4.50	42.814	1.18927
5.00	12.732	0.35367	5.00	30.692	0.85257	5.00	43.450	1.20693
6.00	12.732	0.35367	6.00	30.020	0.83390	6.00	45.067	1.25187
7.00	12.732	0.35367	7.00	30.020	0.83390	7.00	46.238	1.28440
8.00	12.732	0.35367	8.00	30.020	0.83390	8.00	47.267	1.31297
9.00	12.732	0.35367	9.00	30.020	0.83390	9.00	46.702	1.29727
10.00	12.732	0.35367	10.00	30.020	0.83390	10.00	46.702	1.29727
11.00	12.732	0.35367	11.00	30.020	0.83390	11.00	46.702	1.29727
12.00	12.732	0.35367	12.00	30.020	0.83390	12.00	46.702	1.29727

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Calicata	: C-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 2.00 - 3.00 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.13 Kg/cm²
φ (°)	=	31.32 °

Resistencia Residual:

C	=	0.12 Kg/cm²
φ (°)	=	31.19 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 1.80 m.

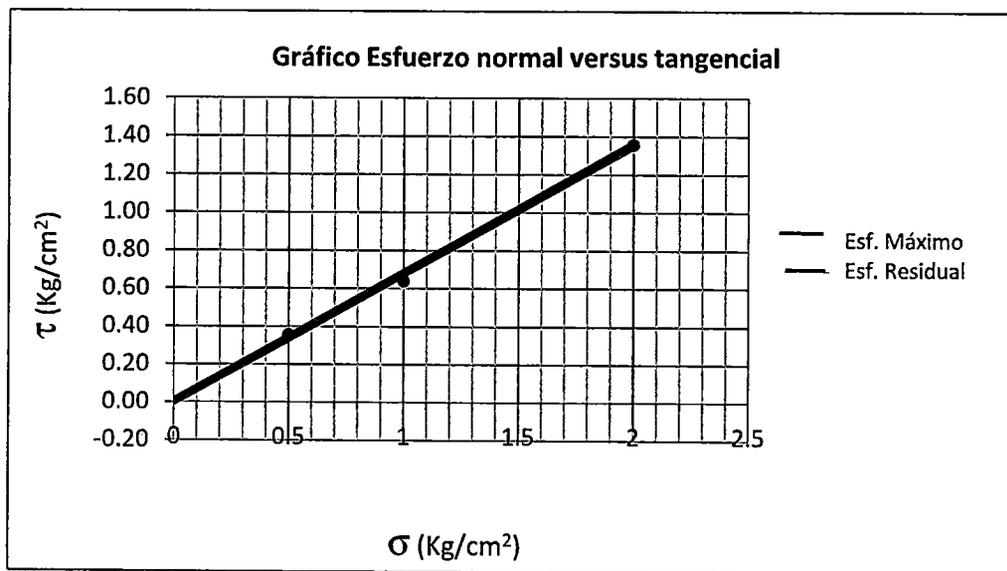
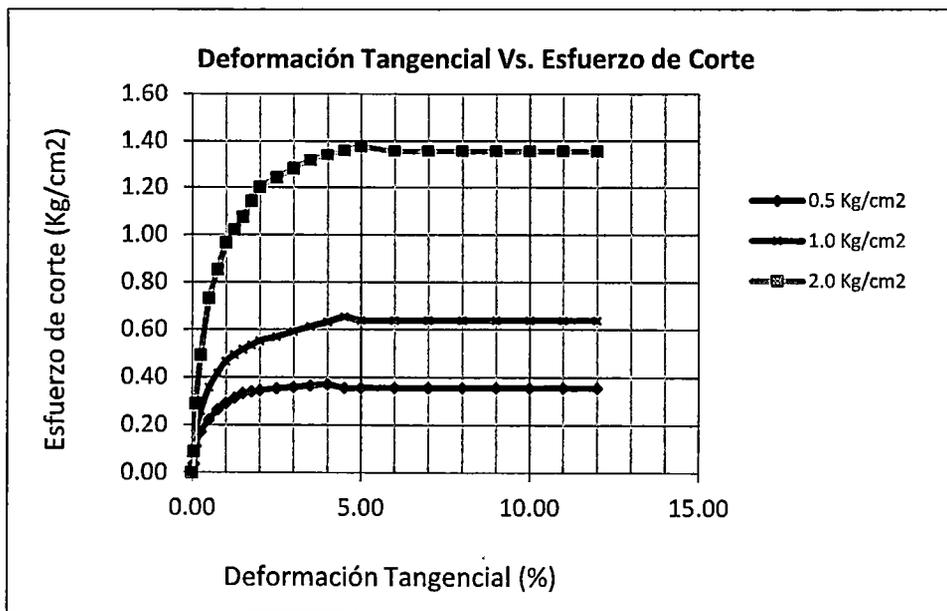
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	1.284	0.03567	0.05	2.004	0.05567	0.05	3.132	0.08700
0.10	4.002	0.11117	0.10	5.774	0.16040	0.10	10.334	0.28707
0.25	6.120	0.17000	0.25	9.265	0.25737	0.25	17.712	0.49200
0.50	7.976	0.22157	0.50	12.812	0.35590	0.50	26.270	0.72973
0.75	9.462	0.26283	0.75	14.988	0.41633	0.75	30.643	0.85120
1.00	10.457	0.29047	1.00	16.798	0.46660	1.00	34.788	0.96633
1.25	11.239	0.31220	1.25	17.756	0.49323	1.25	36.749	1.02080
1.50	11.940	0.33167	1.50	18.583	0.51620	1.50	38.662	1.07393
1.75	12.193	0.33870	1.75	19.198	0.53327	1.75	41.102	1.14173
2.00	12.392	0.34423	2.00	19.855	0.55153	2.00	43.214	1.20040
2.50	12.697	0.35270	2.50	20.501	0.56947	2.50	44.671	1.24087
3.00	12.899	0.35830	3.00	21.276	0.59100	3.00	46.007	1.27797
3.50	13.122	0.36450	3.50	22.038	0.61217	3.50	47.335	1.31487
4.00	13.325	0.37013	4.00	22.708	0.63077	4.00	48.217	1.33937
4.50	12.775	0.35487	4.50	23.479	0.65220	4.50	48.906	1.35850
5.00	12.775	0.35487	5.00	22.951	0.63753	5.00	49.566	1.37683
6.00	12.775	0.35487	6.00	22.951	0.63753	6.00	48.852	1.35700
7.00	12.775	0.35487	7.00	22.951	0.63753	7.00	48.852	1.35700
8.00	12.775	0.35487	8.00	22.951	0.63753	8.00	48.852	1.35700
9.00	12.775	0.35487	9.00	22.951	0.63753	9.00	48.852	1.35700
10.00	12.775	0.35487	10.00	22.951	0.63753	10.00	48.852	1.35700
11.00	12.775	0.35487	11.00	22.951	0.63753	11.00	48.852	1.35700
12.00	12.775	0.35487	12.00	22.951	0.63753	12.00	48.852	1.35700

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.80 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.01 Kg/cm²
φ (°)	=	34.17 °

Resistencia Residual:

C	=	0.00 Kg/cm²
φ (°)	=	34.04 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2	Muestra	: mab-2
		Profundidad	: 1.80 - 3.04 m.

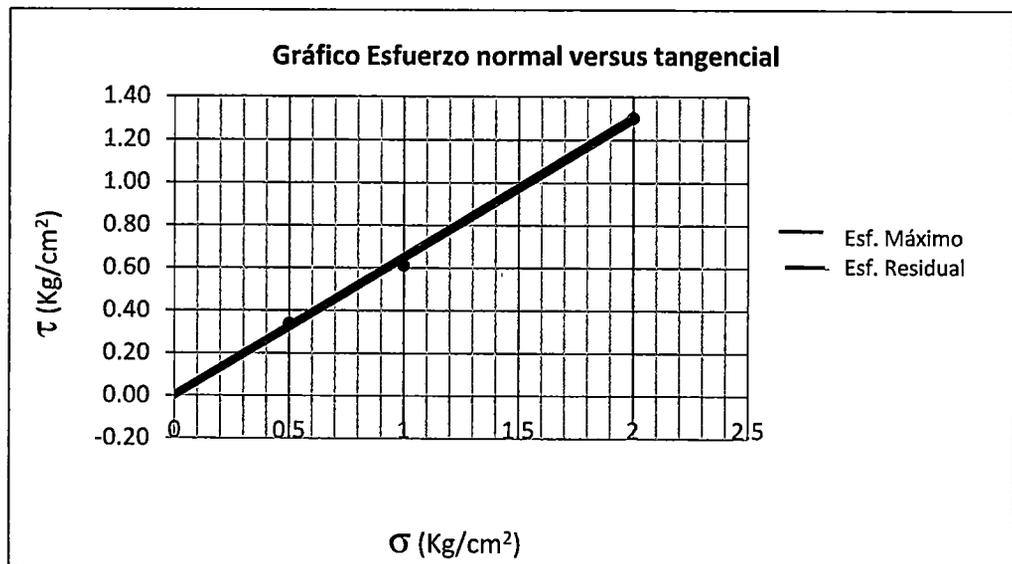
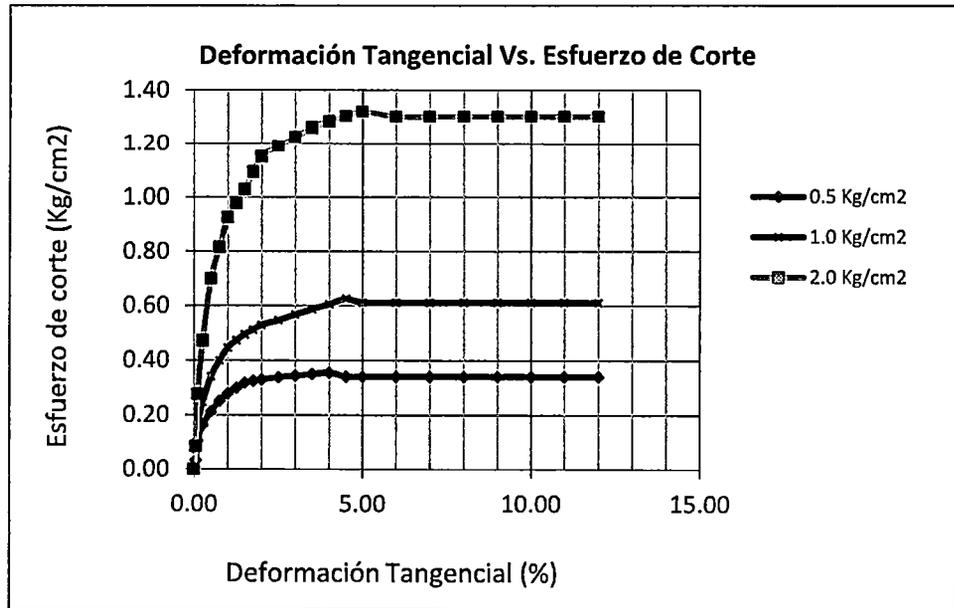
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	1.231	0.03418	0.05	1.921	0.05335	0.05	3.002	0.08338
0.10	3.835	0.10653	0.10	5.534	0.15372	0.10	9.904	0.27511
0.25	5.865	0.16292	0.25	8.879	0.24664	0.25	16.974	0.47150
0.50	7.644	0.21233	0.50	12.279	0.34107	0.50	25.176	0.69933
0.75	9.068	0.25188	0.75	14.364	0.39899	0.75	29.366	0.81573
1.00	10.021	0.27836	1.00	16.098	0.44716	1.00	33.339	0.92607
1.25	10.771	0.29919	1.25	17.017	0.47268	1.25	35.218	0.97827
1.50	11.443	0.31785	1.50	17.809	0.49469	1.50	37.051	1.02919
1.75	11.685	0.32459	1.75	18.398	0.51105	1.75	39.390	1.09416
2.00	11.876	0.32989	2.00	19.028	0.52855	2.00	41.414	1.15038
2.50	12.168	0.33800	2.50	19.647	0.54574	2.50	42.810	1.18916
3.00	12.361	0.34337	3.00	20.390	0.56638	3.00	44.090	1.22472
3.50	12.575	0.34931	3.50	21.120	0.58666	3.50	45.363	1.26008
4.00	12.770	0.35471	4.00	21.761	0.60448	4.00	46.208	1.28356
4.50	12.243	0.34008	4.50	22.501	0.62503	4.50	46.868	1.30190
5.00	12.243	0.34008	5.00	21.995	0.61097	5.00	47.501	1.31947
6.00	12.243	0.34008	6.00	21.995	0.61097	6.00	46.817	1.30046
7.00	12.243	0.34008	7.00	21.995	0.61097	7.00	46.817	1.30046
8.00	12.243	0.34008	8.00	21.995	0.61097	8.00	46.817	1.30046
9.00	12.243	0.34008	9.00	21.995	0.61097	9.00	46.817	1.30046
10.00	12.243	0.34008	10.00	21.995	0.61097	10.00	46.817	1.30046
11.00	12.243	0.34008	11.00	21.995	0.61097	11.00	46.817	1.30046
12.00	12.243	0.34008	12.00	21.995	0.61097	12.00	46.817	1.30046

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-2 Muestra : mab-2	Profundidad : 1.80 - 3.04 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.01 Kg/cm²
φ (°)	=	33.04 °

Resistencia Residual:

C	=	0.00 Kg/cm²
φ (°)	=	32.91 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 1.70 m.

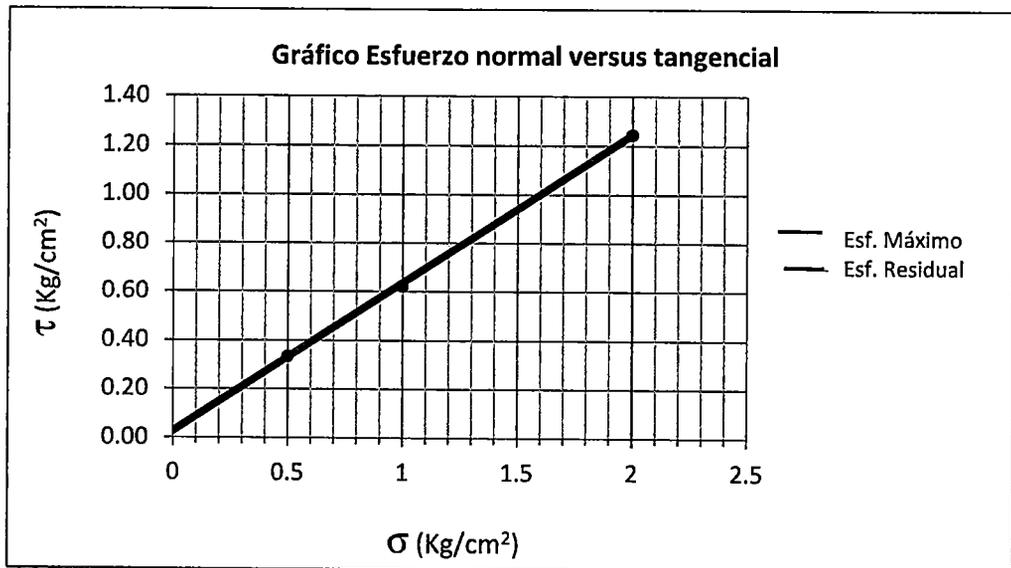
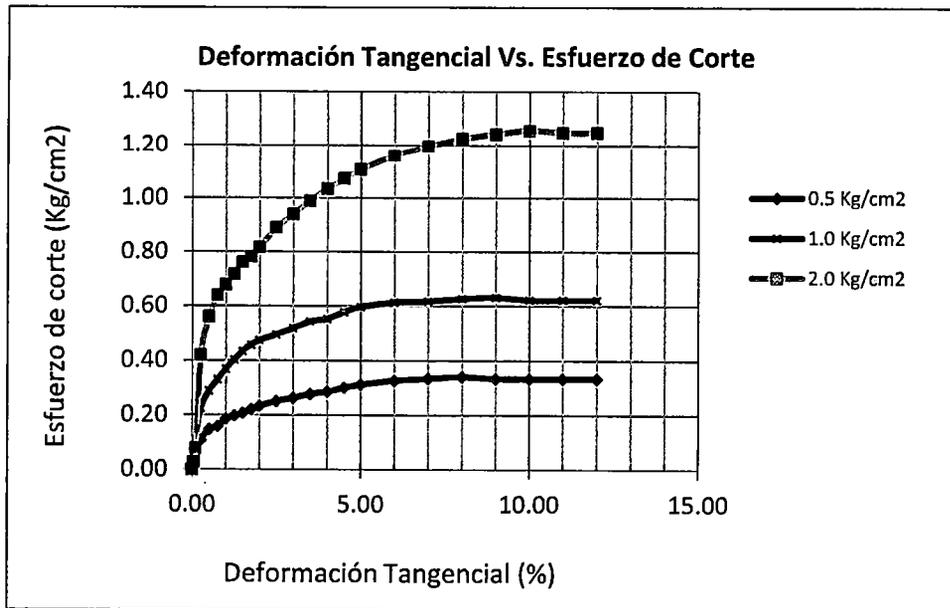
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.700	0.01943	0.05	0.893	0.02480	0.05	1.020	0.02833
0.10	2.214	0.06150	0.10	4.033	0.11203	0.10	2.802	0.07784
0.25	3.865	0.10737	0.25	8.098	0.22493	0.25	15.116	0.41990
0.50	5.263	0.14620	0.50	10.374	0.28817	0.50	20.123	0.55896
0.75	5.686	0.15793	0.75	11.868	0.32967	0.75	22.990	0.63860
1.00	6.672	0.18533	1.00	13.277	0.36880	1.00	24.394	0.67760
1.25	7.087	0.19687	1.25	14.500	0.40277	1.25	25.791	0.71641
1.50	7.424	0.20623	1.50	15.634	0.43427	1.50	27.427	0.76186
1.75	7.960	0.22110	1.75	16.445	0.45680	1.75	28.128	0.78132
2.00	8.395	0.23320	2.00	17.023	0.47287	2.00	29.374	0.81595
2.50	9.026	0.25073	2.50	17.802	0.49450	2.50	31.998	0.88883
3.00	9.461	0.26280	3.00	18.622	0.51727	3.00	33.803	0.93896
3.50	9.950	0.27640	3.50	19.525	0.54237	3.50	35.593	0.98868
4.00	10.289	0.28580	4.00	19.880	0.55223	4.00	37.195	1.03320
4.50	10.800	0.30000	4.50	20.765	0.57680	4.50	38.606	1.07238
5.00	11.216	0.31157	5.00	21.458	0.59607	5.00	39.789	1.10524
6.00	11.756	0.32657	6.00	22.068	0.61300	6.00	41.680	1.15779
7.00	12.025	0.33403	7.00	22.217	0.61713	7.00	43.052	1.19589
8.00	12.257	0.34047	8.00	22.549	0.62637	8.00	44.013	1.22258
9.00	12.008	0.33357	9.00	22.722	0.63117	9.00	44.627	1.23963
10.00	12.008	0.33357	10.00	22.373	0.62147	10.00	45.100	1.25277
11.00	12.008	0.33357	11.00	22.373	0.62147	11.00	44.814	1.24484
12.00	12.008	0.33357	12.00	22.373	0.62147	12.00	44.814	1.24484

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3 Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.70 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.03 Kg/cm²
φ (°)	=	31.39 °

Resistencia Residual:

C	=	0.02 Kg/cm²
φ (°)	=	31.37 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3	Muestra : mab-2
		Profundidad : 1.70 - 3.10 m.

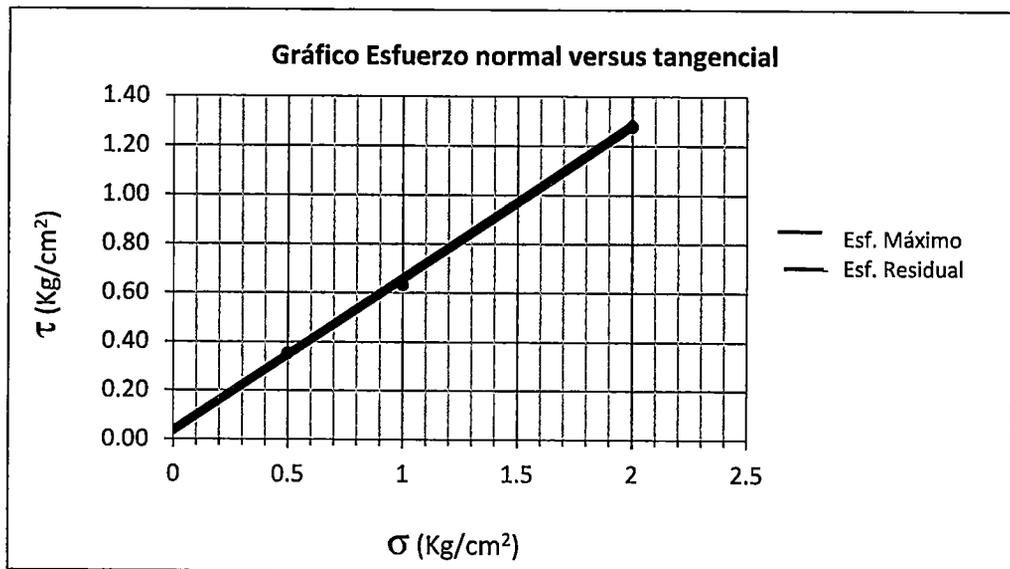
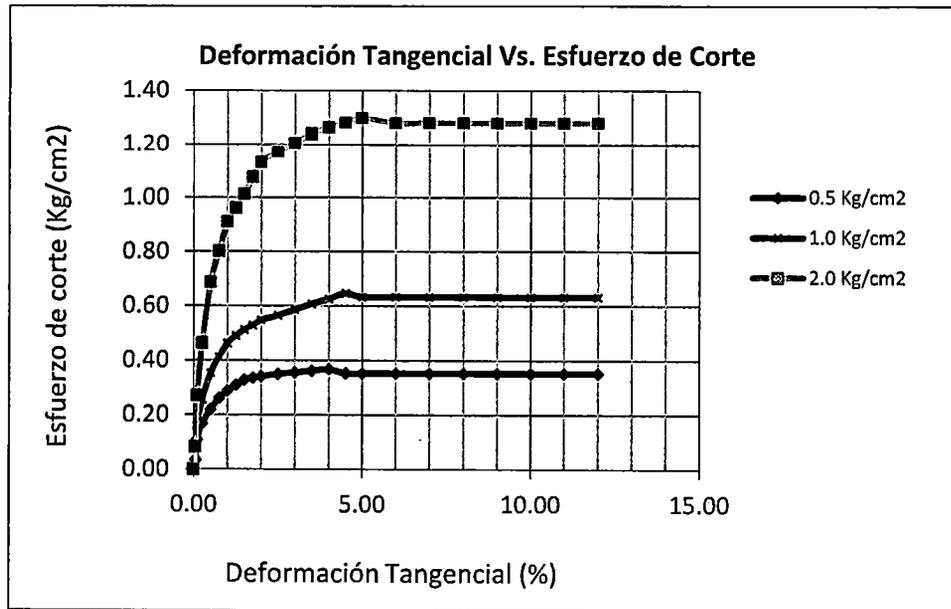
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	1.273	0.03537	0.05	1.987	0.05520	0.05	2.951	0.08196
0.10	3.969	0.11024	0.10	5.726	0.15906	0.10	9.736	0.27044
0.25	6.069	0.16858	0.25	9.188	0.25522	0.25	16.686	0.46351
0.50	7.910	0.21972	0.50	12.706	0.35293	0.50	24.749	0.68747
0.75	9.383	0.26064	0.75	14.863	0.41286	0.75	28.868	0.80190
1.00	10.370	0.28805	1.00	16.658	0.46271	1.00	32.773	0.91037
1.25	11.146	0.30960	1.25	17.608	0.48912	1.25	34.620	0.96168
1.50	11.841	0.32890	1.50	18.428	0.51190	1.50	36.422	1.01173
1.75	12.092	0.33588	1.75	19.038	0.52882	1.75	38.722	1.07561
2.00	12.289	0.34136	2.00	19.690	0.54694	2.00	40.712	1.13088
2.50	12.591	0.34976	2.50	20.330	0.56472	2.50	42.084	1.16900
3.00	12.791	0.35531	3.00	21.099	0.58608	3.00	43.342	1.20395
3.50	13.013	0.36146	3.50	21.854	0.60707	3.50	44.594	1.23871
4.00	13.214	0.36705	4.00	22.518	0.62551	4.00	45.425	1.26180
4.50	12.669	0.35191	4.50	23.284	0.64677	4.50	46.074	1.27982
5.00	12.669	0.35191	5.00	22.760	0.63222	5.00	46.695	1.29709
6.00	12.669	0.35191	6.00	22.760	0.63222	6.00	46.023	1.27841
7.00	12.669	0.35191	7.00	22.760	0.63222	7.00	46.023	1.27841
8.00	12.669	0.35191	8.00	22.760	0.63222	8.00	46.023	1.27841
9.00	12.669	0.35191	9.00	22.760	0.63222	9.00	46.023	1.27841
10.00	12.669	0.35191	10.00	22.760	0.63222	10.00	46.023	1.27841
11.00	12.669	0.35191	11.00	22.760	0.63222	11.00	46.023	1.27841
12.00	12.669	0.35191	12.00	22.760	0.63222	12.00	46.023	1.27841

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria	
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.
Calicata	: C-3 Muestra : mab-2	Profundidad : 1.70 - 3.10 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.04 Kg/cm²
φ (°)	=	31.98 °

Resistencia Residual:

C	=	0.03 Kg/cm²
φ (°)	=	31.87 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-4	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 3.06 m.

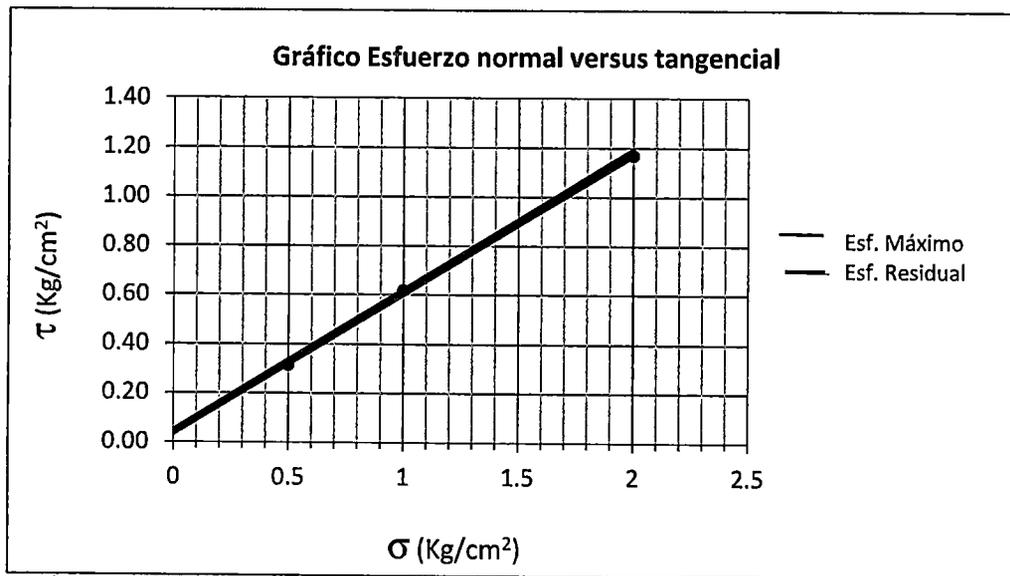
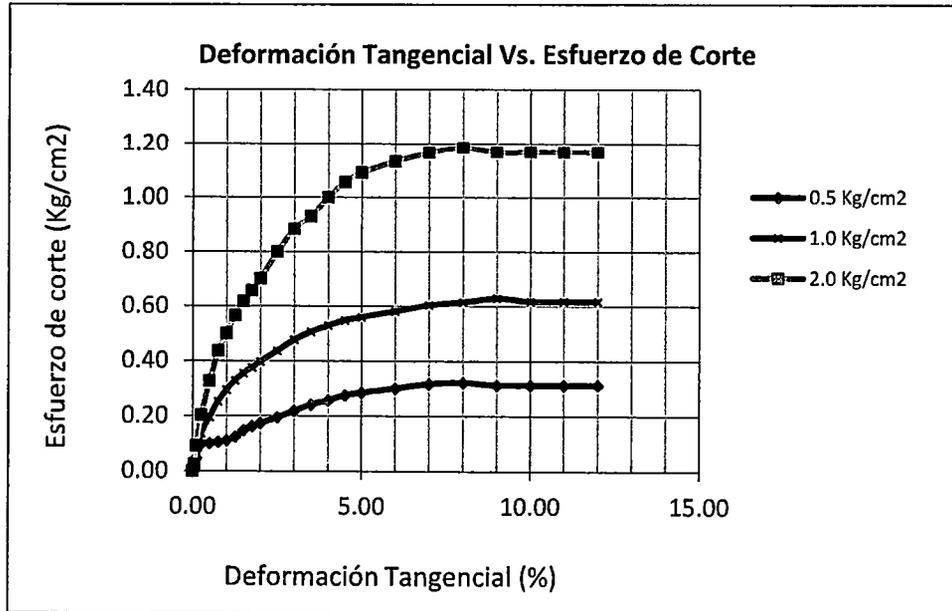
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.085	0.00235	0.05	0.407	0.01129	0.05	0.834	0.02317
0.10	1.645	0.04569	0.10	2.444	0.06789	0.10	3.278	0.09106
0.25	3.514	0.09762	0.25	4.890	0.13584	0.25	7.263	0.20174
0.50	3.620	0.10056	0.50	7.065	0.19626	0.50	11.734	0.32593
0.75	3.781	0.10503	0.75	9.076	0.25210	0.75	15.691	0.43586
1.00	3.999	0.11107	1.00	10.593	0.29424	1.00	17.978	0.49938
1.25	4.464	0.12400	1.25	11.802	0.32783	1.25	20.290	0.56361
1.50	5.332	0.14812	1.50	12.775	0.35485	1.50	22.166	0.61573
1.75	5.863	0.16287	1.75	13.520	0.37554	1.75	23.615	0.65598
2.00	6.242	0.17338	2.00	14.290	0.39695	2.00	25.243	0.70118
2.50	7.003	0.19453	2.50	15.718	0.43661	2.50	28.766	0.79907
3.00	7.849	0.21803	3.00	17.135	0.47597	3.00	31.819	0.88386
3.50	8.695	0.24153	3.50	18.169	0.50470	3.50	33.469	0.92969
4.00	9.245	0.25680	4.00	19.023	0.52842	4.00	36.006	1.00015
4.50	9.926	0.27573	4.50	19.726	0.54794	4.50	38.021	1.05613
5.00	10.254	0.28484	5.00	20.150	0.55972	5.00	39.245	1.09014
6.00	10.818	0.30051	6.00	20.926	0.58127	6.00	40.770	1.13250
7.00	11.398	0.31660	7.00	21.729	0.60359	7.00	41.960	1.16557
8.00	11.568	0.32133	8.00	22.131	0.61475	8.00	42.658	1.18495
9.00	11.235	0.31209	9.00	22.638	0.62882	9.00	42.056	1.16821
10.00	11.235	0.31209	10.00	22.226	0.61740	10.00	42.056	1.16821
11.00	11.235	0.31209	11.00	22.226	0.61740	11.00	42.056	1.16821
12.00	11.235	0.31209	12.00	22.226	0.61740	12.00	42.056	1.16821

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Calicata	: C-4	Muestra	: mab-1
		Profundidad	: 0.00 - 3.06 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.04 Kg/cm²
φ (°)	=	29.81 °

Resistencia Residual:

C	=	0.04 Kg/cm²
φ (°)	=	29.59 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-1	Muestra	: mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.90 m.

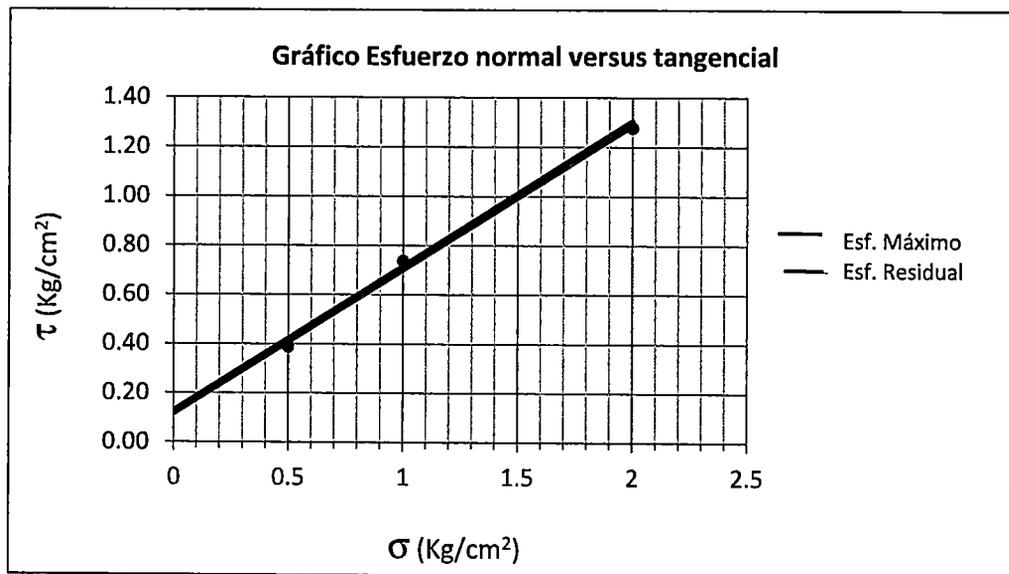
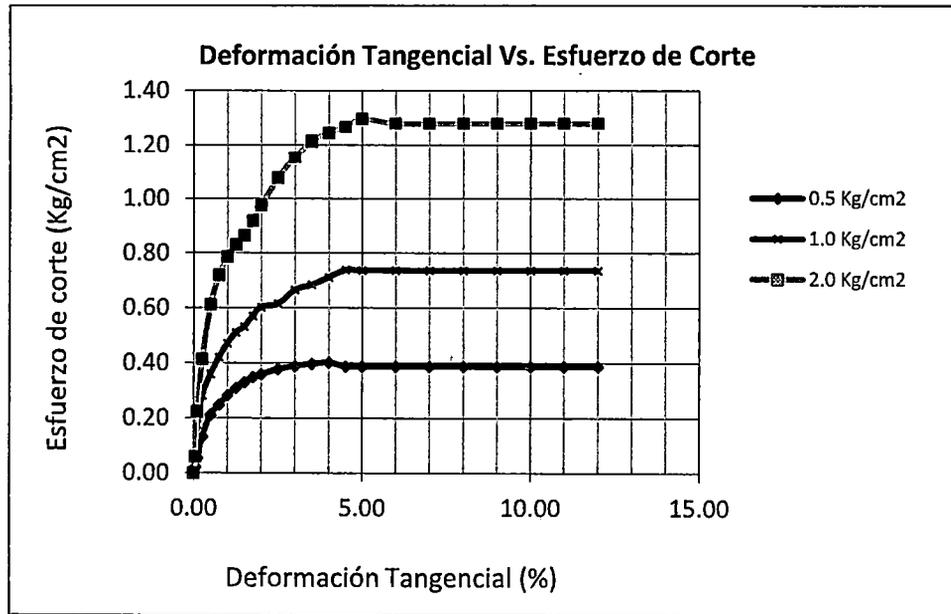
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.782	0.02172	0.05	1.856	0.05156	0.05	2.124	0.05900
0.10	1.983	0.05507	0.10	6.325	0.17569	0.10	8.039	0.22329
0.25	4.779	0.13276	0.25	10.172	0.28255	0.25	14.873	0.41314
0.50	7.604	0.21122	0.50	12.990	0.36084	0.50	22.014	0.61151
0.75	8.948	0.24856	0.75	15.158	0.42106	0.75	25.887	0.71907
1.00	10.168	0.28245	1.00	16.930	0.47029	1.00	28.314	0.78650
1.25	11.163	0.31008	1.25	18.340	0.50945	1.25	29.890	0.83027
1.50	11.885	0.33015	1.50	19.126	0.53127	1.50	31.095	0.86375
1.75	12.565	0.34903	1.75	20.519	0.56998	1.75	33.020	0.91722
2.00	12.928	0.35912	2.00	21.684	0.60234	2.00	35.126	0.97571
2.50	13.607	0.37797	2.50	22.133	0.61480	2.50	38.739	1.07608
3.00	14.016	0.38934	3.00	23.958	0.66550	3.00	41.527	1.15351
3.50	14.301	0.39726	3.50	24.638	0.68438	3.50	43.684	1.21344
4.00	14.487	0.40240	4.00	25.593	0.71092	4.00	44.728	1.24245
4.50	13.976	0.38822	4.50	26.586	0.73849	4.50	45.571	1.26586
5.00	13.976	0.38822	5.00	26.509	0.73635	5.00	46.606	1.29461
6.00	13.976	0.38822	6.00	26.509	0.73635	6.00	46.007	1.27797
7.00	13.976	0.38822	7.00	26.509	0.73635	7.00	46.007	1.27797
8.00	13.976	0.38822	8.00	26.509	0.73635	8.00	46.007	1.27797
9.00	13.976	0.38822	9.00	26.509	0.73635	9.00	46.007	1.27797
10.00	13.976	0.38822	10.00	26.509	0.73635	10.00	46.007	1.27797
11.00	13.976	0.38822	11.00	26.509	0.73635	11.00	46.007	1.27797
12.00	13.976	0.38822	12.00	26.509	0.73635	12.00	46.007	1.27797

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera	: T-1	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 1.90 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.12 Kg/cm²
φ (°)	=	30.51 °

Resistencia Residual:

C	=	0.12 Kg/cm²
φ (°)	=	30.36 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre Fecha : Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz Muestreado por : J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-1 Muestra : mab-2 Profundidad : 1.90 - 3.07 m.

Tipo de dispositivo : Cuadrado de bronce Especímen de ensayo: Remoldeada

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Espesor (e)	cm	2.360	2.340	2.360	2.308	2.360	2.224
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	84.96	84.24	84.96	83.09	84.96	80.06
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo suelo + M.	gr.	160.40	180.50	160.70	177.26	160.50	172.31
Peso del molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso húmedo especímen	gr	160.40	180.50	160.70	177.26	160.50	172.31
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	202.44	53.23	202.44	47.95	202.44	50.08
Peso Suelo seco + recip.	gr.	190.17	45.47	190.17	41.49	190.17	44.47
Peso del recipiente	gr.	38.66	7.85	38.66	6.39	38.66	8.18
Humedad (w)	%	8.10	20.63	8.10	18.40	8.10	15.46
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.89	2.14	1.89	2.13	1.89	2.15
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.75	1.78	1.75	1.80	1.75	1.86

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-1	Muestra	: mab-2
		Profundidad	: 1.90 - 3.07 m.

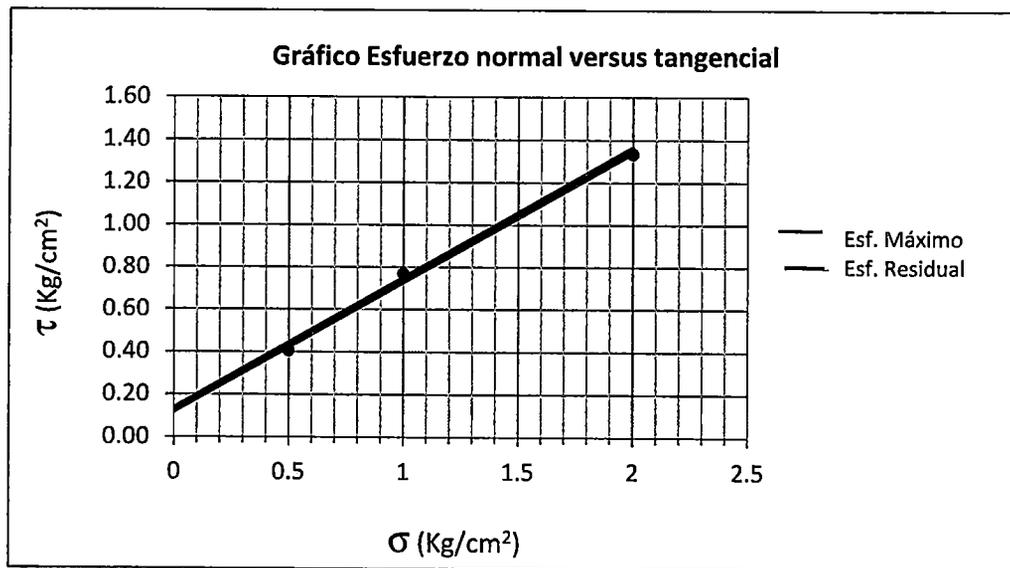
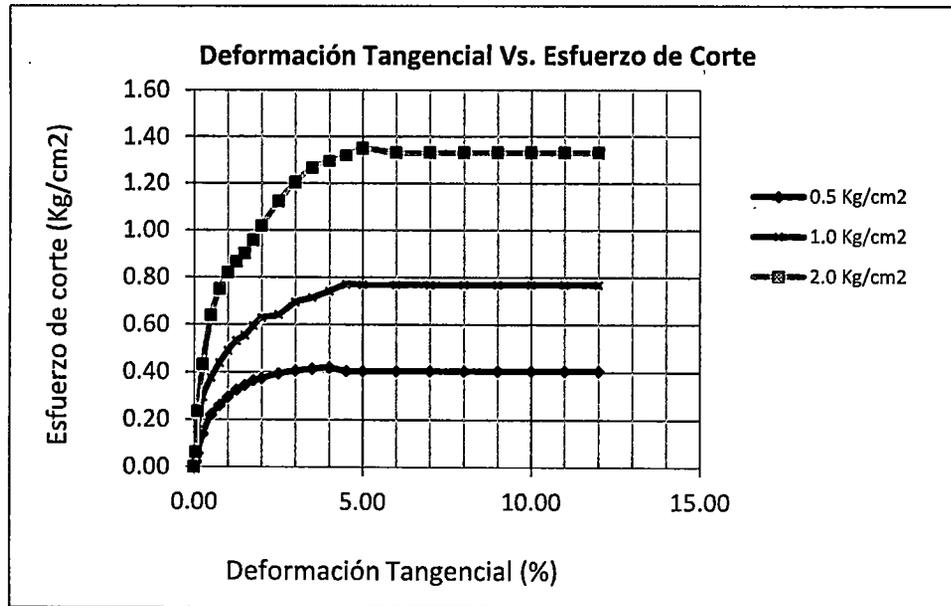
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.816	0.02267	0.05	1.937	0.05380	0.05	2.216	0.06157
0.10	2.069	0.05747	0.10	6.600	0.18333	0.10	8.388	0.23300
0.25	4.987	0.13853	0.25	10.614	0.29483	0.25	15.520	0.43110
0.50	7.934	0.22040	0.50	13.555	0.37653	0.50	22.972	0.63810
0.75	9.337	0.25937	0.75	15.817	0.43937	0.75	27.012	0.75033
1.00	10.610	0.29473	1.00	17.666	0.49073	1.00	29.545	0.82070
1.25	11.648	0.32357	1.25	19.138	0.53160	1.25	31.189	0.86637
1.50	12.402	0.34450	1.50	19.957	0.55437	1.50	32.447	0.90130
1.75	13.111	0.36420	1.75	21.412	0.59477	1.75	34.456	0.95710
2.00	13.490	0.37473	2.00	22.627	0.62853	2.00	36.653	1.01813
2.50	14.198	0.39440	2.50	23.095	0.64153	2.50	40.423	1.12287
3.00	14.626	0.40627	3.00	25.000	0.69443	3.00	43.332	1.20367
3.50	14.923	0.41453	3.50	25.709	0.71413	3.50	45.583	1.26620
4.00	15.116	0.41990	4.00	26.706	0.74183	4.00	46.673	1.29647
4.50	14.584	0.40510	4.50	27.742	0.77060	4.50	47.552	1.32090
5.00	14.584	0.40510	5.00	27.661	0.76837	5.00	48.632	1.35090
6.00	14.584	0.40510	6.00	27.661	0.76837	6.00	48.007	1.33353
7.00	14.584	0.40510	7.00	27.661	0.76837	7.00	48.007	1.33353
8.00	14.584	0.40510	8.00	27.661	0.76837	8.00	48.007	1.33353
9.00	14.584	0.40510	9.00	27.661	0.76837	9.00	48.007	1.33353
10.00	14.584	0.40510	10.00	27.661	0.76837	10.00	48.007	1.33353
11.00	14.584	0.40510	11.00	27.661	0.76837	11.00	48.007	1.33353
12.00	14.584	0.40510	12.00	27.661	0.76837	12.00	48.007	1.33353

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera	: T-1	Muestra : mab-2	Profundidad : 1.90 - 3.07 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.13 Kg/cm²
ϕ (°)	=	31.59 °

Resistencia Residual:

C	=	0.12 Kg/cm²
ϕ (°)	=	31.44 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-114-2015**

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera	: T-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.60 m.

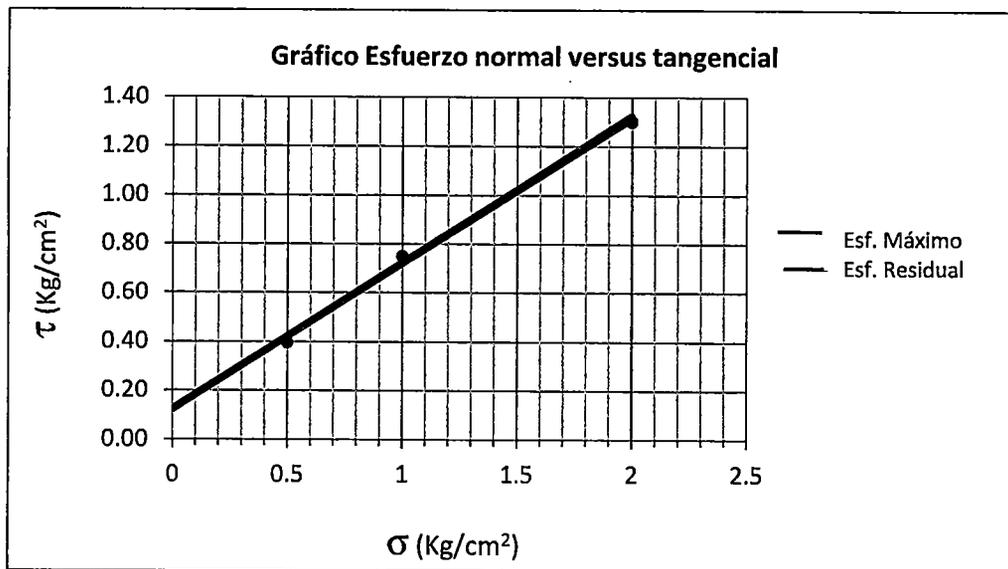
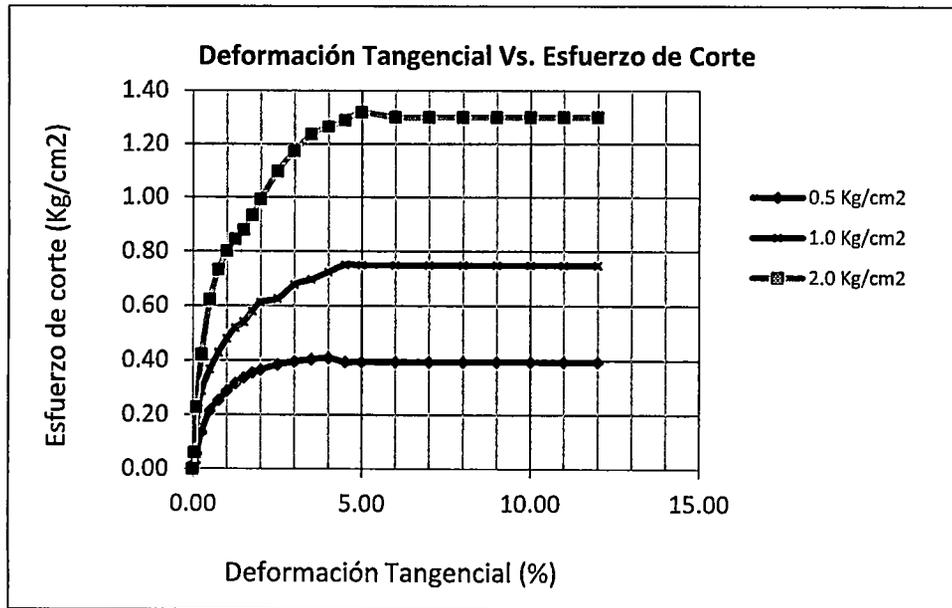
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.796	0.02210	0.05	1.888	0.05246	0.05	2.161	0.06003
0.10	2.017	0.05603	0.10	6.435	0.17875	0.10	8.178	0.22718
0.25	4.863	0.13507	0.25	10.349	0.28746	0.25	15.132	0.42032
0.50	7.736	0.21489	0.50	13.216	0.36712	0.50	22.397	0.62215
0.75	9.104	0.25288	0.75	15.422	0.42838	0.75	26.337	0.73158
1.00	10.345	0.28737	1.00	17.225	0.47847	1.00	28.807	0.80018
1.25	11.357	0.31548	1.25	18.659	0.51831	1.25	30.409	0.84471
1.50	12.092	0.33589	1.50	19.458	0.54051	1.50	31.636	0.87877
1.75	12.783	0.35510	1.75	20.876	0.57990	1.75	33.594	0.93317
2.00	13.153	0.36537	2.00	22.062	0.61282	2.00	35.736	0.99268
2.50	13.843	0.38454	2.50	22.518	0.62550	2.50	39.413	1.09480
3.00	14.260	0.39611	3.00	24.375	0.67707	3.00	42.249	1.17358
3.50	14.550	0.40417	3.50	25.066	0.69628	3.50	44.444	1.23455
4.00	14.738	0.40940	4.00	26.038	0.72329	4.00	45.506	1.26406
4.50	14.219	0.39497	4.50	27.048	0.75134	4.50	46.364	1.28788
5.00	14.219	0.39497	5.00	26.970	0.74916	5.00	47.417	1.31713
6.00	14.219	0.39497	6.00	26.970	0.74916	6.00	46.807	1.30020
7.00	14.219	0.39497	7.00	26.970	0.74916	7.00	46.807	1.30020
8.00	14.219	0.39497	8.00	26.970	0.74916	8.00	46.807	1.30020
9.00	14.219	0.39497	9.00	26.970	0.74916	9.00	46.807	1.30020
10.00	14.219	0.39497	10.00	26.970	0.74916	10.00	46.807	1.30020
11.00	14.219	0.39497	11.00	26.970	0.74916	11.00	46.807	1.30020
12.00	14.219	0.39497	12.00	26.970	0.74916	12.00	46.807	1.30020

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera	: T-2	Muestra : mab-1	Profundidad : 0.00 - 3.60 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.13 Kg/cm²
ϕ (°)	=	30.94 °

Resistencia Residual:

C	=	0.12 Kg/cm²
ϕ (°)	=	30.79 °

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha	: Agosto 2015
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: J.J.D.A.D.
Trinchera	: T-2	Muestra	: mab-2
		Profundidad	: 3.60 - 5.00 m.

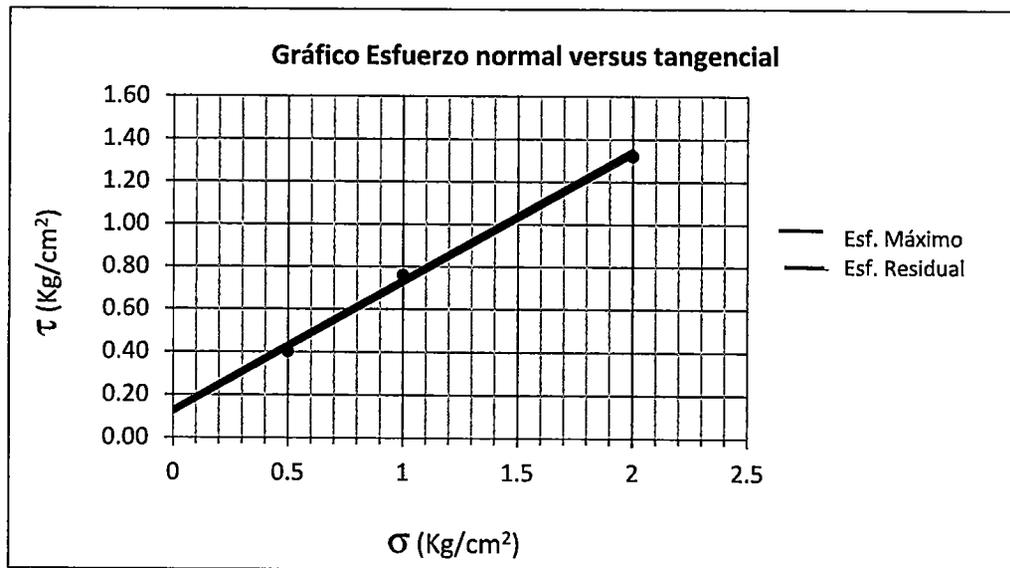
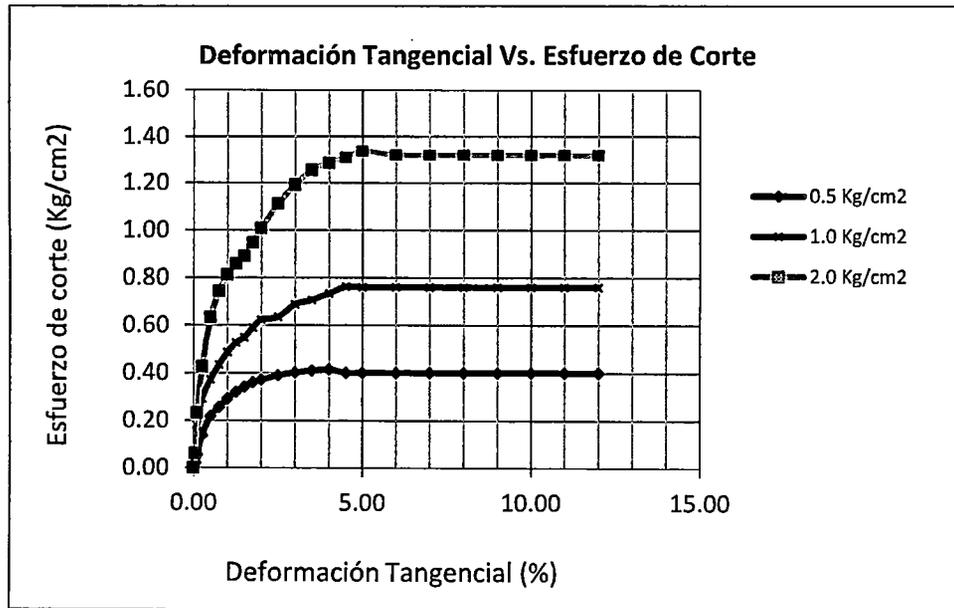
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000	0.00	0.000	0.00000
0.05	0.808	0.02244	0.05	1.917	0.05326	0.05	2.194	0.06095
0.10	2.048	0.05689	0.10	6.534	0.18150	0.10	8.304	0.23067
0.25	4.937	0.13715	0.25	10.508	0.29189	0.25	15.364	0.42679
0.50	7.855	0.21820	0.50	13.420	0.37277	0.50	22.742	0.63172
0.75	9.244	0.25677	0.75	15.659	0.43497	0.75	26.742	0.74283
1.00	10.504	0.29179	1.00	17.490	0.48583	1.00	29.250	0.81249
1.25	11.532	0.32033	1.25	18.946	0.52628	1.25	30.877	0.85770
1.50	12.278	0.34106	1.50	19.758	0.54882	1.50	32.122	0.89229
1.75	12.980	0.36056	1.75	21.197	0.58882	1.75	34.111	0.94753
2.00	13.355	0.37099	2.00	22.401	0.62225	2.00	36.286	1.00795
2.50	14.056	0.39046	2.50	22.864	0.63512	2.50	40.019	1.11164
3.00	14.479	0.40220	3.00	24.750	0.68749	3.00	42.899	1.19163
3.50	14.774	0.41039	3.50	25.452	0.70699	3.50	45.127	1.25354
4.00	14.965	0.41570	4.00	26.439	0.73442	4.00	46.206	1.28350
4.50	14.438	0.40105	4.50	27.464	0.76289	4.50	47.077	1.30769
5.00	14.438	0.40105	5.00	27.385	0.76068	5.00	48.146	1.33739
6.00	14.438	0.40105	6.00	27.385	0.76068	6.00	47.527	1.32020
7.00	14.438	0.40105	7.00	27.385	0.76068	7.00	47.527	1.32020
8.00	14.438	0.40105	8.00	27.385	0.76068	8.00	47.527	1.32020
9.00	14.438	0.40105	9.00	27.385	0.76068	9.00	47.527	1.32020
10.00	14.438	0.40105	10.00	27.385	0.76068	10.00	47.527	1.32020
11.00	14.438	0.40105	11.00	27.385	0.76068	11.00	47.527	1.32020
12.00	14.438	0.40105	12.00	27.385	0.76068	12.00	47.527	1.32020

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° S-114-2015

Tesis	: Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria		
Tesista	: Bach. Jesús Juan de Dios Albino Dextre	Fecha : Agosto 2015	
Lugar	: Paria - Independencia - Huaraz	Muestreado por : J.J.D.A.D.	
Trinchera	: T-2	Muestra : mab-2	Profundidad : 3.60 - 5.00 m.



Resistencia Máxima:

C	=	0.13 Kg/cm²
φ (°)	=	31.33 °

Resistencia Residual:

C	=	0.12 Kg/cm²
φ (°)	=	31.18 °

**B.- REPORTE DE LOS PROGRAMA
GAWACWIN Y MACSTARS**

**B.1.- MURO DE CONTENCION DE GAVION,
PROPUESTA N° 02**

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

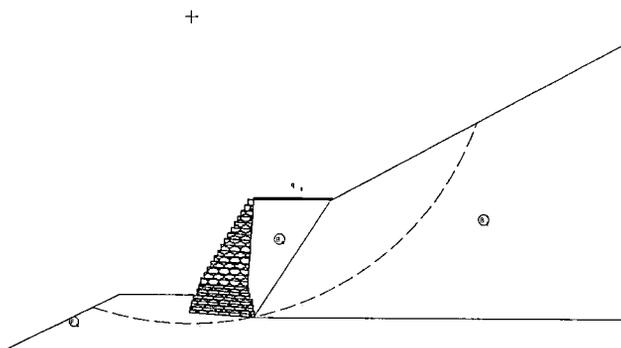
Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Fecha: 23/12/2015

DATOS INICIALES

Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 4.00 grad.
 Peso esp. de las piedras : 2.55 tf/m³
 Porosidad de los gaviones : 30.00 %
 Geotextil en el terraplén : Si
 Reducción en la fricción : 5.00 %
 Geotextil en la base : Si
 Reducción en la fricción : 3.00 %
 Malla y diám. del alamb.: 10x12, ø 2.7 mm CD



Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	11.00	0.50	-
2	11.00	0.50	0.00
3	10.50	0.50	0.25
4	10.50	0.50	0.25
5	10.00	0.50	0.50
6	10.00	0.50	0.50
7	9.00	0.50	1.00
8	9.00	0.50	1.00
9	8.50	0.50	1.25
10	8.50	0.50	1.25
11	8.00	1.00	1.50
12	7.50	1.00	2.00
13	7.00	1.00	2.50
14	6.50	1.00	3.00
15	6.00	1.00	3.50
16	5.50	1.00	4.00
17	5.00	1.00	4.50
18	4.50	1.00	5.00
19	4.00	1.00	5.50
20	3.50	1.00	6.00
21	3.00	1.00	6.50
22	2.50	1.00	7.00
23	2.00	1.00	7.50
24	1.50	1.00	8.00
25	1.00	1.00	8.50

Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho : 0.00 grad.
 Largo del primer trecho : 13.25 m
 Inclinación del segundo trecho : 28.00 grad.
 Peso específico del suelo : 2.09 tf/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 31.44 grad.
 Cohesión del suelo : 1.20 tf/m²

Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico tf/m ³	Cohesión tf/m ²	Ángulo de fricción grad.
1	-3.00	57.00	2.03	1.20	31.19

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Fecha: 23/12/2015

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 3.00 m
 Largo horiz. en la fundación : 12.00 m
 Inclinación de la de fundación : 26.00 grad.
 Peso específico del suelo : 2.03 tf/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 31.19 grad.
 Cohesión del suelo : 1.20 tf/m²
 Presión aceptable en la fundación : 37.41 tf/m²
 Nivel del agua : m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico tf/m ³	Cohesión tf/m ²	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m
 Inclinación del primer trecho : grad.
 Largo del primer trecho : m
 Inclinación del segundo trecho : grad.
 Largo del segundo trecho : m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén
 Primer trecho : 1.20 tf/m²
 Segundo trecho : tf/m²

Cargas distribuidas sobre el muro
 Carga : tf/m²

Línea de carga sobre el terraplén
 Carga 1 : tf/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 2 : tf/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 3 : tf/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro
 Carga : tf/m Dist. al tope del muro : m

Datos sobre efectos sísmicos

Coeficiente Horizontal : 0.00 Coeficiente Vertical :

 Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Fecha: 23/12/2015

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	103.97 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	10.94 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	5.92 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	30.16 grad.
Empuje Pasivo	:	41.54 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.06 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.82 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0.00 grad.

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	281.62 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	5.78 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0.40 m
Fuerza de corte en la base	:	28.79 tf/m
Fuerza resistente en la base	:	216.81 tf/m

Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento : **2.70**

Vuelco

Momento Activo	:	532.03 tf/m x m
Momento Resistente	:	2194.45 tf/m x m

Coef. de Seg. Contra el Vuelco : **4.12**

Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	-0.30 m
Tensión normal a la izquierda	:	22.08 tf/m ²
Tensión normal a la derecha	:	30.18 tf/m ²
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	37.41 tf/m ²

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Fecha: 23/12/2015

Estabilidad Global

Distancia inicial a la izquierda	:	8.50 m
Distancia inicial a la derecha	:	30.08 m
Profundidad inicial con ref. a la base	:	0.00 m
Máx. profundidad aceptable para el cálculo	:	m
Centro del arco con referencia al eje X	:	-0.13 m
Centro del arco con referencia al eje Y	:	50.16 m
Radio del arco	:	52.18 m
Número de superficies analizadas	:	28
Coef. de Seg. Contra la Rotura Global	:	1.72

Estabilidad Interna

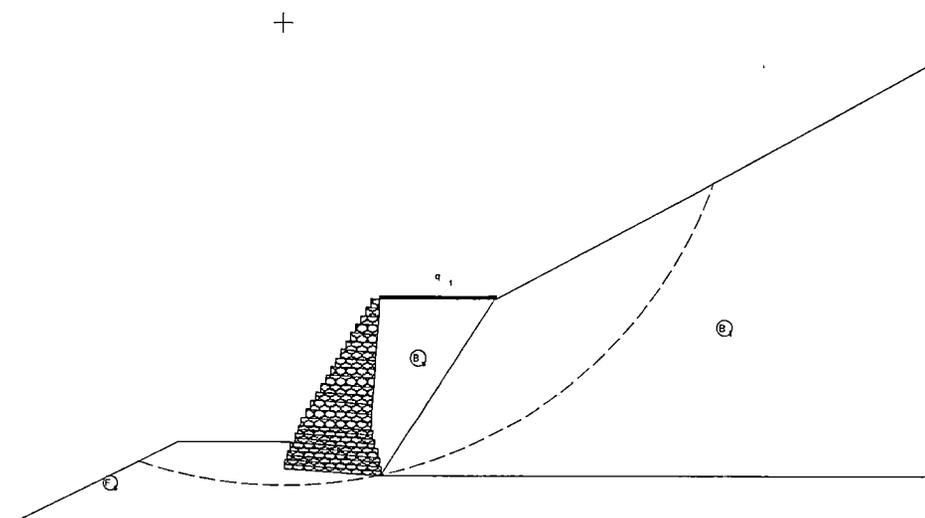
Camada	H m	N tf/m	T tf/m	M tf/m x m	τ Máx. tf/m ²	τ Adm. tf/m ²	σ Máx. tf/m ²	σ Adm. tf/m ²
1	19.56	273.17	67.24	1588.49	6.11	19.95	23.49	
2	19.04	253.65	60.91	1411.91	5.80	19.48	22.78	
3	18.54	241.80	56.65	1373.42	5.40	18.70	21.29	
4	18.03	224.00	51.72	1215.08	5.17	18.27	20.65	
5	17.53	213.29	48.63	1179.22	4.86	17.53	19.29	
6	16.99	191.03	43.44	937.35	4.83	17.46	19.47	
7	16.49	181.21	40.58	907.86	4.51	16.70	18.09	
8	15.98	166.17	36.89	789.91	4.34	16.30	17.48	
9	15.48	156.89	34.31	762.51	4.04	15.55	16.14	
10	14.96	142.78	30.93	658.44	3.87	14.07	15.48	
11	13.97	125.31	26.30	544.41	3.51	13.29	14.42	
12	12.97	108.98	22.05	444.28	3.15	12.50	13.37	59.25
13	11.97	93.78	18.17	357.13	2.79	11.71	12.31	
14	10.97	79.72	14.65	282.10	2.44	10.92	11.27	
15	9.98	66.80	11.51	218.27	2.09	10.14	10.22	
16	8.98	55.03	8.75	164.75	1.75	9.35	9.19	
17	7.98	44.46	6.46	120.66	1.44	8.57	8.19	
18	6.98	35.01	4.52	85.10	1.13	7.79	7.20	
19	5.99	26.68	2.91	57.20	0.83	7.01	6.22	
20	4.99	19.51	1.73	36.04	0.58	6.24	5.28	
21	3.99	13.48	0.89	20.75	0.36	5.47	4.38	
22	2.99	8.60	0.47	10.44	0.23	4.72	3.54	
23	2.00	4.65	0.03	4.13	0.02	3.89	2.62	
24	1.00	1.78	-0.12	0.95	-0.12	2.98	1.66	

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_ESTATICO

Fecha: 23/12/2015

**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	γ tf/m ³	c tf/m ²	ϕ grad.	Suelo	γ tf/m ³	c tf/m ²	ϕ grad.
B _s	2.09	1.20	31.44	F _s	2.03	1.20	31.19
B ₁	2.03	1.20	31.19				

CARGAS

Carga	Valor tf/m ²	Carga	Valor tf/m
q ₁	1.20		

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD

Coef. de seg. contra el Desliz.	2.70	Tensión en la base (izq.)	22.08tf/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	4.12	Tensión en la base (der.)	30.18tf/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1.72	Máx. tensión aceptable	37.41tf/m ²

Programa licenciado para: Maccaferri

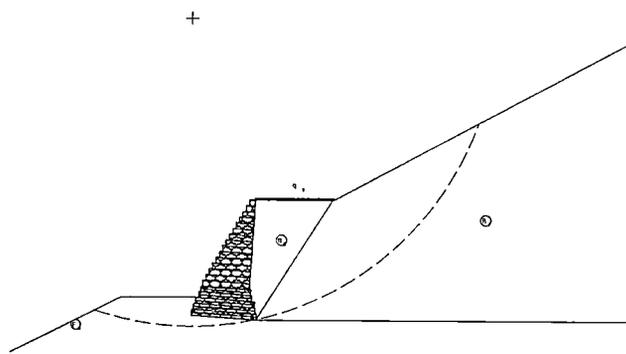
Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Fecha: 23/12/2015

DATOS INICIALES**Datos sobre el muro**

Inclinación del muro : 4.00 grad.
 Peso esp. de las piedras : 2.55 tf/m³
 Porosidad de los gaviones : 30.00 %
 Geotextil en el terraplén : Si
 Reducción en la fricción : 5.00 %
 Geotextil en la base : Si
 Reducción en la fricción : 3.00 %
 Malla y diám. del alamb.: 10x12, ø 2.7 mm CD



Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	11.00	0.50	-
2	11.00	0.50	0.00
3	10.50	0.50	0.25
4	10.50	0.50	0.25
5	10.00	0.50	0.50
6	10.00	0.50	0.50
7	9.00	0.50	1.00
8	9.00	0.50	1.00
9	8.50	0.50	1.25
10	8.50	0.50	1.25
11	8.00	1.00	1.50
12	7.50	1.00	2.00
13	7.00	1.00	2.50
14	6.50	1.00	3.00
15	6.00	1.00	3.50
16	5.50	1.00	4.00
17	5.00	1.00	4.50
18	4.50	1.00	5.00
19	4.00	1.00	5.50
20	3.50	1.00	6.00
21	3.00	1.00	6.50
22	2.50	1.00	7.00
23	2.00	1.00	7.50
24	1.50	1.00	8.00
25	1.00	1.00	8.50

Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho : 0.00 grad.
 Largo del primer trecho : 13.25 m
 Inclinación del segundo trecho : 28.00 grad.
 Peso específico del suelo : 2.09 tf/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 31.44 grad.
 Cohesión del suelo : 1.20 tf/m²

Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico tf/m ³	Cohesión tf/m ²	Ángulo de fricción grad.
1	-3.00	57.00	2.03	1.20	31.19

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Fecha: 23/12/2015

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 3.00 m
 Largo horiz. en la fundación : 12.00 m
 Inclinación de la de fundación : 26.00 grad.
 Peso específico del suelo : 2.03 tf/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 31.19 grad.
 Cohesión del suelo : 1.20 tf/m²
 Presión aceptable en la fundación : 37.41 tf/m²
 Nivel del agua : m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico tf/m ³	Cohesión tf/m ²	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m
 Inclinación del primer trecho : grad.
 Largo del primer trecho : m
 Inclinación del segundo trecho : grad.
 Largo del segundo trecho : m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén
 Primer trecho : 1.20 tf/m²
 Segundo trecho : tf/m²

Cargas distribuidas sobre el muro
 Carga : tf/m²

Línea de carga sobre el terraplén
 Carga 1 : tf/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 2 : tf/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 3 : tf/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro
 Carga : tf/m Dist. al tope del muro : m

Datos sobre efectos sísmicos

Coeficiente Horizontal : 0.20 Coeficiente Vertical :

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Fecha: 23/12/2015

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD**Empuje Activo y Pasivo**

Empuje Activo	:	109.23 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	10.94 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	6.24 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	30.16 grad.
Empuje Pasivo	:	41.54 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.06 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.82 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0.00 grad.

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	284.89 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	5.52 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	-0.39 m
Fuerza de corte en la base	:	37.67 tf/m
Fuerza resistente en la base	:	218.73 tf/m

Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento : **2.47****Vuelco**

Momento Activo	:	619.80 tf/m x m
Momento Resistente	:	2223.28 tf/m x m

Coef. de Seg. Contra el Vuelco : **3.59****Tensiones Actuantes en la Fundación**

Excentricidad	:	-0.03 m
Tensión normal a la izquierda	:	26.19 tf/m ²
Tensión normal a la derecha	:	26.66 tf/m ²
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	37.41 tf/m ²

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Fecha: 23/12/2015

Estabilidad Global

Distancia inicial a la izquierda	:	m
Distancia inicial a la derecha	:	m
Profundidad inicial con ref. a la base	:	m
Máx. profundidad aceptable para el cálculo	:	m
Centro del arco con referencia al eje X	:	-0.13 m
Centro del arco con referencia al eje Y	:	50.16 m
Radio del arco	:	52.19 m
Número de superficies analizadas	:	28
Coef. de Seg. Contra la Rotura Global	:	1.64

Estabilidad Interna

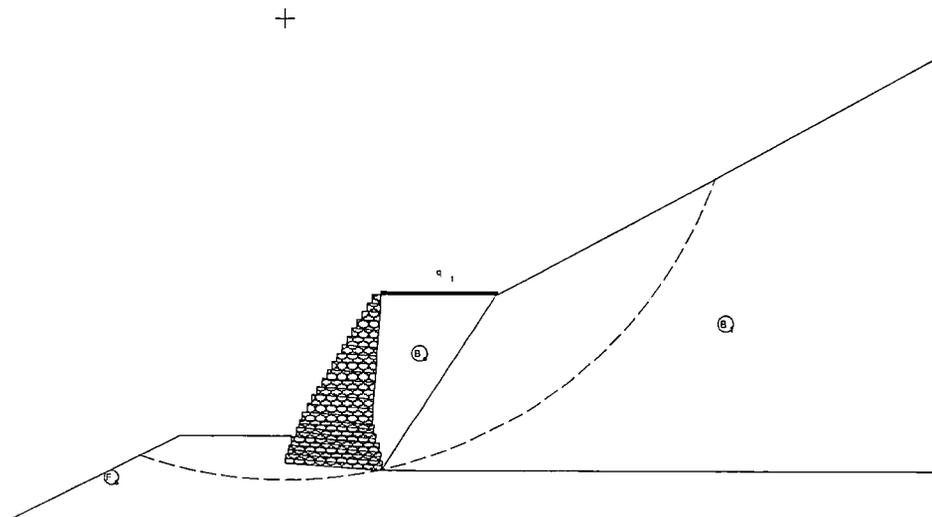
Camada	H m	N tf/m	T tf/m	M tf/m x m	τ Máx. tf/m ²	τ Adm. tf/m ²	σ Máx. tf/m ²	σ Adm. tf/m ²
1	19.56	276.46	75.97	1532.96	6.91	20.15	24.93	
2	19.04	256.95	69.52	1357.63	6.62	19.70	24.32	
3	18.54	245.07	65.03	1322.90	6.19	18.92	22.70	
4	18.03	226.71	59.12	1168.46	5.91	18.45	21.99	
5	17.53	215.72	55.45	1140.24	5.55	17.70	20.41	
6	16.99	193.26	49.87	899.54	5.54	17.63	20.76	
7	16.49	183.33	46.68	873.64	5.19	16.87	19.24	
8	15.98	168.03	42.46	757.98	5.00	16.45	18.62	
9	15.48	158.62	39.51	733.77	4.65	15.69	17.14	
10	14.96	144.26	35.61	633.97	4.45	14.20	16.41	
11	13.97	126.61	30.43	524.25	4.06	13.41	15.29	
12	12.97	110.12	25.66	427.88	3.67	12.61	14.17	59.25
13	11.97	94.77	21.30	344.01	3.28	11.82	13.05	
14	10.97	80.57	17.34	271.78	2.89	11.02	11.94	
15	9.98	67.52	13.78	210.33	2.50	10.23	10.84	
16	8.98	55.62	10.62	158.80	2.12	9.43	9.74	
17	7.98	44.87	7.87	116.70	1.75	8.64	8.63	
18	6.98	35.34	5.64	82.34	1.41	7.85	7.58	
19	5.99	26.94	3.79	55.36	1.08	7.06	6.55	
20	4.99	19.67	2.32	35.00	0.77	6.28	5.53	
21	3.99	13.59	1.31	20.16	0.53	5.50	4.58	
22	2.99	8.66	0.71	10.17	0.36	4.74	3.69	
23	2.00	4.69	0.18	4.03	0.12	3.91	2.73	
24	1.00	1.78	-0.09	0.94	-0.09	2.98	1.70	

Programa licenciado para: Maccaferri

Proyecto: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Archivo: TESIS_PROPUESTA N.02_PSEUDOESTATICO

Fecha: 23/12/2015

**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	γ tf/m ³	c tf/m ²	ϕ grad.	Suelo	γ tf/m ³	c tf/m ²	ϕ grad.
B _s	2.09	1.20	31.44	F _s	2.03	1.20	31.19
B ₁	2.03	1.20	31.19				

CARGAS

Carga	Valor tf/m ²	Carga	Valor tf/m
q ₁	1.20		

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD

Coef. de seg. contra el Desliz.	2.47	Tensión en la base (izq.)	26.19tf/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	3.59	Tensión en la base (der.)	26.66tf/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1.64	Máx. tensión aceptable	37.41tf/m ²

**B.2.- MURO DE CONTENCION DE SUELO
REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA
TERRAMESH SYSTEM, PROPUESTA N° 04**

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

MACSTARS 4.0_ALL_31072014

Proyecto.....: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM

Sección Transversal....: Seccion 1-Terramesh H=20m y h=11m

Localización....:Acovichay Alto - Independecia

Carpeta.....:TESIS

Archivo.....:Propuesta N 04-Tesis 2015_FM01_CMD 15(175)_sin sismo y carga

Fecha.....: 13/09/2015

RESUMEN

No se encontraron elementos de tabla de contenido.

PROPIEDADES DEL SUELO

Suelo: FUNDACION-S4 Descripción: Grava Limosa con arena (GM)

Cohesión.....[t/m²] : 1.20
 Ángulo de Fricción.....[°] : 31.19
 Valor de Ru..... : 0.00
 Peso unitario – Natural.....[t/m³] : 2.03
 Peso unitario – Saturado.....[t/m³] : 2.03

Módulo Elástico.....[t/m²] : 0.00
 Módulo de Poisson..... : 0.30

Suelo: GAVION Descripción: Es una sola estructura que consiste en reforzar el terraplén estructural, las unidades de refuerzo y el relleno llena de piedras

Cohesión.....[t/m²] : 1.25
 Ángulo de Fricción.....[°] : 40.00
 Valor de Ru..... : 0.00
 Peso unitario – Natural.....[t/m³] : 1.75
 Peso unitario – Saturado.....[t/m³] : 1.75

Módulo Elástico.....[t/m²] : 0.00
 Módulo de Poisson..... : 0.30

Suelo: RELLENO Descripción: Es el selecto compactado, capa de suelo utilizado para llenar el espacio entre el bloque de refuerzo y la pendiente original

Cohesión.....[t/m²] : 1.20
 Ángulo de Fricción.....[°] : 31.19
 Valor de Ru..... : 0.00
 Peso unitario – Natural.....[t/m³] : 2.03
 Peso unitario – Saturado.....[t/m³] : 2.03

Módulo Elástico.....[t/m²] : 0.00
 Módulo de Poisson..... : 0.30

Suelo: TERRAPL1-S1 Descripción: Arena Limosa con grava (SM)

Cohesión.....[t/m²] : 0.44
 Ángulo de Fricción.....[°] : 30.11
 Valor de Ru..... : 0.00
 Peso unitario – Natural.....[t/m³] : 1.76
 Peso unitario – Saturado.....[t/m³] : 1.76

Módulo Elástico.....[t/m²] : 0.00
 Módulo de Poisson..... : 0.30

PERFIL DE LA CAMADA

Camada: FUNDACION-S4 Descripción del Suelo: Camada 3
 Suelo: FUNDACION-S4

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	18.00	20.00	18.00	20.00	17.00	31.00	17.00
43.47	35.02	43.52	35.15	63.18	46.16	69.29	49.17
70.05	49.32	73.80	49.59				

Camada: TERRAPL1-S1

Descripción del Suelo: Camada 1

Suelo: TERRAPL1-S1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
43.52	35.15	44.25	37.47	45.60	38.12	58.56	45.34
65.01	48.86	65.61	49.16	69.29	50.87	70.05	51.02
70.66	51.07	73.80	51.29				

Camada: TERRAPL2-S2

Descripción del Suelo: Camada 2

Suelo: TERRAPL1-S1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00		

BLOQUES REFORZADOS

Bloque: B1

Dimensiones del bloque [m]: Ancho de la Base = 11.00 Altura = 3.00
 Origen del Bloque [m]: Abscisa = 20.00 Ordenada = 17.00
 BermaInclinación Paramento [°]: 0.00

Material de relleno para el Gavión: GAVION
 Tipo de relleno estructural: Arena
 Relleno estructural: RELLENO
 Suelo de relleno: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura: RELLENO
 Suelo de Fundación: FUNDACION-S4

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m]: 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°]: 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B2

Dimensiones del bloque [m]: Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B1
 Inclinación Paramento [°]: 0.00

Material de relleno para el Gavión: GAVION
 Tipo de relleno estructural: Arena
 Relleno estructural: RELLENO
 Suelo de relleno: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura: RELLENO
 Suelo de Fundación: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m]: 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°]: 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50

Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B3

Dimensiones del bloque...[m] : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m] = 0.10 por B2

Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION

Tipo de relleno estructural..... : Arena

Relleno estructural..... : RELLENO

Suelo de relleno..... : RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO

Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50

Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B4

Dimensiones del bloque...[m] : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m] = 0.10 por B3

Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION

Tipo de relleno estructural..... : Arena

Relleno estructural..... : RELLENO

Suelo de relleno..... : RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO

Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00
Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50
Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B5

Dimensiones del bloque.....[m]..... : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
.....[m]..... = 0.10 por B4
Inclinación Paramento.....[°]..... : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
Tipo de relleno estructural..... : Arena
Relleno estructural..... : RELLENO
Suelo de relleno..... : RELLENO
Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00
Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50
Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B6

Dimensiones del bloque.....[m]..... : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
.....[m]..... = 0.10 por B5
Inclinación Paramento.....[°]..... : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
Tipo de relleno estructural..... : Arena
Relleno estructural..... : RELLENO
Suelo de relleno..... : RELLENO
Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00
Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50
Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B7

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 1.50 por B6
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B8

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B7
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B9

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B8
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B10

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B9
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B11

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 1.50 por B10
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B12

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
[m] = 0.10 por B11
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
 Tipo de relleno estructural.....: Arena
 Relleno estructural.....: RELLENO
 Suelo de relleno.....: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
 Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B13

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
[m] = 0.10 por B12
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
 Tipo de relleno estructural.....: Arena
 Relleno estructural.....: RELLENO
 Suelo de relleno.....: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
 Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B14

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B13
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B15

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 4.00
 [m] = 1.50 por B14
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 1.00
 Offset [m] = 0.00

SOBRECARGAS

Cargas Distribuidas: CARGA Descripción : Carga transmitida de viviendas en un futuro
 Intensidad [t/m²] = 1.20 Inclinación [°] = 0.00
 Abscisa [m] : de = 28.90 hasta = 43.50

PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS

Linear Composites - ParaGrid - 175

Resistencia a la Tracción	[t/m]	:	17.84
Tasa de deformación plástica		:	0.00
Coefficiente de deformación elástica	[m ³ /t]	:	1.08e-03
Rigidez del refuerzo	[t/m]	:	148.62
Largo de anclaje Mínimo	[m]	:	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava)		:	1.52
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena)		:	1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa)		:	1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena arenosa)		:	1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo		:	0.23
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-arena		:	0.40

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

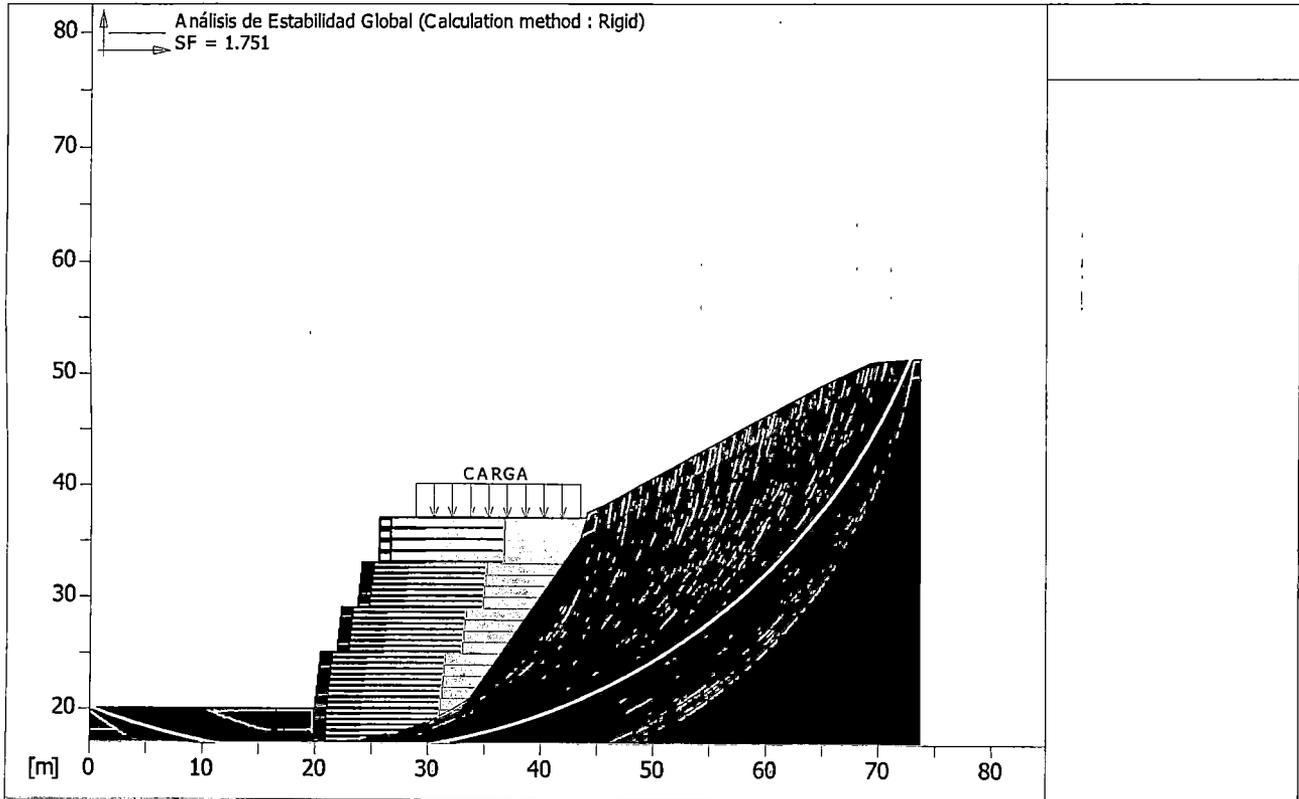
Resistencia a la Tracción	[t/m]	:	5.10
Tasa de deformación plástica		:	2.00
Coefficiente de deformación elástica	[m ³ /t]	:	1.08e-03
Rigidez del refuerzo	[t/m]	:	50.97
Largo de anclaje Mínimo	[m]	:	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava)		:	1.27
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena)		:	1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa)		:	1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)		:	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena arenosa)		:	1.15
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-arena		:	0.30

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción	[t/m]	:	5.10
Tasa de deformación plástica		:	2.00
Coefficiente de deformación elástica	[m ³ /t]	:	1.08e-03
Rigidez del refuerzo	[t/m]	:	50.97
Largo de anclaje Mínimo	[m]	:	0.15

Factor de seg. contra la rotura (grava).....	1.27
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....	1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....	1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....	1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena arenosa).....	1.15
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-arena.....	0.30

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



<p>MACCAFERRI Macstars W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</p>	<p>Nombre del proyecto: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYS</p>	<p>Fecha: 13/09/2015</p>
	<p>Sección Transversal: Seccion 1-Terramesh H=20m y h=11m</p> <p>Localización: Acovichay Alto - Independencia</p>	<p>Archivo: Propuesta N 04-Tesis 2015_FM0</p> <p>Carpetas: TESIS</p>

Verificación de la estabilidad Global:

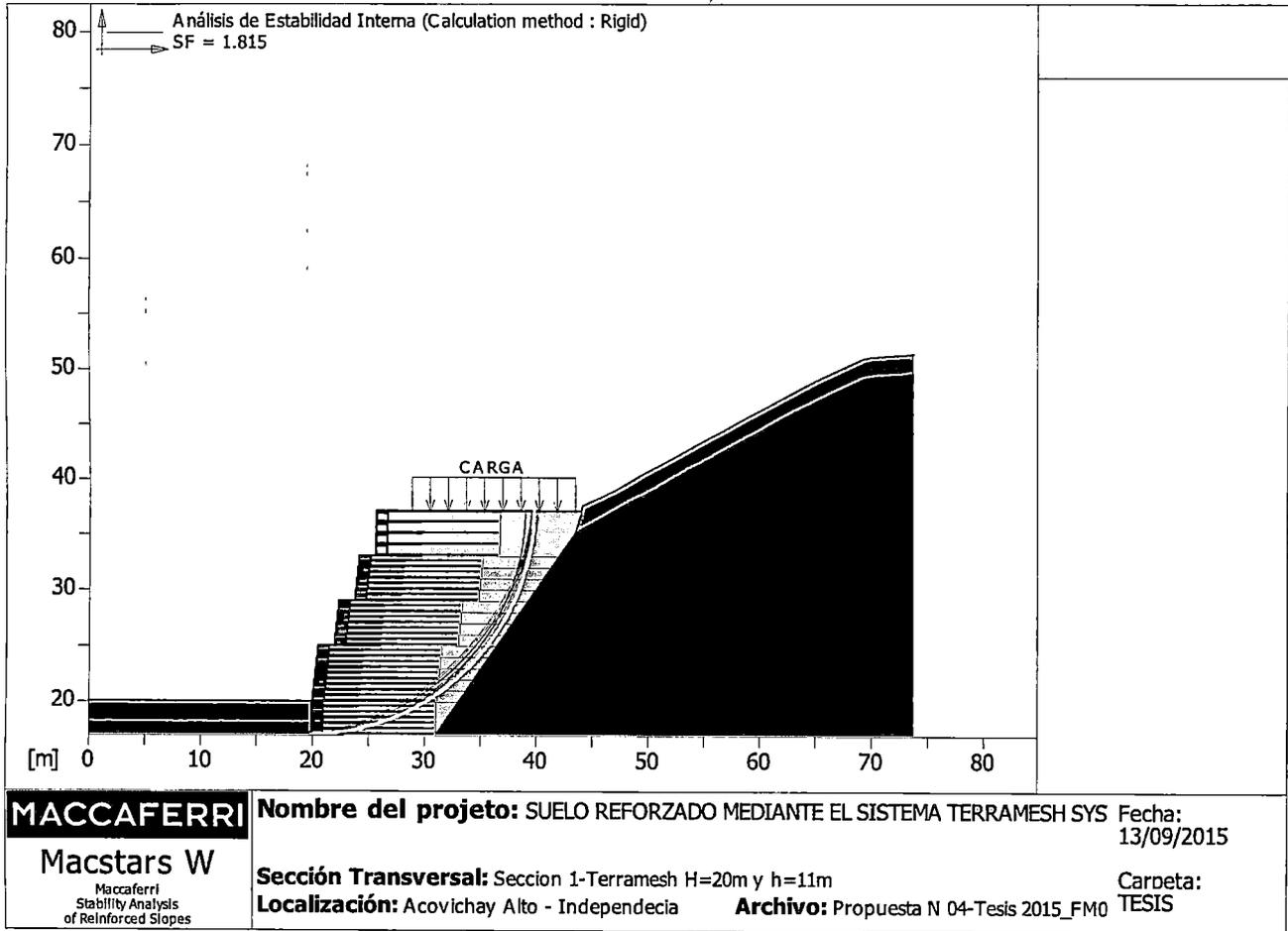
Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.751

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
0.00	10.00	45.00	73.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....:			100
Número total de superficies verificadas.....:			1000
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:			0.50
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:			0.00
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:			0.00

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.

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



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.....: 1.815

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	Límite inicial, abscisas [m]	
B1	Primer punto	Segundo punto
	21.00	40.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	

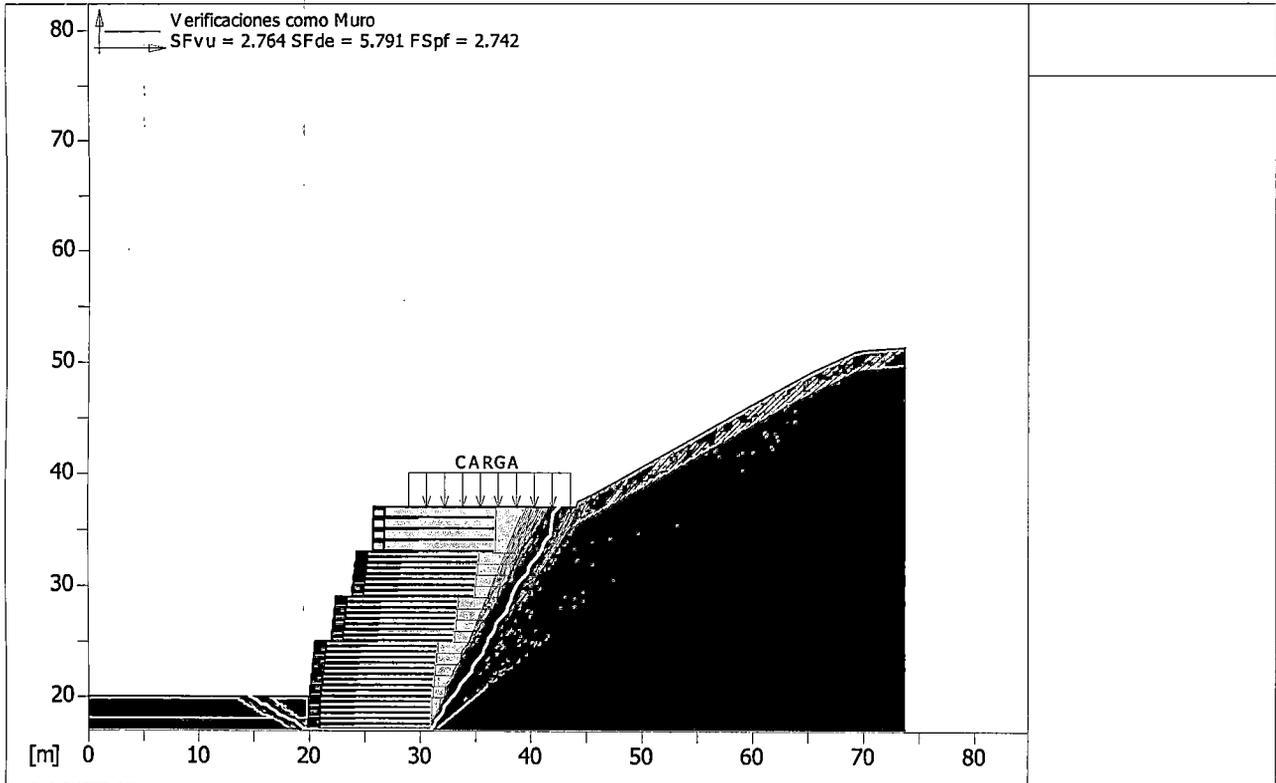
Bloque: B1
 Linear Composites - ParaGrid - 175

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [t/m]	arrancamiento [t/m]	agente [t/m]	1/Fmax	
0.500	17.8	53.7	11.8	1.51	4.55
1.000	17.8	110.8	11.8	1.51	9.37
1.500	17.8	154.0	11.8	1.51	13.04
2.000	17.8	105.5	11.8	1.51	8.93
2.500	17.8	64.6	11.8	1.51	5.47

Bloque: B2
Linear Composites - ParaGrid - 175

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[t/m]	[t/m]	[t/m]		
0.000	17.8	33.4	11.8	1.51	2.83

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



<p>MACCAFERRI Macstars W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</p>	<p>Nombre del proyecto: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYS</p>	<p>Fecha: 13/09/2015</p>
	<p>Sección Transversal: Sección 1-Terramesh H=20m y h=11m</p> <p>Localización: Acovichay Alto - Independencia</p>	<p>Archivo: Propuesta N 04-Tesis 2015_FM0</p> <p>Carteta: TESIS</p>

Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: B1

Fuerza Estabilizante.....	[t/m]	:	285.79
Fuerza Solicitante.....	[t/m]	:	103.38
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		:	2.764
Momento Estabilizante.....	[t*m/m]	:	3682.77
Momento Solicitante.....	[t*m/m]	:	635.93
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		:	5.791
Capacidad portante asignada.			

Capacidad portante.....	[t/m ²]	:	112.24
Presión media.....	[t/m ²]	:	40.94
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:			2.742
Fundación equivalente.....	[m]	:	11.00
Excentricidad fuerza normal.....	[m]	:	-1.27
Brazo del momento.....	[m]	:	6.15
Fuerza normal.....	[t]	:	450.29
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[t/m ²]	:	5.46
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[t/m ²]	:	100.90

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

MACSTARS 4.0_ALL_31072014

Proyecto.....: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM

Sección Transversal.....: Seccion 1-Terramesh H=20m y h=11m

Localización.....:Acovichay Alto - Independecia

Carpeta.....:TESIS

Archivo.....:Propuesta N 04-Tesis 2015_FM01_CMD 15(175)_con sismo y carga_02

Fecha.....: 13/09/2015

RESUMEN

No se encontraron elementos de tabla de contenido.

PROPIEDADES DEL SUELO

Suelo: FUNDACION-S4 Descripción: Grava Limosa con arena (GM)

Cohesión.....	[t/m ²]	:	1.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	31.19
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m ³]	:	2.03
Peso unitario – Saturado.....	[t/m ³]	:	2.03
Módulo Elástico.....	[t/m ²]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

Suelo: GAVION Descripción: Es una sola estructura que consiste en reforzar el terraplén estructural, las unidades de refuerzo y el relleno llena de piedras

Cohesión.....	[t/m ²]	:	1.25
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	40.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m ³]	:	1.75
Peso unitario – Saturado.....	[t/m ³]	:	1.75
Módulo Elástico.....	[t/m ²]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

Suelo: RELLENO Descripción: Es el selecto compactado, capa de suelo utilizado para llenar el espacio entre el bloque de refuerzo y la pendiente original

Cohesión.....	[t/m ²]	:	1.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	31.19
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m ³]	:	2.03
Peso unitario – Saturado.....	[t/m ³]	:	2.03
Módulo Elástico.....	[t/m ²]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

Suelo: TERRAPL1-S1 Descripción: Arena Limosa con grava (SM)

Cohesión.....	[t/m ²]	:	0.44
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	30.11
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[t/m ³]	:	1.76
Peso unitario – Saturado.....	[t/m ³]	:	1.76
Módulo Elástico.....	[t/m ²]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

PERFIL DE LA CAMADA

Camada: FUNDACION-S4 Descripción del Suelo: Camada 3

Suelo: FUNDACION-S4

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	18.00	20.00	18.00	20.00	17.00	31.00	17.00
43.47	35.02	43.52	35.15	63.18	46.16	69.29	49.17
70.05	49.32	73.80	49.59				

Camada: TERRAPL1-S1

Descripción del Suelo: Camada 1

Suelo: TERRAPL1-S1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
43.52	35.15	44.25	37.47	45.60	38.12	58.56	45.34
65.01	48.86	65.61	49.16	69.29	50.87	70.05	51.02
70.66	51.07	73.80	51.29				

Camada: TERRAPL2-S2

Descripción del Suelo: Camada 2

Suelo: TERRAPL1-S1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00		

BLOQUES REFORZADOS

Bloque: B1

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base...= 11.00 Altura.....= 3.00
 Origen del Bloque.....[m].....: Abscisa.....= 20.00 Ordenada...= 17.00
 BermaInclinación Paramento.....[°].....: 0.00

- Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
- Tipo de relleno estructural.....: Arena
- Relleno estructural.....: RELLENO
- Suelo de relleno.....: RELLENO
- Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
- Suelo de Fundación.....: FUNDACION-S4

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m].....= 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.00

Bloque: B2

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base...= 11.00 Altura.....= 1.00
[m].....= 0.10 por B1
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

- Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
- Tipo de relleno estructural.....: Arena
- Relleno estructural.....: RELLENO
- Suelo de relleno.....: RELLENO
- Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
- Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50

Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B3

Dimensiones del bloque.....[m] : Ancho de la Base..... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m] = 0.10 por B2

Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION

Tipo de relleno estructural..... : Arena

Relleno estructural..... : RELLENO

Suelo de relleno..... : RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO

Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50

Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B4

Dimensiones del bloque.....[m] : Ancho de la Base..... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m] = 0.10 por B3

Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION

Tipo de relleno estructural..... : Arena

Relleno estructural..... : RELLENO

Suelo de relleno..... : RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO

Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m] = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50

Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B5

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m]..... = 0.10 por B4

Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION

Tipo de relleno estructural.....: Arena

Relleno estructural.....: RELLENO

Suelo de relleno.....: RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO

Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50

Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B6

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00

.....[m]..... = 0.10 por B5

Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION

Tipo de relleno estructural.....: Arena

Relleno estructural.....: RELLENO

Suelo de relleno.....: RELLENO

Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO

Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00

Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Largo.....[m]..... = 4.00

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00

Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50

Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B7

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 1.50 por B6
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B8

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B7
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
 Tipo de relleno estructural : Arena
 Relleno estructural : RELLENO
 Suelo de relleno : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura : RELLENO
 Suelo de Fundación : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 0.50
 Offset [m] = 0.00

Bloque: B9

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 11.00 Altura = 1.00
 [m] = 0.10 por B8
 Inclinación Paramento [°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación..... [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro..... [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo..... [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical..... [m] = 0.50
 Offset..... [m] = 0.00

Bloque: B10

Dimensiones del bloque... [m]..... : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
 [m]..... = 0.10 por B9
 Inclinación Paramento..... [°]..... : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación..... [m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro..... [°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo..... [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical..... [m] = 0.50
 Offset..... [m] = 0.00

Bloque: B11

Dimensiones del bloque... [m]..... : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
 [m]..... = 1.50 por B10
 Inclinación Paramento..... [°]..... : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B12

Dimensiones del bloque...[m] : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
[m] = 0.10 por B11
 Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m] = 0.50
 Offset.....[m] = 0.00

Bloque: B13

Dimensiones del bloque...[m] : Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
[m] = 0.10 por B12
 Inclinación Paramento.....[°] : 0.00

Material de relleno para el Gavión..... : GAVION
 Tipo de relleno estructural..... : Arena
 Relleno estructural..... : RELLENO
 Suelo de relleno..... : RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : RELLENO
 Suelo de Fundación..... : RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50
 Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B14

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 1.00
[m]..... = 0.10 por B13
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
 Tipo de relleno estructural.....: Arena
 Relleno estructural.....: RELLENO
 Suelo de relleno.....: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
 Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo.....[m]..... = 11.00
 Espaciamiento Vertical.....[m]..... = 0.50
 Offset.....[m]..... = 0.00

Bloque: B15

Dimensiones del bloque...[m].....: Ancho de la Base... = 11.00 Altura..... = 4.00
[m]..... = 1.50 por B14
 Inclinación Paramento.....[°].....: 0.00

Material de relleno para el Gavión.....: GAVION
 Tipo de relleno estructural.....: Arena
 Relleno estructural.....: RELLENO
 Suelo de relleno.....: RELLENO
 Suelo del talud arriba de la estructura.....: RELLENO
 Suelo de Fundación.....: RELLENO

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación.....[m] : 0.00
 Inclinación del talud al pie del muro.....[°] : 0.00

Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

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

Linear Composites - ParaGrid - 175

Largo [m] = 11.00
 Espaciamiento Vertical [m] = 1.00
 Offset [m] = 0.00

SOBRECARGAS

Cargas Distribuidas: CARGA Descripción : Carga transmitida de viviendas en un futuro
 Intensidad [t/m²] = 1.20 Inclinación [°] = 0.00
 Abscisa [m] : de = 28.90 hasta = 43.50

Efectos Sísmicos:

Coefficiente : Horizontal = 0.20 Vertical = 0.00

PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS

Linear Composites - ParaGrid - 175

Resistencia a la Tracción [t/m]	: 17.84
Tasa de deformación plástica	: 0.00
Coefficiente de deformación elástica [m ³ /t]	: 1.08e-03
Rigidez del refuerzo [t/m]	: 148.62
Largo de anclaje Mínimo [m]	: 0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava)	: 1.52
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena)	: 1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa)	: 1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (Arena arenosa)	: 1.51
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo	: 0.23
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-Arena	: 0.40

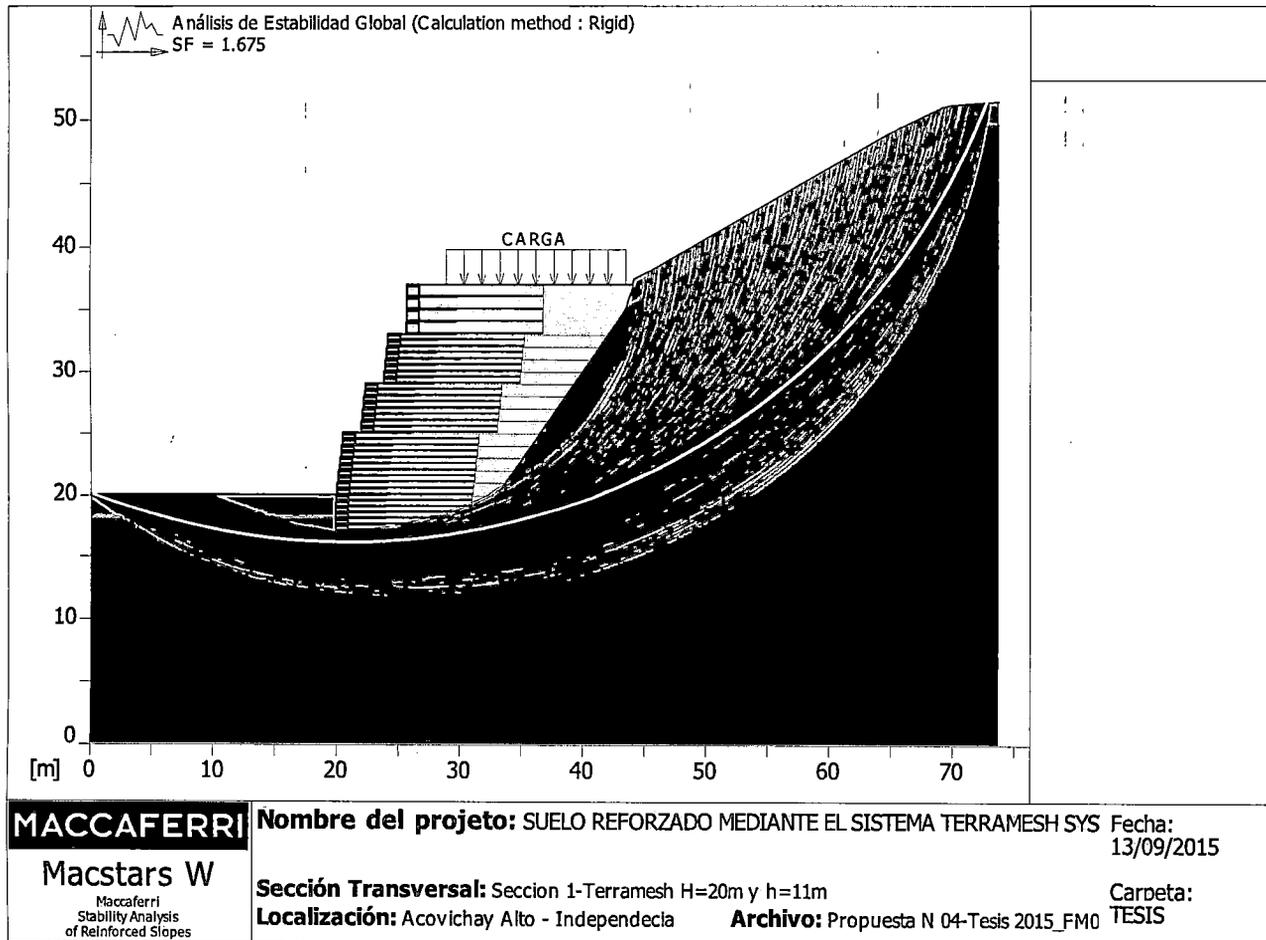
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 0,5x1.0

Resistencia a la Tracción [t/m]	: 5.10
Tasa de deformación plástica	: 2.00
Coefficiente de deformación elástica [m ³ /t]	: 1.08e-03
Rigidez del refuerzo [t/m]	: 50.97
Largo de anclaje Mínimo [m]	: 0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava)	: 1.27
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena)	: 1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa)	: 1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)	: 1.00
Factor de seg. contra la rotura (Arena arenosa)	: 1.15
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-Arena	: 0.30

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Resistencia a la Tracción.....	[t/m].....	5.10
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m ³ /t].....	1.08e-03
Rigidez del refuerzo.....	[t/m].....	50.97
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.27
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.15
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (Arena arenosa).....		1.15
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-Arena.....		0.30

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



Verificación de la estabilidad Global:

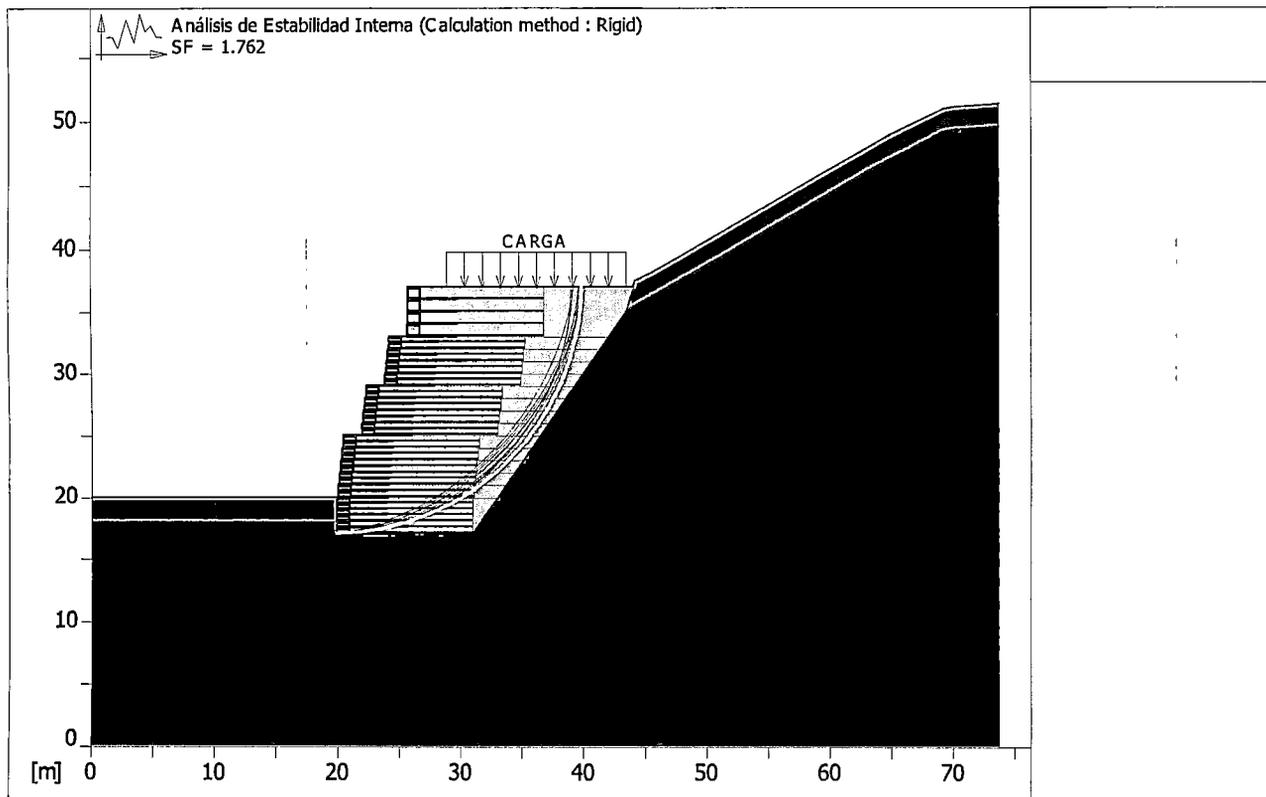
Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.675

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
0.00	10.00	45.00	73.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....:	100		
Número total de superficies verificadas.....:	1000		
Largo mínimo de la base de las lámelas.....[m].....:	0.50		
Ángulo límite superior para la búsqueda.....[°].....:	0.00		
Ángulo límite inferior para la búsqueda.....[°].....:	0.00		

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.

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



<p>MACCAFERRI Macstars W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</p>	<p>Nombre del proyecto: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYS</p>	<p>Fecha: 13/09/2015</p>
	<p>Sección Transversal: Seccion 1-Terramesh H=20m y h=11m</p> <p>Localización: Acovichay Alto - Independecia</p>	<p>Archivo: Propuesta N 04-Tesis 2015_FM0</p>

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: 1.762

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	Límite inicial, abscisas [m]	
B1	Primer punto	Segundo punto
	21.00	40.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento	1	
Número total de superficies verificadas	100	
Largo mínimo de la base de las lámelas [m]	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda [°]	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda [°]	0.00	

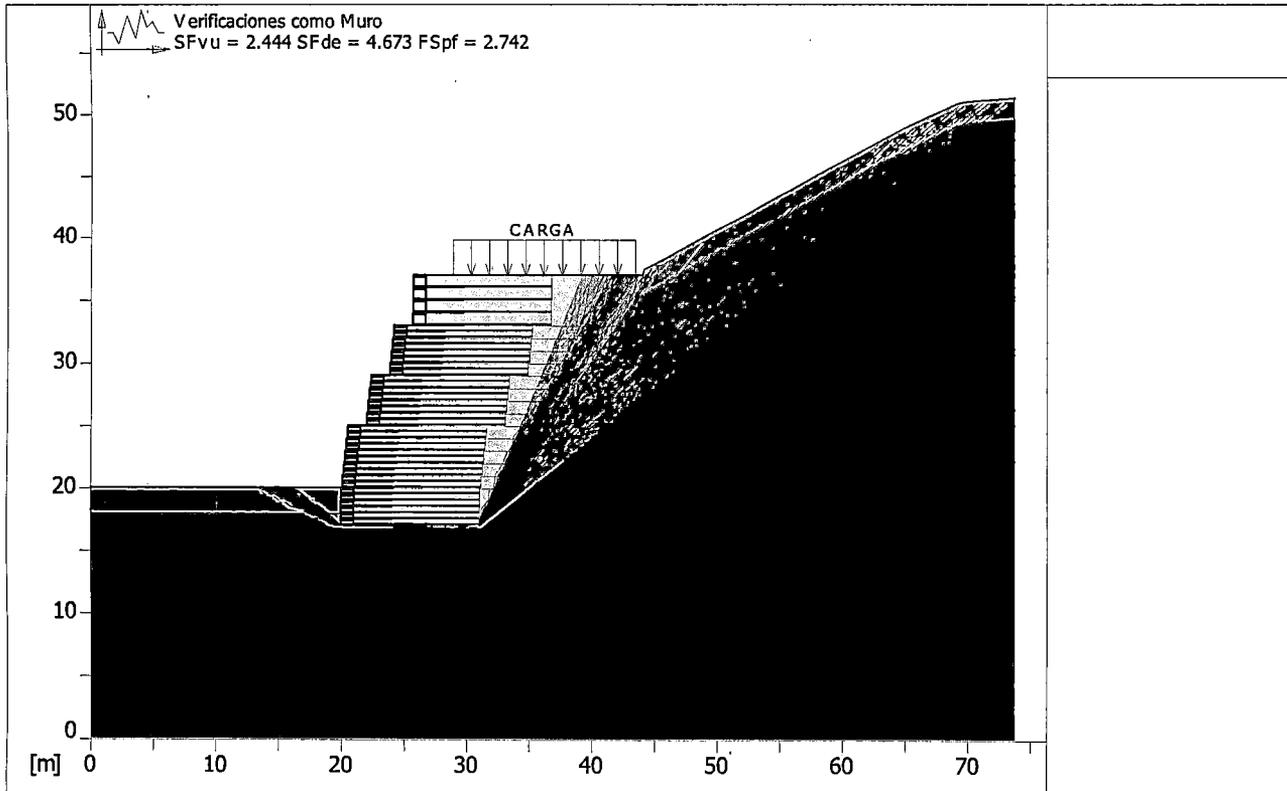
Bloque: B1
 Linear Composites - ParaGrid - 175

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [t/m]	arrancamiento [t/m]	agente [t/m]	1/Fmax	
0.500	17.8	53.7	11.8	1.51	4.55
1.000	17.8	110.8	11.8	1.51	9.37
1.500	17.8	154.0	11.8	1.51	13.04
2.000	17.8	105.5	11.8	1.51	8.93
2.500	17.8	64.6	11.8	1.51	5.47

Bloque: B2
 Linear Composites - ParaGrid - 175

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[t/m]	[t/m]	[t/m]		
0.000	17.8	33.4	11.8	1.51	2.83

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS



<p>MACCAFERRI Macstars W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes</small></p>	<p>Nombre del proyecto: SUELO REFORZADO MEDIANTE EL SISTEMA TERRAMESH SYS</p>	<p>Fecha: 13/09/2015</p>
	<p>Sección Transversal: Seccion 1-Terramesh H=20m y h=11m</p> <p>Localización: Acovichay Alto - Independencia</p>	<p>Archivo: Propuesta N 04-Tesis 2015_FM0</p> <p>Carpeta: TESIS</p>

Verificación como muro a gravedad:

Bloque Considerado: B1

Fuerza Estabilizante.....[t/m].....: 285.79

Fuerza Solicitante.....[t/m].....: 116.95

Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....: 2.444

Momento Estabilizante.....[t*m/m].....: 3682.77

Momento Solicitante.....[t*m/m].....: 788.17

Factor de Seguridad contra el Vuelco.....: 4.673

Capacidad portante asignada.

Capacidad portante.....[t/m²].....: 112.24

Presión media.....[t/m²].....: 40.94

Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo: 2.742

Fundación equivalente.....[m].....: 11.00

Excentricidad fuerza normal.....[m].....: -0.93

Brazo del momento.....[m].....: 6.74

Fuerza normal.....[t].....: 450.29

Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....[t/m²].....: 19.25

Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....[t/m²].....: 79.25

**C.- MURO DE CONTENCIÓN DE
SUELO REFORZADO MEDIANTE
EL SISTEMA TERRAMESH SYSTEM**

C.1.- MURO CONTENCIÓN TERRAMESH SYSTEM

C.1.1.- INTRODUCCIÓN

Las Estructuras de Suelo Reforzado son estructuras capaces de retener y estabilizar taludes que consisten en una asociación de suelo compactado y elementos de refuerzo resistentes a la tracción que juntos forman un bloque de suelo homogéneo que trabaja como una estructura de gravedad convencional.

El tipo de estructura desarrollada en el presente proyecto está formada por un paramento exterior en gaviones y elementos de refuerzo compuestos por mallas hexagonales de doble torsión, un geo compuesto, tuberías de captación y drenaje HDPE 6", geo malla Macgrid WG 200, el relleno estructural compactado y un geotextil de filtro ubicado en la interfase suelo/refuerzo. Dicha estructura en Suelo reforzado representa una ventaja con respecto a las convencionales de concreto por su rapidez de instalación (reducción de tiempos por fraguado), y el empleo de mano de obra no calificada.

C.1.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA

El Sistema TERRAMESH® es un conjunto de elementos estructurales que conforman un sistema de contención, dichos elementos componen la pared externa y el anclaje en la parte posterior conformado por paños de red de malla hexagonal a doble torsión.

Este sistema es sumamente económico pues utiliza el propio material de relleno como parte integrante de la estructura de contención. Estos elementos son fabricados a partir de un único paño de malla hexagonal a doble torsión que trabaja debido a la fricción y a la trabazón mecánica de las partículas del suelo con sí misma, formando un bloque reforzado que soportará los empujes generados por el macizo a contener. Los elementos que permiten la construcción de contenciones con este sistema están patentados por MACCAFERRI y siendo la malla metálica a doble torsión, geomalla de Refuerzo, geotextil, geocompuesto, tubo corrugado, tubo corrugado perforado



SISTEMA TERRAMESH

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Malla hexagonal de doble torsión 10x12 ϕ 3,7mm. Plastificado

1) SISTEMA TERRAMESH

El Sistema TERRAMESH® es un sistema de contención, obtenido por la construcción de un muro donde cada elemento que compone su pared externa está anclado en su parte posterior por paños de red de malla hexagonal a doble torsión empotradas en el terreno que formará el macizo de suelo reforzado.

La malla usada para los refuerzos trabaja debido a la fricción y el trabamiento mecánico de las partículas del suelo, formando un bloque reforzado que soportará los empujes generados por el macizo a contener.

2) ELEMENTO TERRAMESH

El elemento Terramesh es un elemento único continuo que consta de un paramento externo similar a un gavión caja y una malla del mismo tipo que se extiende hacia atrás una longitud que está determinada en los planos de diseño y construcción.

3) ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del sistema Terramesh® y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones NBR 8964, ASTM A641M-98 y NB 709-00, esto es, el alambre deberá tener una tensión de ruptura media de 38 a 48 Kg./mm².

REVESTIMIENTO DEL ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del elemento Terramesh® y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser revestido con aleación zinc + 5% aluminio (Zn-Al-MM) de acuerdo con las especificaciones de la ASTM A856M-98, clase 80, esto es: la cantidad mínima de revestimiento Galván en la superficie de los alambres es de 244g/m².

El revestimiento de zinc + aluminio debe adherirse al alambre de tal forma que, después de haber enrollado el alambre 15 veces por minuto alrededor de un mandril cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser

escamado, quebrado o removido pasando el dedo, en conformidad con la especificación ASTM A641M-98.

Adicionalmente al recubrimiento con zinc + aluminio, el alambre usado para la fabricación de la malla tendrá un revestimiento por extrusión con PVC (polivinil cloruro), de manera de garantizar su durabilidad en el tiempo, y que no sea afectada por sustancias químicamente agresivas y corrosiones extremas. El revestimiento del alambre será de color gris, y de un espesor mínimo de 0.40mm, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Peso específico entre 1,300 y 1,350 Kg./m³, de acuerdo con la ASTM D 792-66 (79).
- Dureza entre 50 y 60 shore D, de acuerdo con la ASTM D 2240-75 (ISO 868-1978).
- Pérdida de peso por volatilidad a 105°C por 24 horas no mayor a 2% y a 105°C por 240 horas no mayor a 6%, de acuerdo con la ASTM D 1203-67 (74) (ISO 176-1976) y la ASTM D 2287-78.
- Carga de rotura mayor a 210 Kg./cm² de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Estiramiento mayor que 200% y menor que 280%, de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Módulo de elasticidad al 100% de estiramiento mayor que 190 Kg./cm², de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Pérdida de peso por abrasión menor que 190 mg, según la ASTM D 1242-56 (75).
- Temperatura de fragilidad, Cold Bend Temperature, menor que -30°C, de acuerdo con la BS 2782-104 A (1970), y Cold Flex Temperature menor que +15°C, de acuerdo con la BS 2782-150 B (1976).
- La máxima penetración de la corrosión desde una extremidad del hilo cortado, deberá ser menor de 25mm cuando la muestra fuera sumergida por 2,000 horas en una solución con 5% de HCl (ácido clorhídrico 12 Be).

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red.

ELONGACION DEL ALAMBRE

La elongación no deberá ser menor del 12%, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 8964 y de la ASTM A641M-98



Malla hexagonal de doble torsión 10x12 ϕ 3,7mm. Plastificado

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de alambre de 30cm de largo.

4) RED

La malla que conforma el Elemento TERRAMESH® será hexagonal a doble torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteje por rotura accidental de los alambres que la conforman de acuerdo a las normas NBR 10514, NB 710-00 y NP 17 055 00

Las dimensiones de la red serán del tipo 10x12cm.

El diámetro del alambre utilizado en la fabricación de la malla debe ser de 2,7mm y de 3,4mm para los bordes.

BORDES ENROLLADOS MECANICAMENTE

Los bordes libres de la tapa, del lado superior del diafragma y de las extremidades inferior y superior del panel posterior y de las laterales, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor, en este caso 3,4mm, para que las mallas no se deshagan y adquieran mayor resistencia.

La conexión entre el alambre del borde enrollado mecánicamente y malla debe tener una resistencia mínima de 14,8 kN/m.

5) CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO TERRAMESH

- A. Base, frente y tapa del TERRAMESH® System son formados por un único paño de red.
- B. Panel posterior y laterales también son formados por un único paño de red.
- C. La caja paramento frontal del TERRAMESH® System debe ser dividida en dos celdas por un diafragma que deberá ser armado durante la construcción de la obra.
- D. El lado inferior del panel posterior debe ser cosido al paño de base, durante la fabricación, con un espiral de alambre de diámetro de 2.2mm.
- E. Dimensión estándar:

Largo	Variable
Ancho	2.00m
Altura	1.00m y 0.50m

Ejemplo de Dimensión Típica del Elemento Terramesh®:
 1.0 x 1.0 x 5.0 m. (B = 5.00 / H = 1.00)
 (H x ancho* x B) (*El ancho del paramento es 1.0 m.)

6) AMARRE Y ATIRANTAMIENTO

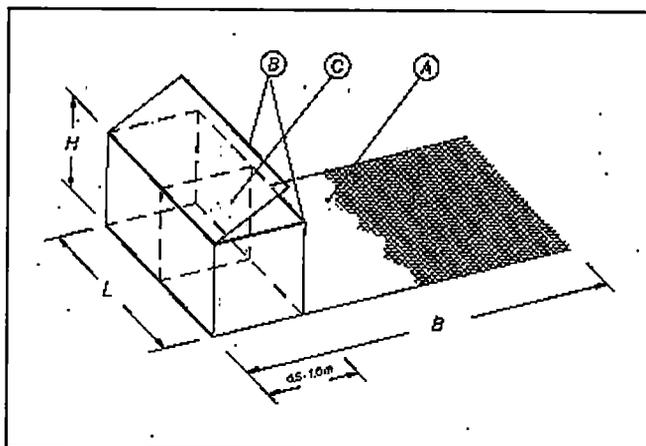
Con los TERRAMESH® System debe ser provista una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento.

Este alambre debe tener diámetro 2,2mm y su cantidad, en relación al peso de los TERRAMESH® System provistos, es de 5%.

7) TOLERANCIAS

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre de \pm 2,5%.

Se admite una tolerancia en el largo del TERRAMESH® System de \pm 3% y, en la altura y ancho, de \pm 5%.



Por lo tanto, la especificación final para los elementos Terramesh será la siguiente:

Abertura de la malla:	10 x 12 cm.
Diám. del alambre de la malla:	3.70 mm. (PVC)
Diám. del alambre de borde:	4.40 mm. (PVC)
Diám. del alambre de amarre:	3.20 mm. (PVC)
Recubrimiento del alambre:	Zinc + Aluminio
Revestimiento adicional:	PVC

Nota:

Para la revisión de las Normas mencionadas, visitar:
<http://www.astm.org>; <http://www.abnt.org.br>

MacGrid™ WG WOVEN POLYESTER GEOGRID

Product Description

MacGrid™ is a geogrid for soil reinforcement, made from high molecular weight, high tenacity polyester multifilament yarns. The yarns are woven on tension in machine direction and finished with a polymeric coating. MacGrid™ geogrids are engineered to be mechanically and chemically durable and resistant to biological degradation.

Product Properties	Test Standard	Unit	WG 4	WG 6	WG 8	WG 10	WG 15	WG 20
Physical Properties								
Aperture Size - MD (± 20%)	-	mm	25	25	25	25	25	25
Aperture Size - CD (± 20%)	-	mm	25	25	25	25	25	25
PET Yarn Properties								
Carboxyl End Group (CEG)	GRI GG 7	mmol/kg	19	19	19	19	19	19
Molecular Weight	GRI GG 8	Mn	31,575	31,575	31,575	31,575	31,575	31,575
Mechanical Index Properties								
Ultimate Tensile Strength, MD (Min)	ASTM D 6637	kN/m	40	60	80	100	150	200
Ultimate Tensile Strength, CD (Min)	ASTM D 6637	kN/m	30	30	30	30	30	30
Tensile Strength at 5% Strain, MD (Min)	ASTM D 6637	kN/m	30	37	50	60	80	100
Elongation at Break, MD (Max)	ASTM D 6637	%	10	10	10	10	11	12
Long Term Strength Properties								
Tensile Strength at 114 Years ^a (T _{allow} , Min)	ASTM D 5262/ASTM D 6992	kN/m	22	33	43	54	81	108
Creep Tensile Strength (Min)	ASTM D 5262/ASTM D 6992	kN/m	28	41	55	69	103	138

Physical&Dimensional Characteristics

Nominal Mass (Min)	ASTM D 5261	g/m ²	230	280	360	400	580	620
Width	-	m	4	4	4	4	4	4
Length	-	m	50	50	50	50	50	50
Area	-	m ²	200	200	200	200	200	200

^aAccording to FHWA NHI-00-043, $T_{allow} = T_{ult}/RF$; $RF = RF_{CR} \times RF_{ID} \times RF_D$

where; RF = Reduction Factor, RF_{CR} = Reduction Factor for Creep, RF_{ID} = Reduction Factor for Installation Damage, RF_D = Reduction Factor for Durability Degradation

For the optimisation and improvement process of the technical characteristics of the products, the producer reserves the right to modify standard and characteristics at the product without any warning. The information contained herein is to the best of our knowledge accurate, but since the circumstances and conditions in which it may be used are beyond our control, we do not accept any liability for any loss and damage, however arising, which results directly or indirectly from the use of such information nor do we offer any warranty or immunity against patent infringement.

MACCAFERRI ASIA

Regional Head Quarter

Unit 511, Block G, Phileo Damansara 1,

46350 Petaling Jaya, Selangor, Malaysia

Tel: (60-3) 7957 8330 Fax: (60-3) 7957 9080

BVQI Certificated Quality System Company with

UKAS's Accreditation



GEOTEXTIL NO TEJIDO PP TDM GT 190P

ESPECIFICACIONES TECNICAS

PROPIEDADES	ENSAYO	UND	VALOR MARV
Masa por Unidad de Área	ASTM D 5261	gr/m ²	205 ^(*)
Espesor	ASTM D 5199	mm	3.00
Resistencia a la Tracción "Grab" (carga concentrada)	ASTM D 4632	N	590
Elongación en la ruptura "Grab"	ASTM D 4632	%	>50
Resistencia al desgarre trapezoidal	ASTM D 4533	N	260
Resistencia al punzonamiento	ASTM D 4833	N	375
Resistencia al estallido	ASTM D 3786	kPa	1870
Permisividad	ASTM D 4491	Seg ⁻¹	2.20
Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/seg	65 x 10 ⁻²
Tamaño aparente de la abertura (AOS) ^(**)	ASTM D 4751	mm. (Tamiz)	0.180(80)
Tasa de flujo	ASTM D 4491	l/min/m ²	6210
Estabilidad a los rayos ultravioleta	ASTM D 4355	%/hrs	>70

Valor MARV: valor mínimo promedio de rollo. Es un valor estadístico igual al valor promedio menos dos veces la desviación estándar.

^(*)Valor Típico, corresponde al valor promedio de todos los datos históricos.

^(**)Valor máximo promedio de rollo (Max ARV: valor promedio mas dos veces la desviación estándar)

Para la revisión de las Normas mencionadas, visitar: <http://www.astm.org>



ESPECIFICACIONES TECNICAS

GEOCOMPUESTO DE DRENAJE

CAUDAL			
	DRENAJE HORIZONTAL		DRENAJE VERTICAL
Presión	i = 0.03	i = 0.10	i = 1
	l/s.m	l/s.m	l/s.m
20 kPa	0.29	0.62	2.1
50 kPa	0.10	0.25	1.04
100 kPa	0.03	0.08	0.39
200 kPa	0.01	0.03	0.15

PROPIEDADES FÍSICAS

PROPIEDADES	ENSAYO	UND	VALOR
Masa por Unidad de Área	ISO 9864	gr/m ²	550
Espesor	ISO 9863-1	mm	9.5
Resistencia a la Tracción	ISO 10319	kN/m	10
Deformación a la rotura	ISO 10319	%	40
Perforación dinámica	ISO 13433	mm	45
Abertura de filtración	ISO 12956	mm	0.18

* NOTA: El geocompuesto puede ser cubierto hasta 30 días después de instalado.

TUBOS CORRUGADOS DE POLIETILENO DE INTERIOR LISO
N – 12 DE 6”(TIPO S)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Esta especificación se aplica a tubería corrugada de polietileno de alta densidad con interior liso. Los tubos designados como AASHTO tipo "S" (N-12) deberán tener una sección transversal completamente circular, con una pared exterior corrugada y una pared interior esencialmente lisa. Las corrugaciones para los tubos tipo "S" deberán ser anulares (N-12).

La tubería fabricada para esta especificación deberá cumplir con los procedimientos de pruebas, dimensiones y marcas indicados en las designaciones AASHTO M252, y M294. La tubería y sus accesorios deberán ser fabricados a partir de compuestos de polietileno puro que cumplan a su vez con la última edición de las especificaciones de materiales de AASHTO definidas y descritas en la norma ASTM D3350.

La tubería debe presentar las características indicadas en la tabla siguiente:

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR
Diámetro Nominal	mm (Plg)	150/6
Diámetro interior promedio	mm (Plg)	152/6.00
Diámetro exterior promedio	mm (Plg)	176/6.92
Espesor de la pared interna (mínimo)	mm (Plg)	0.5/0.020
Rigidez mínima del tubo al 5% de Deflexión*	KN/m ² (psi)	340/50
Peso Kg /6m (lbs/20ft) promedio	Kg (lbs)	7.71/17.00
Área promedio	mm ² /mm	2.15
Momento de Inercia (I) promedio	cm ⁴ /cm	0.035
C promedio	mm (plg)	4.94/0.19

*Cuando se determinen por pruebas de acuerdo a la norma ASTM D2412

Los accesorios no reducirán ni estropearán la integridad total ni la funcionalidad de la tubería. Los accesorios pueden ser ya sea moldeados o fabricados. Entre los accesorios corrugados más comunes podemos encontrar juntas, como acoples y reductores, y accesorios de ensamblaje como Tees, Yees y tapas.

Estos accesorios pueden ser instalados de acuerdo a diversos procedimientos como uniones de presión, campana y espiga, campana-campana y acoples que se envuelven alrededor de la unión. Los acoples deberán de proveer la suficiente resistencia longitudinal para mantener el alineamiento de la tubería y prevenir la separación de las juntas. Solamente se deberán utilizar accesorios suministrados o recomendados por el fabricante. Cuando se especifique en el proyecto, un empaque elastomérico que cumpla con los requisitos indicados en la norma ASTM F477 deberá ser suministrado.

La instalación de la tubería mencionada anteriormente deberá ser realizada de acuerdo a la sección 30 de AASHTO o a la práctica recomendada ASTM D2321 tal como se describe en estas especificaciones y por recomendación del fabricante.

Nota:

Para la revisión de las Normas mencionadas, visitar: <http://www.astm.org>;
<http://transportation.org/aashto/home.nsf/frontpage>

TUBOS CORRUGADOS PERFORADOS DE POLIETILENO DE INTERIOR LISO N-12 DE 6"

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Esta especificación se aplica a tubería corrugada de polietileno de alta densidad con interior liso. Los tubos designados como AASHTO tipo "SP" (N-12) deberán tener una sección transversal completamente circular, con una pared exterior corrugada y una pared interior esencialmente lisa. Las corrugaciones para los tubos tipo "SP" deberán ser anulares (N-12).

La tubería fabricada para esta especificación deberá cumplir con los procedimientos de pruebas, dimensiones y marcas indicados en las designaciones AASHTO M252. La tubería y sus accesorios deberán ser fabricados a partir de compuestos de polietileno puro que cumplan a su vez con la última edición de las especificaciones de materiales de AASHTO definidas y descritas en la norma ASTM D3350.

La tubería debe presentar las características indicadas en la tabla siguiente:

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR
Diámetro Nominal	mm (Plg)	150/6
Diámetro interior promedio	mm (Plg)	152/6.00
Diámetro exterior promedio	mm (Plg)	176/6.92
Espesor de la pared interna (mínimo)	mm (Plg)	0.5/0.020
Rigidez mínima del tubo al 5% de Deflexión*	KN/m ² (psi)	340/50
Peso Kg /6m (lbs/20ft) promedio	Kg (lbs)	7.71/17.00
Área promedio	mm ² /mm	2.15
Momento de Inercia (I) promedio	cm ⁴ /cm	0.035
C promedio	mm (plg)	4.94/0.19

*Cuando se determinen por pruebas de acuerdo a la norma ASTM D2412

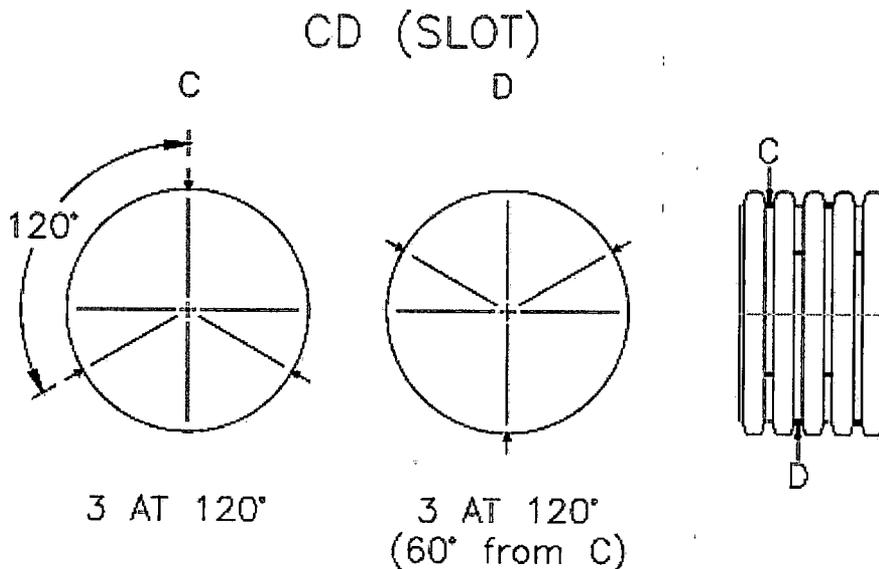
PERFORACIONES:

D.I. Nominal pulg. (mm)	Tipo de Perforación	Longitud de Ranura Prom. pulg. (mm)	Ancho de Ranura Prom. pulg (mm)	Diámetro o configuración de perforación
6 (150)	Ranura	0.875 (22.20)	0.125 (3.18)	CD

Los accesorios no reducirán ni estropearán la integridad total ni la funcionalidad de la tubería. Los accesorios pueden ser ya sea moldeados o fabricados. Entre los accesorios corrugados más comunes podemos encontrar juntas, como acoples y reductores, y accesorios de ensamblaje como Tees, Yees y tapas.

Estos accesorios pueden ser instalados de acuerdo a diversos procedimientos como uniones de presión, campana y espiga, campana-campana y acoples que se envuelven alrededor de la unión. Los acoples deberán de proveer la suficiente resistencia longitudinal para mantener el alineamiento de la tubería y prevenir la separación de las juntas. Solamente se deberán utilizar accesorios suministrados o recomendados por el fabricante. Cuando se especifique en el proyecto, un empaque elastomérico que cumpla con los requisitos indicados en la norma ASTM F477 deberá ser suministrado.

La instalación de la tubería mencionada anteriormente deberá ser realizada de acuerdo a la sección 30 de AASHTO o a la práctica recomendada ASTM D2321 tal como se describe en estas especificaciones y por recomendación del fabricante.



Nota:

Para la revisión de las Normas mencionadas, visitar: <http://www.astm.org>; <http://transportation.org/aashto/home.nsf/frontpage>

C.1.3.- PRINCIPALES ETAPAS DE COLOCACION EN OBRA.

El paramento externo del muro podrá ser vertical o escalonado, tal como se indique en los planos de acuerdo al diseño realizado.

Los elementos Terramesh® deberán ser abiertos en una superficie plana.

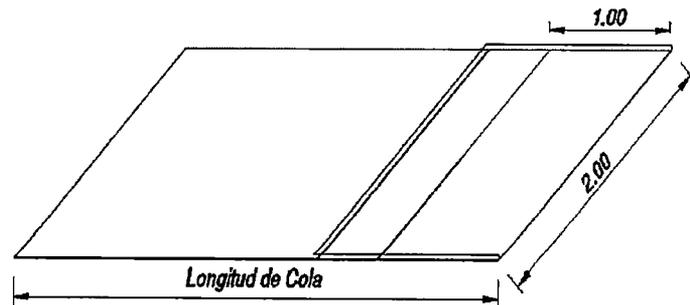


Figura C.1. Elemento Terramesh desdoblado

Se levanta el panel posterior hasta que quede a 90° de la horizontal y se inserta el diafragma en el medio del paramento frontal. Asimismo, se ajusta los alambres que sobresalen en los extremos del Terramesh, a modo de realizar un pre-armado de la unidad para luego posicionarla en su lugar definitivo.

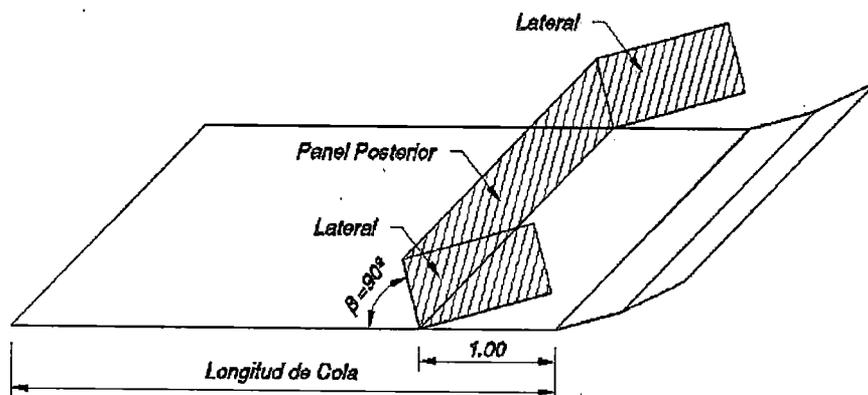


Figura C.2. Colocación del Panel posterior y Laterales

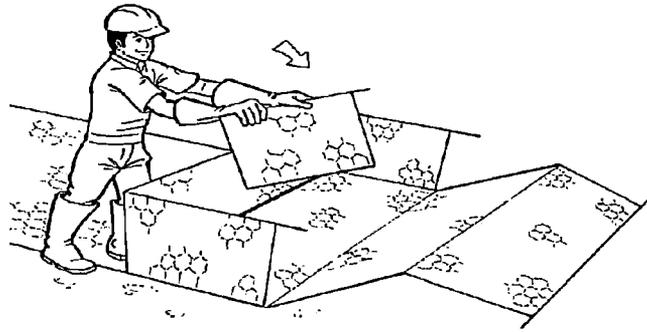


Figura C.3. Colocación diafragma intermedio

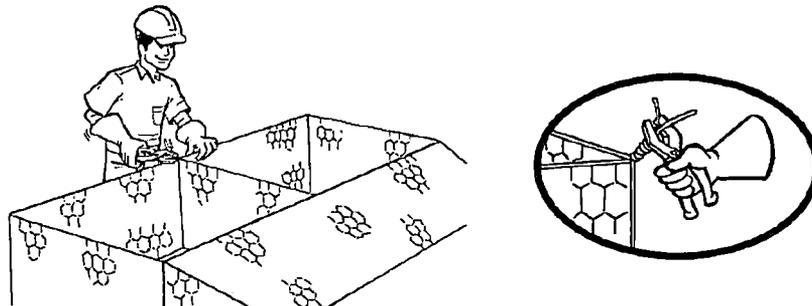


Figura C.4. Pre-armado de la unidad Terramesh

Luego, se coloca el diafragma intermedio costurando sus aristas laterales a la caja mediante la metodología vuelta simple vuelta doble.

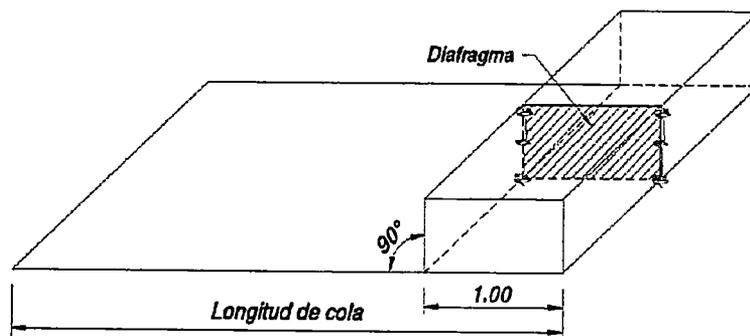


Figura C.5. Colocación del diafragma y amarre

Las unidades pre-armadas deberán ser dispuestas en su ubicación final de obra, colocándolas de manera contigua mediante dos puntos de fijación en las colas.

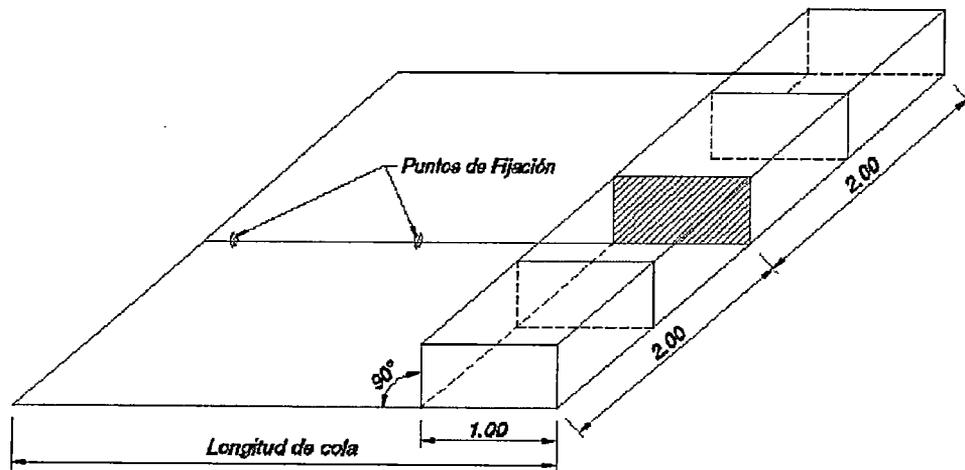


Figura C.6. Puntos de fijación en la colas

Antes de proceder al relleno del paramento frontal con piedras se deberá realizar el amarre del paramento de los Terramesh contiguos. El amarre se efectuará utilizando el alambre provisto junto con el Terramesh y se realizará dando una vuelta simple y una vuelta doble cada 10cm en forma alternada.

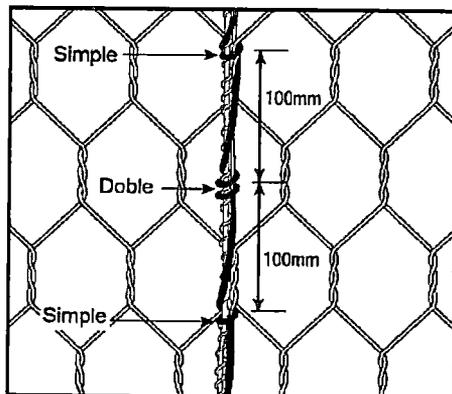


Figura C.7. Amarre

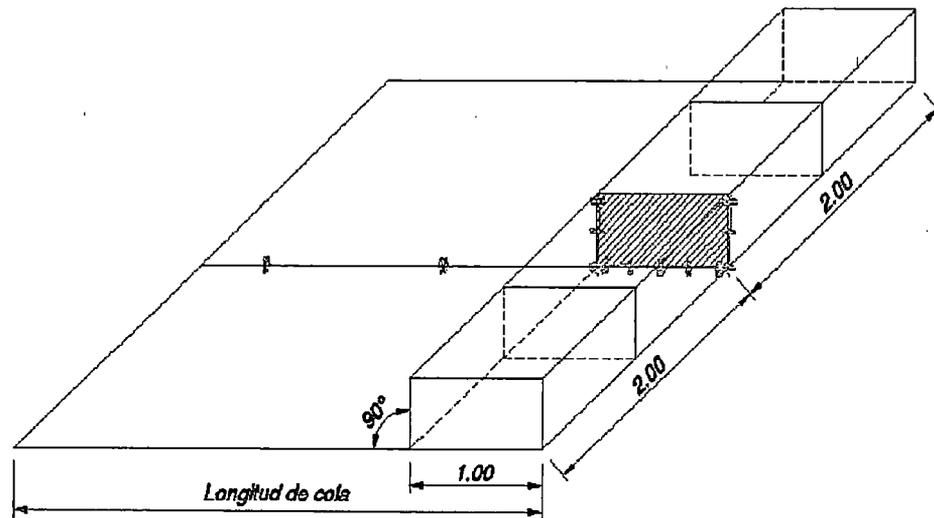


Figura C.8. Amarre arista de contacto Terramesh Contiguos

Luego se procederá al relleno del paramento frontal utilizando piedras (conforme a las mismas técnicas utilizadas para los gaviones), el relleno se debe de realizar en tercios y colocando los tensores.

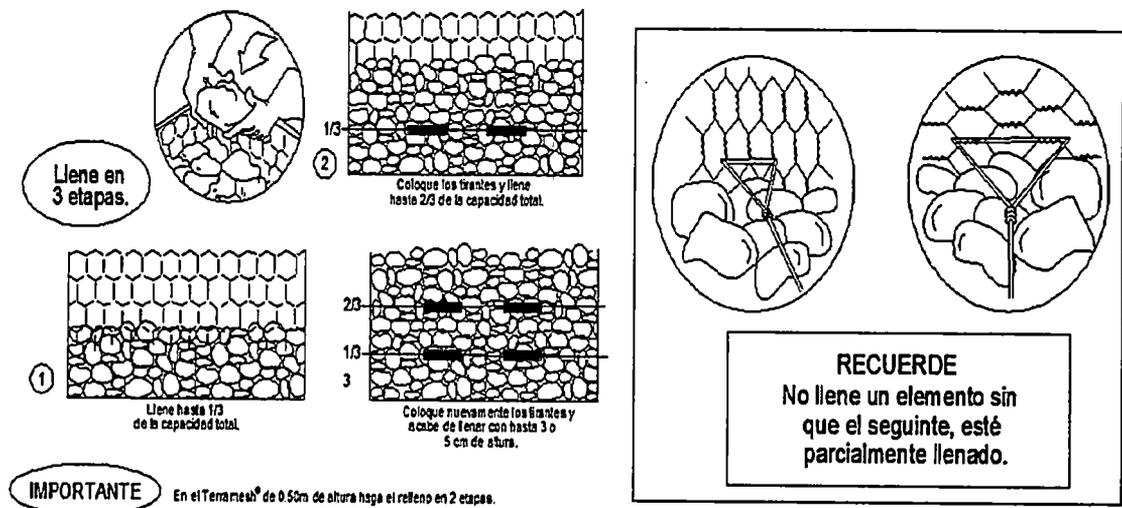


Figura C.9. Relleno con piedras del paramento frontal

Una vez relleno el paramento con piedras, se realiza el cierre de la unidades contiguas amarrando las tapas a los bordes superiores del diafragma y de la unión entre Terramesh.

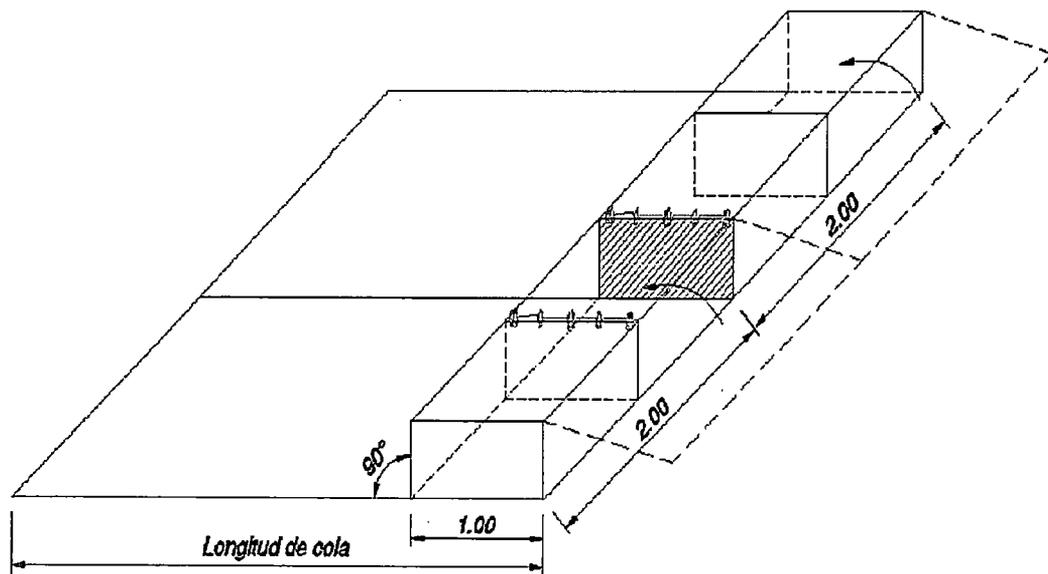


Figura C.10. Cierre y amarre transversal de tapa

El armado se finaliza haciendo el cierre longitudinal de la tapa del Terramesh utilizando el amarre vuelta simple vuelta doble.

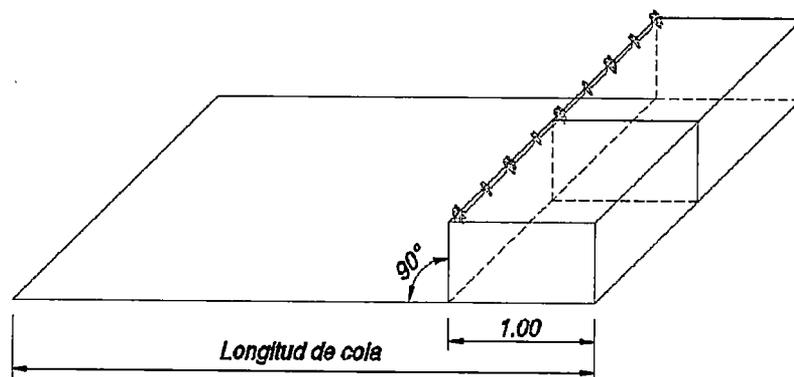


Figura C.11. Cierre longitudinal Terramesh System

Antes de comenzar el relleno se colocará el filtro geotextil

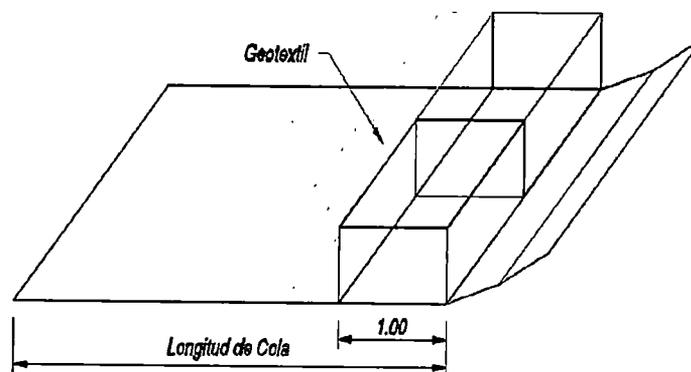


Figura C.12. Colocación del Geotextil

Una vez concluida la instalación del geotextil, se procederá a la ejecución del relleno compactado, completándose así un nivel de la estructura.

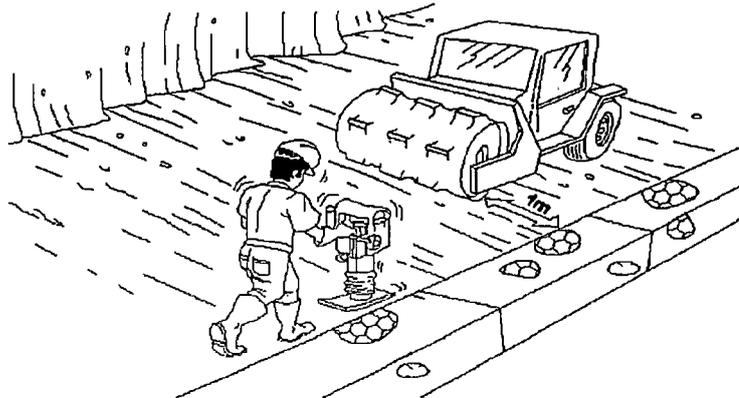


Figura C.13. Compactación del Relleno

El relleno deberá ser ejecutado en capas cuyo espesor no exceda los 0.30m. Es necesario asegurar que los equipos pesados de compactación no tengan contacto con los refuerzos y no queden a una distancia menor de 1.0m del paramento interior del Terramesh.

El siguiente nivel se construirá colocando encima una hilera de elementos vacíos los cuales serán cosidos a los elementos inferiores en el sentido longitudinal.

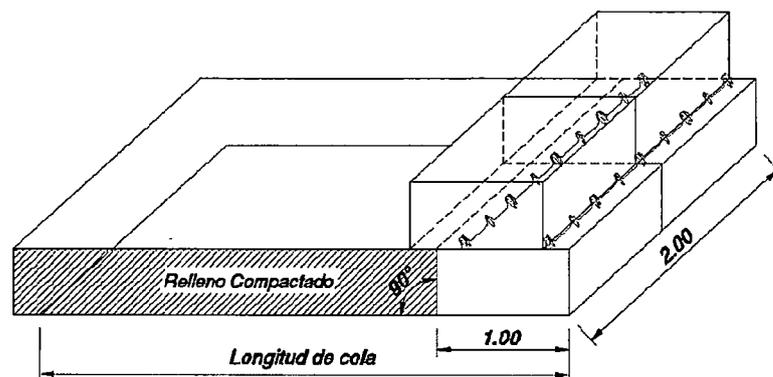


Figura C.14. Amarre longitudinal entre niveles

La compactación próxima al paramento frontal es obtenida usándose equipos manuales, placas o rollos vibradores.

Generalmente el grado de compactación debe estar dentro de las especificaciones y normas de construcción para este tipo de estructura, se sugiere una compactación

que confiera al suelo un peso específico mínimo de 1.75 a 2.0 Ton/m³ con grado de compactación mínimo de 95% del Proctor Modificado

Las obras con elementos Terramesh se medirán por m³ ejecutado, de acuerdo a los planos.

C.1.4.- CRITERIOS DE DISEÑO EMPLEADOS EN EL CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURA DE SUELO REFORZADO.

C.1.4.1.- Metodologías de Diseño.

Para los análisis de estabilidad global se empleó la teoría de equilibrio límite, a través del método de Bishop.

Para realizar los cálculos correspondientes se empleó el software de diseño MACSTARS 2000 de propiedad de MACCAFERRI

C.1.4.2.- Geometría del muro.

Este proyecto consiste en el diseño de un muro de suelo reforzado Terramesh para estabilizar el talud ubicado en el Km 1+670 la 1+720 de la Carretera Huaraz – Paria. La altura del muro desde la base en 20m, soportando el empuje emitido por el talud natural y la sobrecarga de viviendas futuras. Posee una base de 11m y una longitud de 50 m.

Posee 4 bloques separados a una distancia de 1.5 cada una.

C.1.4.3.- Fachada

Constituida por elementos Terramesh. Adicionalmente se considera básico el uso de un geotextil en la parte posterior de las los elementos terramesh como filtro para evitar la pérdida de suelo.

D.- PLANOS