

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creado por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-LIRCAY**



TESIS

**“ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE
SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE
CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE
TALUDES DE CARRETERAS”**

LINEA DE INVESTIGACIÓN

GEOTECNIA

PRESENTADO POR:

Bach. ARQUEÑIVA SOTO, Herbert Robert

Bach. ROMERO GALLEGOS, Richard Nixon

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE CIVIL - LIRCAY



EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 02 DE SETIEMBRE DEL 2021, SIENDO LAS 5:00 P.M; EN CUMPLIMIENTO A LA **DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH**, APROBADO CON **RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020)**, MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO DESIGNADO CON **RESOLUCIÓN N° 120-2020 - FIMCA-UNH (03/12/2020)** CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

PRESIDENTE : ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA

SECRETARIO : ING. URIEL NEIRA CALSIN

VOCAL : MG. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ.

Y EN CUMPLIMIENTO A LA **RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 234-2021-FIMCA-UNH**, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".

CUYO(S) AUTORES (EL) (LOS) GRADUADO(S):

BACHILLER (S):

ARQUEÑIVA SOTO, HERBERT ROBERT

ROMERO GALLEGOS, RICHARD NIXON

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA.

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA **DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS**; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE A LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO **APROBADO POR MAYORÍA**, CULMINANDO A LAS 4:45 P.M (CUATRO Y CUARENTA Y CINCO) DE LA TARDE, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

BACHILLER: ARQUEÑIVA SOTO, HERBERT ROBERT

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

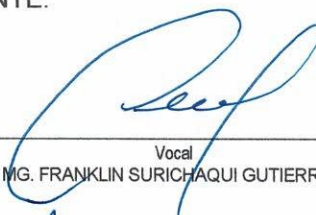
BACHILLER: ROMERO GALLEGOS, RICHARD NIXON

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.


Presidente
ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA


Secretario
ING. URIEL NEIRA CALSIN

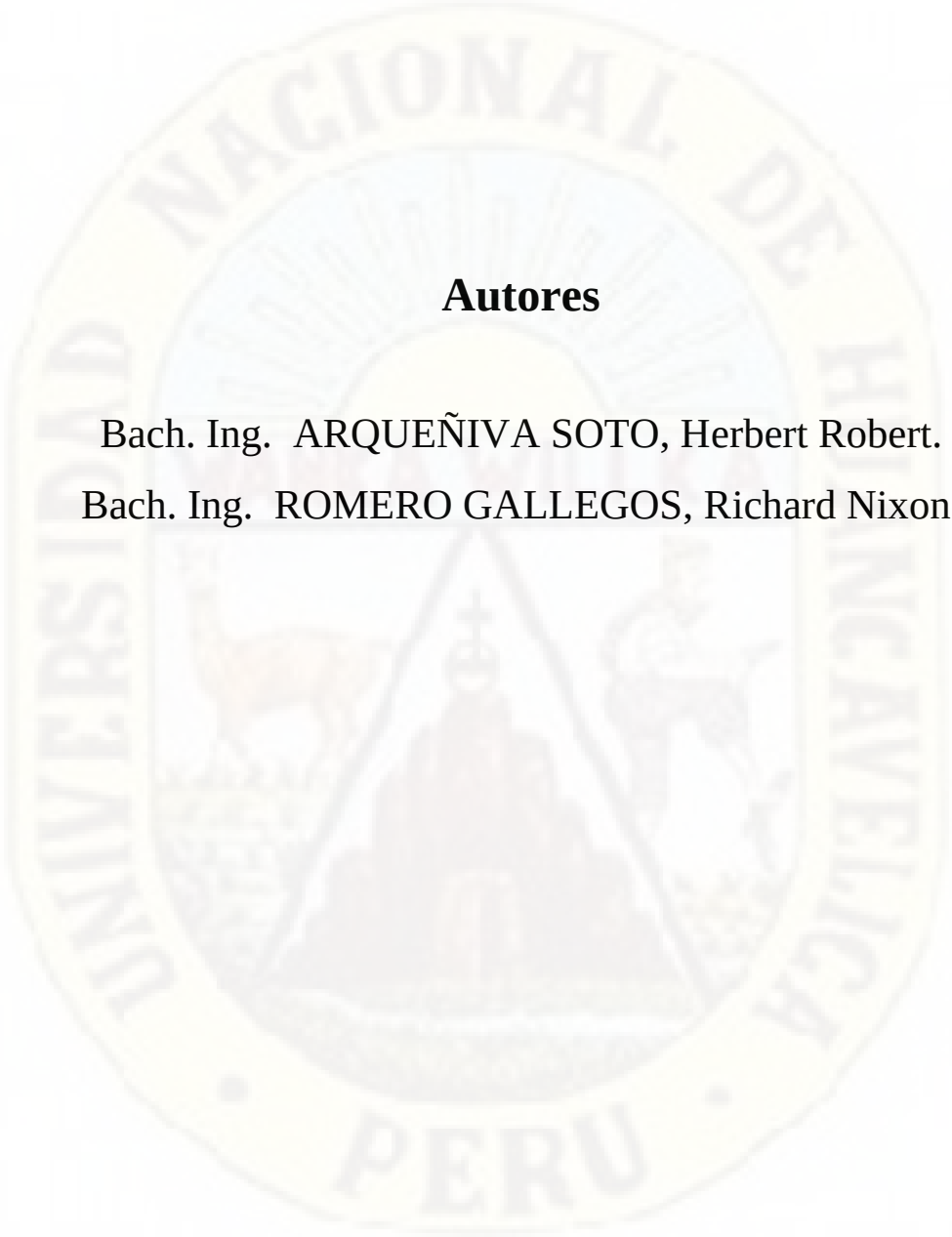

Vocal
MG. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ


Sustentante
ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT


Sustentante
ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON

Título

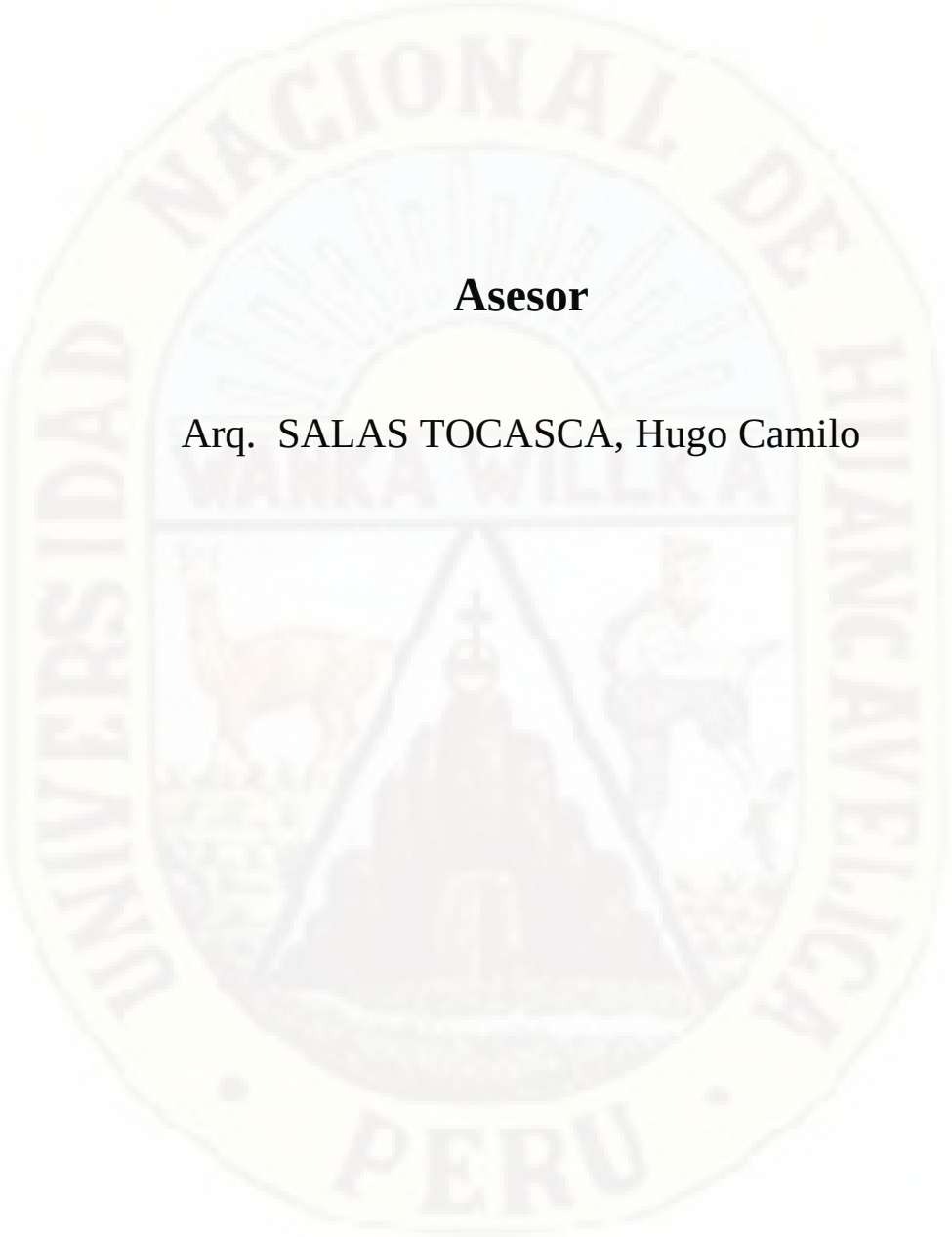
**“ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE
SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS
DE CONCRETO ARMADO PARA LA
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS”**



Autores

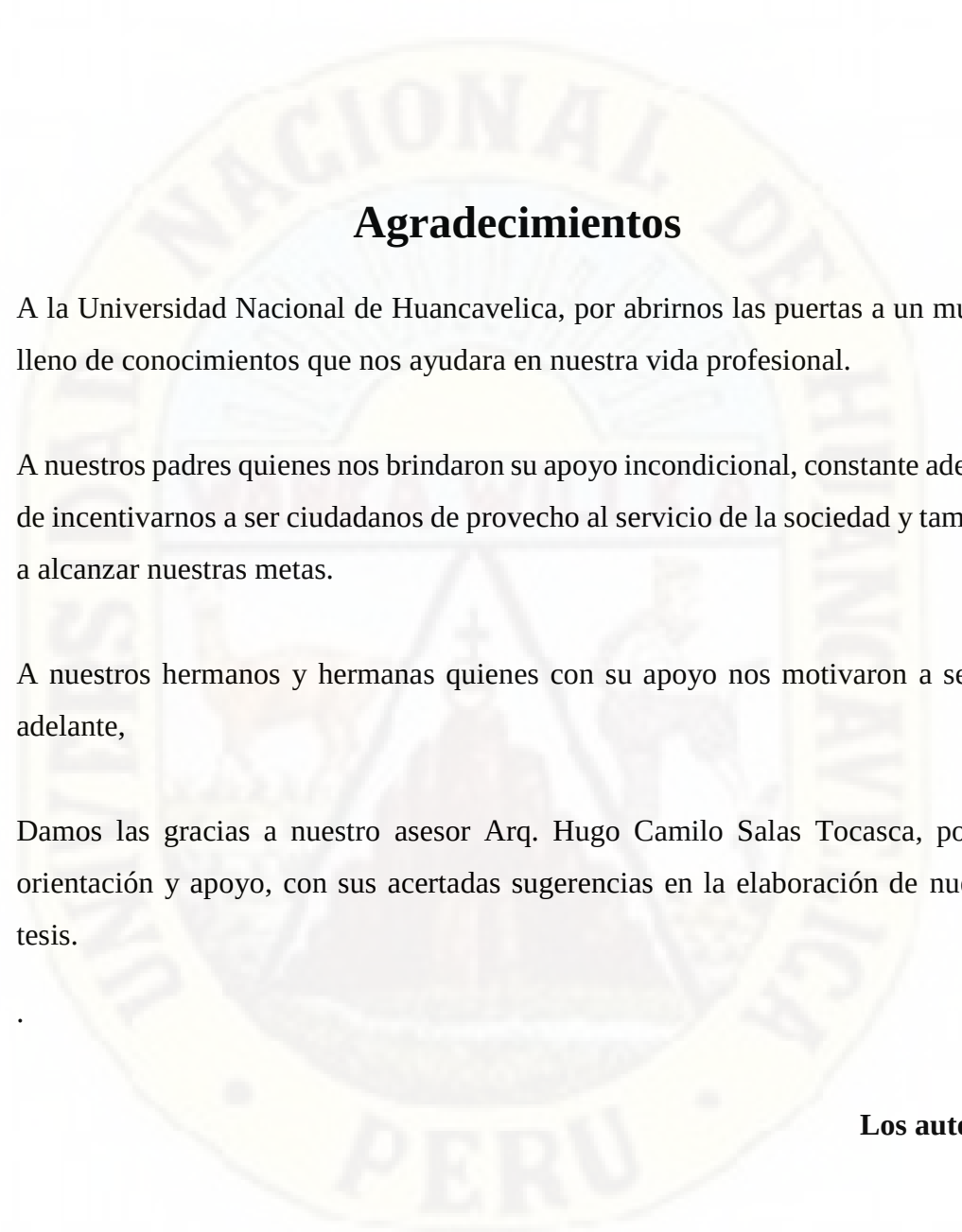
Bach. Ing. ARQUEÑIVA SOTO, Herbert Robert.

Bach. Ing. ROMERO GALLEGOS, Richard Nixon.



Asesor

Arq. SALAS TOCASCA, Hugo Camilo



Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Huancavelica, por abrirnos las puertas a un mundo lleno de conocimientos que nos ayudara en nuestra vida profesional.

A nuestros padres quienes nos brindaron su apoyo incondicional, constante además de incentivarnos a ser ciudadanos de provecho al servicio de la sociedad y también a alcanzar nuestras metas.

A nuestros hermanos y hermanas quienes con su apoyo nos motivaron a seguir adelante,

Damos las gracias a nuestro asesor Arq. Hugo Camilo Salas Tocasca, por su orientación y apoyo, con sus acertadas sugerencias en la elaboración de nuestra tesis.

.

Los autores.

Índice

Portada.....	i
Título.....	iii
Autores.....	iv
Asesor.....	v
Agradecimientos.....	vi
Lista de figuras.....	xi
Índice de tablas.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstrac.....	xv
Introducción.....	xvi
CAPÍTULO I:.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Descripción del Problema.....	18
1.2. Formulación del Problema.....	19
1.2.1 Problema General:.....	19
1.2.2 Problemas Específicos:.....	19
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo General.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4. Justificación.....	21
1.4.1 Justificación Teórica:.....	21
1.4.2 Justificación Practica:.....	21
1.4.3 Justificación Social.....	21
1.4.4 Factibilidad del Estudio.....	22
CAPITULO II:.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Antecedentes Históricos de la Técnica de Tierra Reforzada.....	23
2.1.2. A Nivel Internacional.....	29
2.1.3. A Nivel Nacional.....	30

2.2.	Bases Teóricas sobre el tema de investigación.....	31
2.2.1.	Definición de Suelo Reforzado	31
2.2.1.1.	Concepto de Suelo Reforzado	31
2.2.1.2.	Componentes del sistema de Suelo Reforzado.....	32
2.2.2.	Clasificación de los Suelo Reforzado.....	47
2.2.2.1.	Clasificación de los Sistemas de Suelo Reforzado según el Tipo de Refuerzo. 47	
2.2.2.2.	Clasificación de los Sistemas de Suelo Reforzado según el Parámetro Externo.	48
2.2.3.	Teoría de Muros De Contención.....	52
2.2.3.1.	Muro de Contención de Concreto Armado (Muro en Voladizo) 53	
2.2.3.2.	Equilibrio Estructural	54
2.3.	Hipótesis.....	56
2.3.1.	Hipótesis General:.....	56
2.3.2.	Hipótesis Específicos:.....	56
2.4.	Definición de Términos.....	56
2.5.	Variables	59
CAPITULO III:		60
MATERIALES Y METODOS		60
3.1.	Materiales	60
3.1.1.	Ámbito de Estudio.....	60
3.1.2.	Tipo de Investigación	61
3.1.3.	Nivel de Investigación	61
3.2.	Método de Investigación.....	61
3.2.1.	Método Deductivo	61
3.2.2.	Método Descriptivo	61
3.2.3.	Diseño de Investigación	61
3.3.	Población y Muestra	62
3.3.1.	Población:	62
3.3.2.	Muestra:.....	62
3.3.3.	Muestreo:	62
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	62

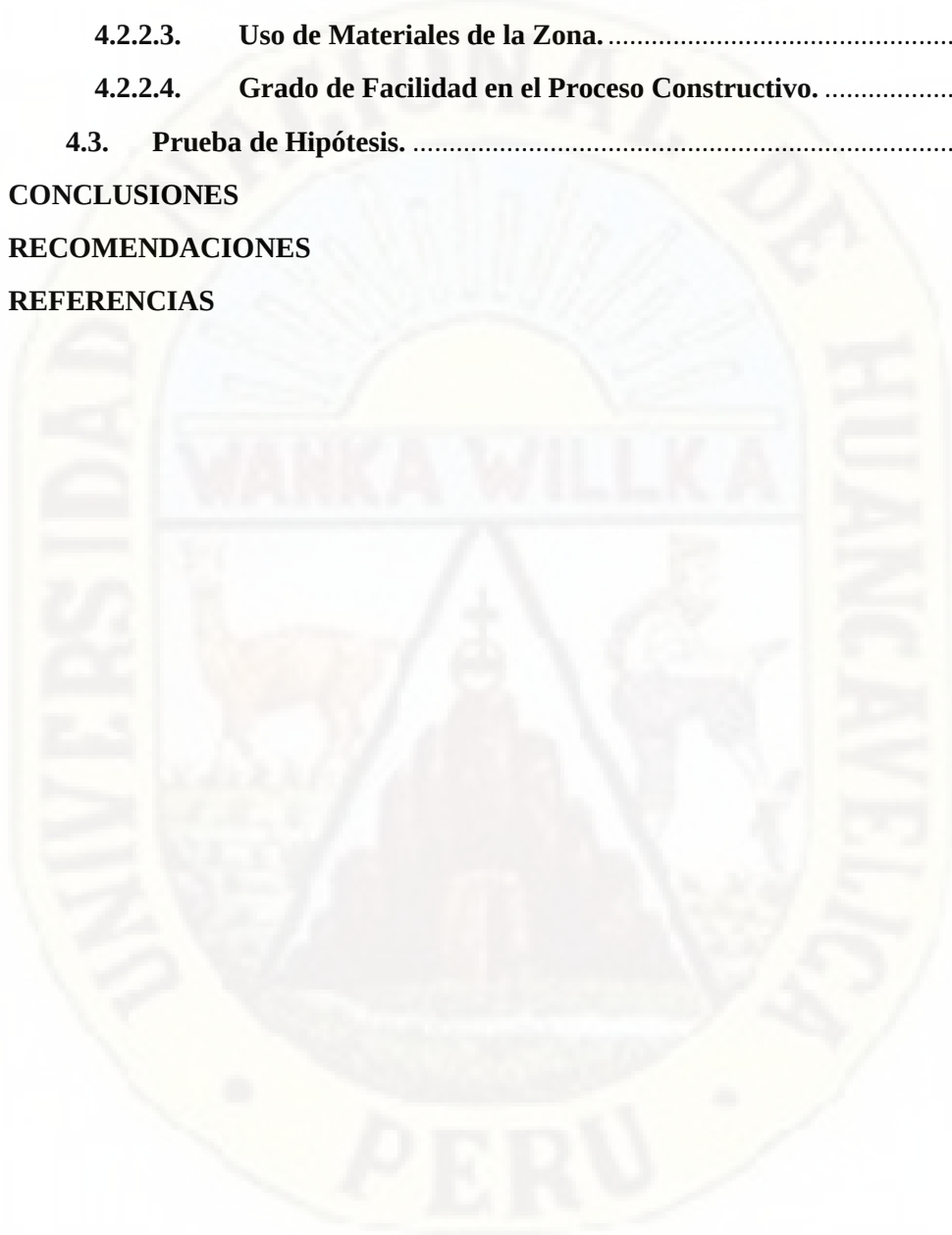
3.4.1	Procedimiento de Recolección de Datos (Revisión De Documentos) ..	62
3.4.2	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	62
3.5.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	62
CAPITULO IV:.....		64
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		64
4.1.	Presentación de Datos.....	64
4.1.1.	Aspectos Generales	64
4.1.2.	Muro de Suelo Reforzado con Geomalla	65
4.1.2.1.	Diseño Muro de Suelo Reforzado con Geomalla	65
4.1.2.2.	Definición Geométrica, y Propiedades del suelo.	65
4.1.2.3.	Calculo de las Acciones Características para la Estabilidad Externa	66
4.1.2.4.	Definición de las Combinaciones de Acciones, Factores de Carga y Factores de Resistencia.....	68
4.1.2.5.	Evaluar la Estabilidad Externa.....	68
4.1.2.6.	Evaluar la Estabilidad Interna.	72
4.1.2.7.	Metrado de Muro de Suelos Reforzado con Geomalla.	78
4.1.2.8.	Costo de Muro de Suelos Reforzado con Geomalla.	80
4.1.3.	Muro de Concreto Armado (Muro en Voladizo)	80
4.1.3.1.	Diseño Muro de Concreto Armado (muro en voladizo)	80
4.1.3.2.	Parámetro del suelo para el Diseño Muro de Concreto Armado (muro en voladizo)	82
4.1.3.3.	Características del Concreto y Acero	82
4.1.3.4.	Juntas de Dilatación para Muro.	82
4.1.3.5.	Cargas Actuantes y Factores de Seguridad.	82
4.1.3.6.	Análisis de Diseño Estructural.....	83
4.1.3.7.	Diseño Estructural (Calculo de Capacidad Portante)	85
4.1.3.8.	Calculo de Muro Concreto Armado.....	87
4.1.3.9.	Metrado de Muro de Concreto Armado.	91
4.1.3.10.	Costo de Muro de Concreto Armado.	92
4.2.	Análisis de Datos.	92
4.2.1.	Comparación de Costos.....	92

4.2.2. Comparación Técnica en los Muros.	94
4.2.2.1. Flexibilidad del Muro.	94
4.2.2.2. Libertad de construir	94
4.2.2.3. Uso de Materiales de la Zona.	95
4.2.2.4. Grado de Facilidad en el Proceso Constructivo.	95
4.3. Prueba de Hipótesis.	95

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS



Lista de figuras

Figura N° 1: Estructura Romana	24
Figura N° 2: Estructura de Suelo reforzado Munster.....	25
Figura N° 3: Coine Retaining Wall at Brest	25
Figura N° 4: Muro Vidal.....	26
Figura N° 5: Fachada Conformada por Bloques de Concreto en forma de Cruz..	26
Figura N° 6: Muro multi-anclaje.....	27
Figura N° 7: Nuevo Sistema de Muros de Contención.....	28
Figura N° 8: Sistema de Gaviones con Cola “Terramesh”	29
Figura N° 9: Seccion Transversal Tipica de un Muro de Suelo Reforzado	32
Figura N° 10: Rollo de geomalla de HDPE Uniaxial	33
Figura N° 11: Proceso de fabricación de geomalla Uniaxial y Biaxial	33
Figura N° 12: Resistencia a la tensión ultima, con uno, tres y seis costillas según ASTM D6637.....	36
Figura N° 13: Resistencia a la tensión al 2%, 5% de deformación y la tensión ultima de la Geomalla UX 1600 ASTM D 6637.....	37
Figura N° 14: Modo de acción de anclaje o “pullout”	39
Figura N° 15: Canasta de Malla electro soldada y Galvanizada.....	41
Figura N° 16: Detalle de unión Geomalla Uniaxial y Canasta de Malla electro soldada y Galvanizada.....	41
Figura N° 17: Suministro y colocación de Boloneria de piedra.	42
Figura N° 18: Geomalla Biaxial e instalación en MSEW.....	43
Figura N° 19: Suministro e instalación de Geotextil no tejido punzonado.....	43
Figura N° 20: Muro de Suelo Reforzado con Paneles de Concreto.....	49
Figura N° 21: Muro de Suelo Reforzado con Bloques de Concreto.	50
Figura N° 22: Talud Reforzado con Geomalla	51
Figura N° 23: Muro con fachada de mallas electro soldadas.....	51
Figura N° 24: Muro de Suelo Reforzado con Paramento de Gaviones, 22.5m de alto.....	52
Figura N° 25: Detalle Muro de Contención Concreto Armado	54
Figura N° 26: Vista Panorámica del Área de Estudio.....	61

Figura N° 27: Dimensionamiento del Muro	81
Figura N° 28: Fuerzas Actuantes en el Muro.....	81
Figura N° 29: Zonas Sísmicas – RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)- Norma E030	84



Índice de tablas

Tabla N° 1: El Ensayo de Resistencia de las Costillas y Uniones.	35
Tabla N° 2: Propiedades de las geomalla Uniaxial de HDPE.....	40
Tabla N° 3: Gradaciones recomendadas y Requisitos de Plasticidad para Relleno Reforzado	44
Tabla N° 4: Datos de ángulo de fricción para uso en diseños preliminares.....	46
Tabla N° 5: Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos	62
Tabla N° 6: Valores Tipicos para el Cumplimiento Minimo de la Longitud del Refuerzo.	66
Tabla N° 7: Factores Parciales Aplicarse a las acciones.....	68
Tabla N° 8: Factores Parciales Aplicarse a las resistencia.....	68
Tabla N° 9: Datos de Predimensionamiento de Muro de Concreto Armado.....	81
Tabla N° 10: Resumen de Datos de Suelos Empleados en el Diseño.....	82
Tabla N° 11: Resumen de Factores de Seguridad usadas en el diseño de Muro de Concreto Armado.	83
Tabla N° 12: Tabla Factores de Zona-RNE-Norma E030	85
Tabla N° 13: Tabla Factores de Carga-Terzaghi.	86
Tabla N° 14: Cuadro comparativo de costos.	93
Tabla N° 15: Cuadro comparativo de porcentaje de incidencia de mano de obra, materiales y equipos.....	94

Resumen

El presente proyecto de investigación se realiza con el objetivo de hacer una contribución a la ingeniería civil en las áreas de geotecnia y estructuras además de costos y presupuesto. Se centra en hacer un estudio y evaluación comparativa tanto técnica y económicamente entre dos sistemas que son: Suelos Reforzado con Geomalla (Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW), como alternativa en la conformación de la superficie de rodadura en carreteras, frente a los Muros de Concreto Armado (Muro en Voladizo). Como tal efecto se utilizó: Los estudios básicos de ingeniería del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) - Lircay”, para poder realizar los cálculos respectivos, y finalmente concluimos con una comparación de costos entre ambos sistemas. Se llega a la conclusión que los Suelos Reforzado con Geomalla (Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW) presentan ahorros económicos frente a los Muros de Concreto Armado en la estabilización de taludes en carreteras; además, la flexibilidad que brinda los MSEW, se debe en principio a los materiales con que están constituidos, esto da la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación; además de estar respaldado con los mayores FS al volteo (con y sin sismo) que presentan en el análisis de estabilidad externa; con los que se resalta la ventaja técnica frente a los muros en voladizo de concreto Armado, que son estructuras rígidas. Podemos concluir también que los Suelos Reforzados con Geomalla presentan beneficios frente a los Muros de Concreto Armado; tales como disminución de tiempo en la ejecución de una obra y transporte de material el cual aumenta la eficiencia del proceso constructivo.

Palabra claves: Suelos Reforzado con Geomalla (Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW) y Muros de Concreto Armado (Muro en Voladizo).

Abstrac

This research project is carried out with the aim of making a contribution to civil engineering in the areas of geotechnics and structures as well as costs and budget. It focuses on making a study and comparative evaluation both technically and economically between two systems that are: Soils Reinforced with Geogrid (Mechanically Stabilized Walls of Earth (MSEW)), as an alternative in the conformation of the surface of rolling on highways, in front of the Walls of Reinforced Concrete (Wall in Cantilever). As such effect was used: The basic engineering studies of the project Rehabilitation and Improvement of the Huancavelica - Lircay Highway, Section Km. 1 + 550 (Los Chancas Avenue) - Lircay ", to be able to perform the respective calculations, and finally we conclude with a comparison of costs between both systems. It is concluded that Soils Reinforced with Geogrid (Mechanically Stabilized Walls of Wall (MSEW)) present economic savings in front of the Reinforced Concrete Walls in the stabilization of slopes in highways; In addition, the flexibility provided by MSEWs is due in principle to the materials with which they are constituted, this gives the possibility of accompanying the settlements of the foundation land; in addition to being backed with the greater FS to the volteo (with and without earthquake) that they present in the analysis of external stability; with which the technical advantage is emphasized in front of the cantilevered walls of Armed concrete, which are rigid structures. We can also conclude that Geogrid Reinforced Soils present benefits in comparison with Reinforced Concrete Walls; such as decreased time in the execution of a work and transport of material which increases the efficiency of the construction process.

Keywords: Geogrid Reinforced Soils (Mechanically Stabilized Soil Walls (MSEW) and Reinforced Concrete Walls (Cantilever Wall).

Introducción

El siguiente proyecto de investigación hace referencia al estudio de Suelos Reforzados con Geomalla (Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW)), frente a Muros de Concreto Armado (Muro en Voladizo) para la estabilización de taludes en carreteras, este proyecto de tesis consiste en hacer un estudio y evaluación en la cual nos llevara a saber las comparaciones técnica y económica de estos dos sistemas.

Los muros de contención tienen la función principal de resistir las presiones laterales o empujes producidos por el material retenido detrás de ellos como pueden ser terrenos naturales, así como rellenos artificiales. Además, la estabilidad de los muros se debe principalmente al peso propio y al peso del material que se colocara sobre la fundación. El cuerpo de un muro trabaja esencialmente a flexión y a compresión vertical debida a su propio peso es un factor estabilizante. En algunas situaciones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales a terreno, desempeñando una función de cimiento. Los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base.

Para el presente proyecto de investigación se utilizó: Los estudios básicos de ingeniería del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”. Se llega a la conclusión que los Suelos Reforzado con Geomalla (Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW)) presentan ahorros económicos frente a los Muros de Concreto Armado en la estabilización de taludes en carreteras; además, la flexibilidad que brinda los MSEW, se debe en principio a los materiales con que están constituidos.

El presente proyecto de investigación se centra en cada uno de los procesos de diseño y construcción para las dos opciones que se plantea como Suelos reforzados con Geomalla (MSEW) y Muros de Concreto Armado (Muro en Voladizo), además se espera que el presente proyecto de investigación sea de utilidad para todos

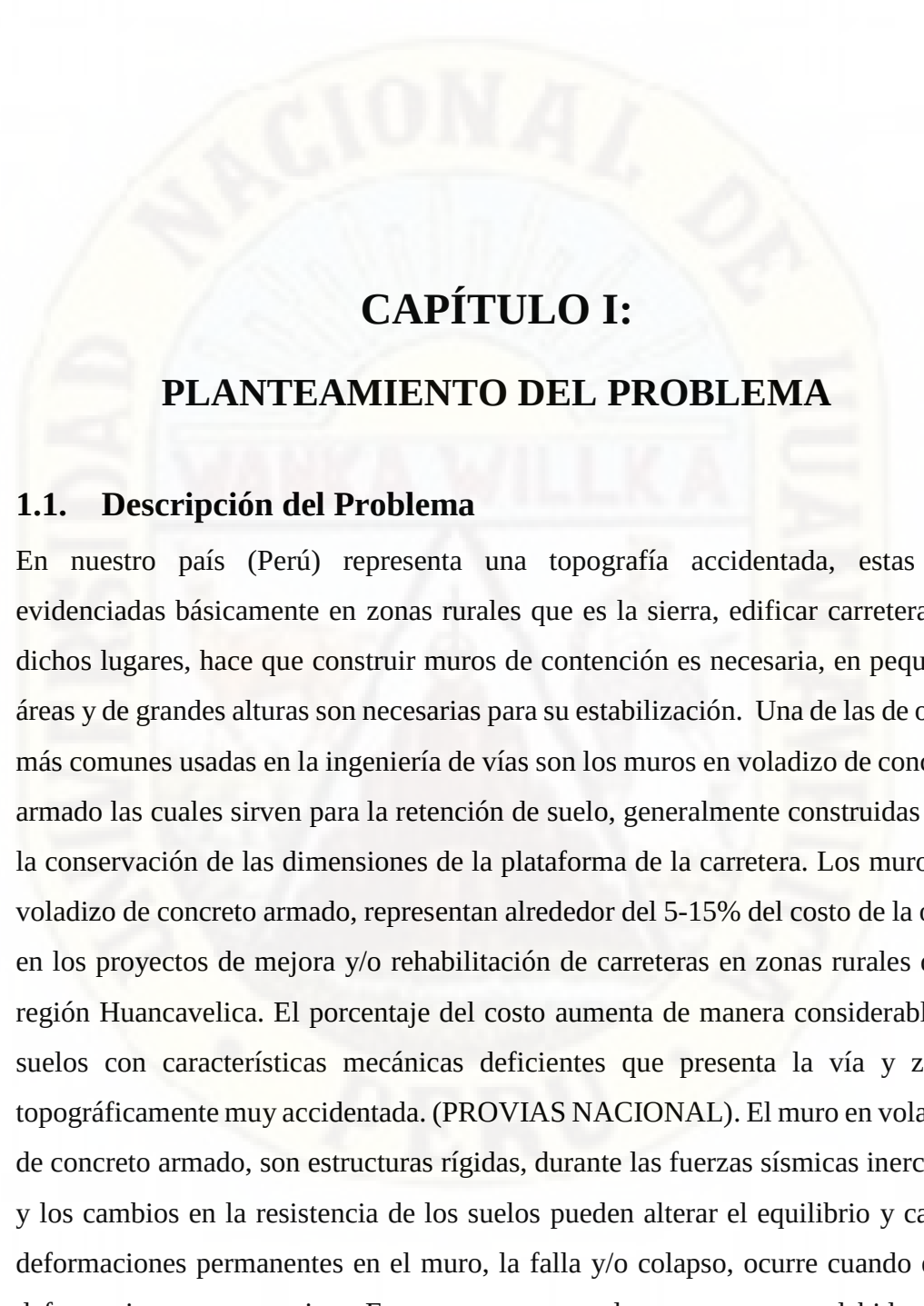
aquellos interesados y para aquellos que quieran profundizarlo., dejo en sus manos la presente lectura. Además, esta investigación está constituida por 4 capítulos:

Capítulo I: hace mención al planteamiento del problema, el cual abarca la identificación del problema, justificación e importancia de la investigación, limitaciones de la investigación, objetivos, hipótesis y la definición de variables.

Capítulo II: está referido al marco teórico, en el cual se indican los antecedentes de la tesis y las bases teóricas pertinentes que consiste en toda la teoría que sustenta la investigación.

Capítulo III: se refiere a la metodología, el cual contiene la metodología de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, instrumentos, procedimientos de recolección de datos y procedimiento de análisis de datos.

Capítulo IV: se refiere a los resultados.



CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

En nuestro país (Perú) representa una topografía accidentada, estas son evidenciadas básicamente en zonas rurales que es la sierra, edificar carreteras en dichos lugares, hace que construir muros de contención es necesaria, en pequeñas áreas y de grandes alturas son necesarias para su estabilización. Una de las obras más comunes usadas en la ingeniería de vías son los muros en voladizo de concreto armado las cuales sirven para la retención de suelo, generalmente construidas para la conservación de las dimensiones de la plataforma de la carretera. Los muros en voladizo de concreto armado, representan alrededor del 5-15% del costo de la obra, en los proyectos de mejora y/o rehabilitación de carreteras en zonas rurales de la región Huancavelica. El porcentaje del costo aumenta de manera considerable en suelos con características mecánicas deficientes que presenta la vía y zonas topográficamente muy accidentada. (PROVIAS NACIONAL). El muro en voladizo de concreto armado, son estructuras rígidas, durante las fuerzas sísmicas inerciales y los cambios en la resistencia de los suelos pueden alterar el equilibrio y causar deformaciones permanentes en el muro, la falla y/o colapso, ocurre cuando estas deformaciones son excesivas. Estas estructuras resultan ser caras, esto debido a que el costo que representan los materiales utilizados, que están en el rango de 55-65% al costo de la estructura, aumentando así el porcentaje con el transporte hasta la

obra. Nuestra sociedad está careciendo de recursos económicos e incluso la población considerada pobre o extremadamente pobre está en las áreas rurales, es aquí donde nace la necesidad de realizar obras viales más rentables y funcional técnicamente. En nuestro entorno (Región Huancavelica) el progreso tecnológico y la inclusión de nuevos materiales de construcción para resolver los problemas mencionados están presentes tímidamente, esto se conoce en las diversas obras viales que se realizan, en las que se observa el uso masivo de materiales tradicionales.

La ciudad de Huancavelica presenta una topografía muy irregular con pendientes inclinadas con prominencias y depresiones, por lo que los muros de contención cumplen una función importante para la estabilidad del suelo, el cual nos permitirá la construcción de otras obras de ingeniería tales como viales, edificaciones, encausamiento, etc. Por tanto, son componentes de un proyecto que demandan mucho costo.

A todo ello se suma las malas condiciones y el aspecto deteriorado de los muros de contención existentes actualmente, sin ningún tipo de diseño, tratamiento o acabado, para una zona urbana.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema General:

- ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?

1.2.2 Problemas Específicos:

- ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto

“Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?

- ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, ¿Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?

1.3.2 Objetivos Específicos

- ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto: “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?
- ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?

1.4. Justificación

- Al realizar la presente tesis basada en el estudio y evaluación comparativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de concreto armado para la estabilización de taludes de carreteras se llegará a conocer las ventajas técnicas y económicas que presentan cada una de ellas y se seleccionara el más óptimo de acuerdo a su desempeño y costo de suelos reforzados con geomalla con muros de concreto armado en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”
- También se plantean los siguientes motivos para justificar dicho estudio:

1.4.1 Justificación Teórica:

- Los suelos reforzados con geomalla, es una innovación tecnológica, con el cual realizaremos un estudio y evaluación comparativa con los muros de concreto armado que comúnmente se realizan en nuestro ámbito.

1.4.2 Justificación Practica:

- Se desea comprobar y establecer las diferencias más resaltantes tanto técnicamente y económicamente entre los suelos reforzados con geomalla y los muros de concreto armado. Para el cual se realizará el estudio en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

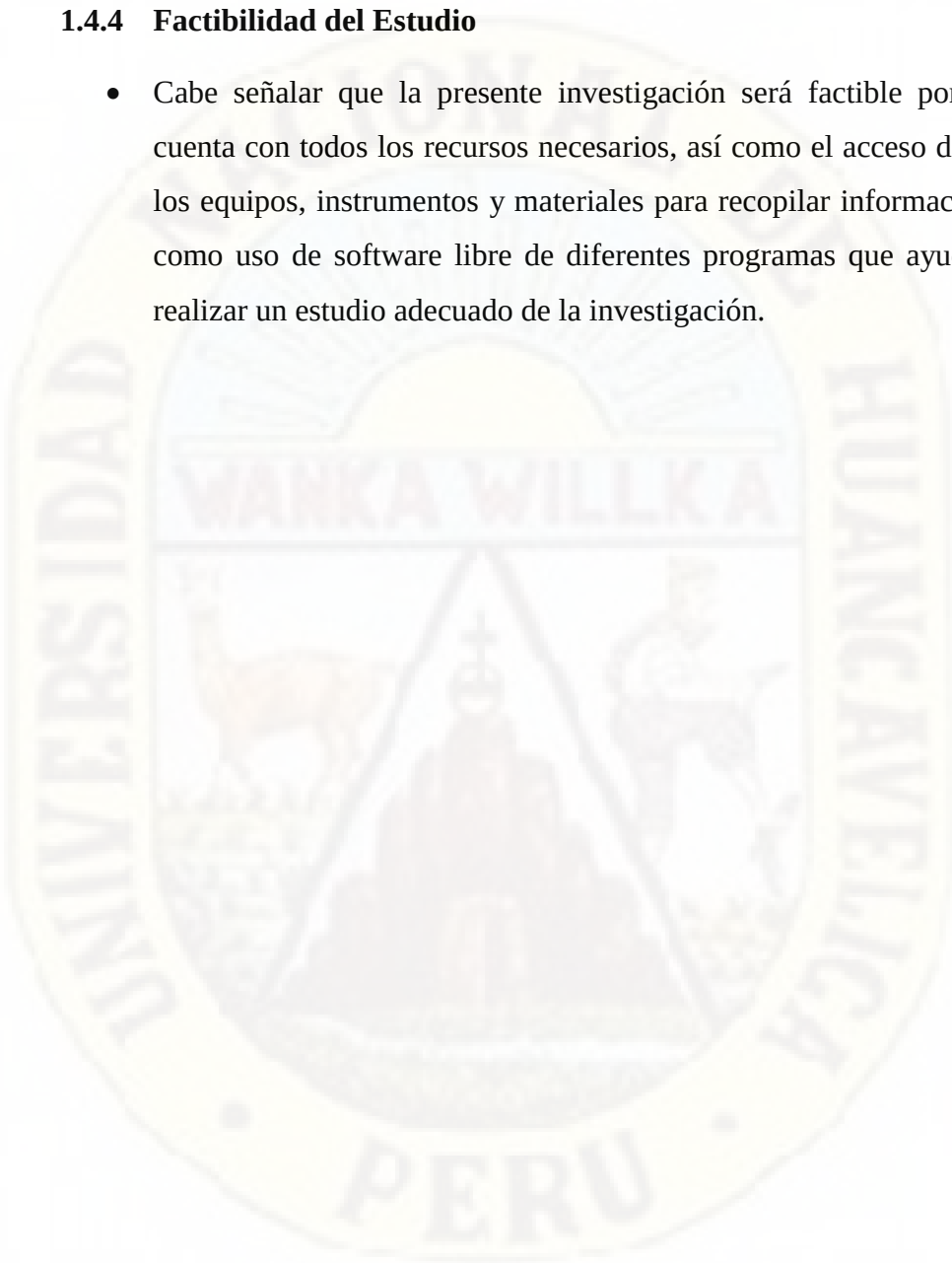
1.4.3 Justificación Social

- En lo posible los resultados de la presente investigación estarán a la disposición del público, los primeros beneficiados serán los estudiantes y profesionales de ingeniería civil; debido a que tendrán a disposición este material para próximas ideas de investigación y como material de consulta, asimismo para los ingenieros civiles que tendrán un material de consulta de estudios de comparación entre dos tipos de muros tanto técnicamente y económicamente para ver cuál es más factible. También

se beneficiará las instituciones públicas y empresas privadas encargadas de la ejecución de proyectos de infraestructura como carreteras.

1.4.4 Factibilidad del Estudio

- Cabe señalar que la presente investigación será factible porque se cuenta con todos los recursos necesarios, así como el acceso directo a los equipos, instrumentos y materiales para recopilar información, así como uso de software libre de diferentes programas que ayudaran a realizar un estudio adecuado de la investigación.



CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Históricos de la Técnica de Tierra Reforzada

a) Estructuras Antiguas.

“Los romanos construyeron escollera de suelo reforzado con caña en todo el Tiber. Un descubrimiento reciente en Londres a principios de siglo de un proyecto de la Armada Romana de un muelle para el puerto de “Londinium”, revelo que las técnicas pasadas son muy similares a los métodos de diseño utilizados hoy. El muelle de madera, parte del cual se ha conservado en el lodo de Thames por 1900 años, se acredita, tiene 1.5km de largo. Los 2m de altura de la estructura se formaron de bloques de roble que median hasta 9m de largo, conservando su cara vertical mediante refuerzos de madera incrustados en el relleno posterior (Figura N° 1). En paralelo a los romanos, los galos también utilizaron una técnica de suelo reforzado en sus construcciones de sus fortificaciones, la técnica consistió en la colocación de capas alternas de troncos y suelo de relleno” (BASSETT, 1981, citado por JONES, 1996).

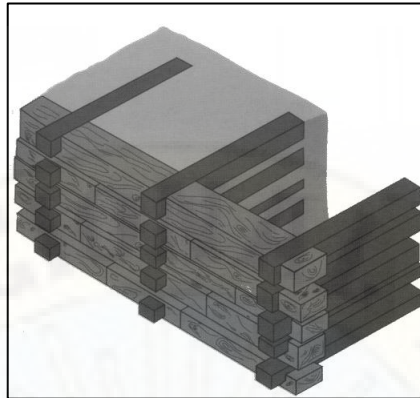


Figura N° 1: Estructura Romana – “wharfroman” (JONES, 1996)

“A finales del siglo XIX, surgieron técnicas de suelo reforzado, la contribución de Pasley es notable en 1822 al introducir una forma fortalecida de suelo reforzado para la construcción militar en la Armada Británica, mostrando que las presiones laterales se puede reducir considerablemente en los muros de contención si el relleno estaba reforzado por estratos horizontales de ramas, tablas de madera o lona; se han realizado observaciones similares con rellenos de suelo reforzado modernos después de más de 150 años después (PASLEY, 1822 citado por JONES, 1996).

En el año 1925 en los Estados Unidos, Munster ha desarrollado un muro de tierra reforzado con una serie de miembros de madera como un refuerzo liviano. Munster minimizó el problema relacionado con el llenado del suelo de relleno utilizando conectores deslizantes entre los elementos de refuerzo y la cara del muro. Las técnicas inherentes a este sistema son válidas y constituyen la esencia de las técnicas de construcción utilizadas hoy”. (JONES, 1996) (Figura N° 2).

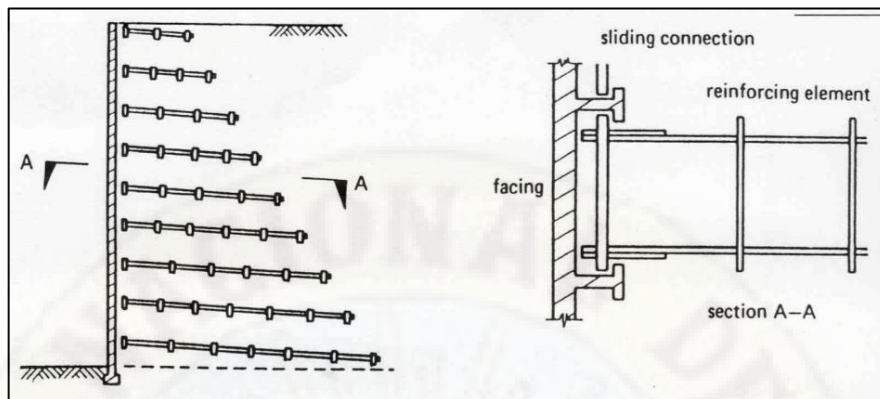


Figura N° 2. Estructura de suelo reforzado Munster (JONES, 1996)

En 1927, Coyne introdujo el “mur á échelle” (muro escalera), que consistió en una masa de llenado granular seleccionado con una serie de miembros conectados al muro, el cual representaba un anclaje pequeño al final y una membrana delgada de recubrimiento. En la conformación y estabilización del relleno se empleó unos miembros flexibles de anclaje (tiras lisas de hierro galvanizado), y para el recubrimiento superficial se utilizaron juntas flexibles en el centro de las placas o un tipo de superposición entre losas que les han permitido llevar a cabo el otro movimiento. (Figura N° 3).

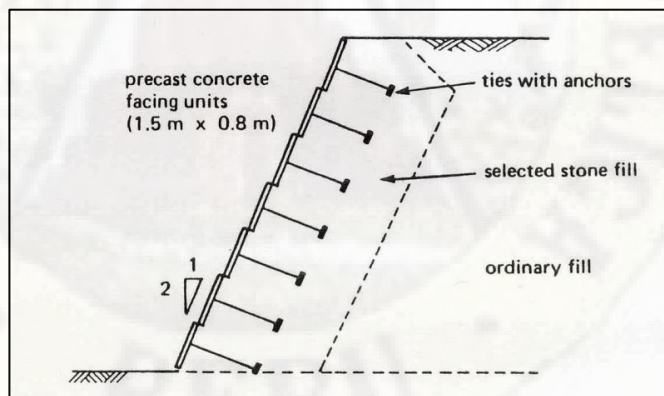


Figura N° 3. Coine retaining wall at Brest (JONES, 1996)

b) Estructuras Modernas.

“Casagrande propuso el concepto moderno de suelos reforzados y estructuras de suelo, que idealizaron los problemas en forma de suelos débiles que se reforzaron con membranas de alta resistencia que se colocaba horizontalmente en capas” (WESTER-GAARD, 1938 citado por

JONES, 1996). La forma moderna de muros de tierra reforzada se introdujo en la década de 1960 por Henri Vidal. El concepto Vidal fue de un material compuesto formado por tiras de refuerzo plano que son horizontales en un fondo de fricción (Figura N° 4), la interacción entre el suelo y los miembros de refuerzo son solo la fricción generada por la gravedad. Estas grandes obras con los conceptos de Vidal se construyeron en 1968 en Francia, en 1972 en los Estados Unidos, y en el Reino Unido se completó en 1973).

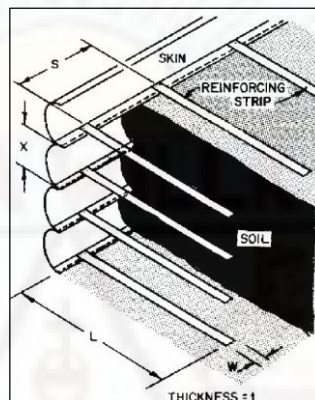


Figura N° 4. Muro Vidal. (NAVFAC, 1986).

Las primeras estructuras modernas utilizaron una superficie de acero flexible, en forma de U, y dejando unas canaletas para colocar a los miembros de refuerzo. En 1970 se introdujo una alternativa de recubrimiento utilizando miembros de concreto armado en forma de cruz; estas estructuras de hormigón son ampliamente utilizadas en el presente. (Figura N° 5).



Figura N°5. Fachada conformada por bloques de concreto en forma de cruz (Linear Composites, 2004)

“La evolución de los materiales está relacionada con el desarrollo de las estructuras de suelo. Si bien las estructuras iniciales se realizaron utilizando materiales orgánicos como la madera, la paja como refuerzo, las estructuras modernas reconocieron el potencial de formas de refuerzo más avanzadas. En un inicio se usó lonas como membranas de refuerzo, que tienen una duración limitada antes de deteriorarse, por lo tanto, las estructuras tendrían un corto período de vida. Actualmente, los avances tecnológicos permitieron la utilización de materiales artificiales o de ingeniería como el fortalecimiento de las estructuras.” (JONES y HASSAN, 1992).

“En la década de 1980, Fukuoka desarrolla el sistema multi-ancla para el Ministerio de Construcción Japonés. El anclaje esta en forma de placa de acero rectangular.” (Figura N° 6) (FUKUOKA 1980, citado por JONES, 1996).

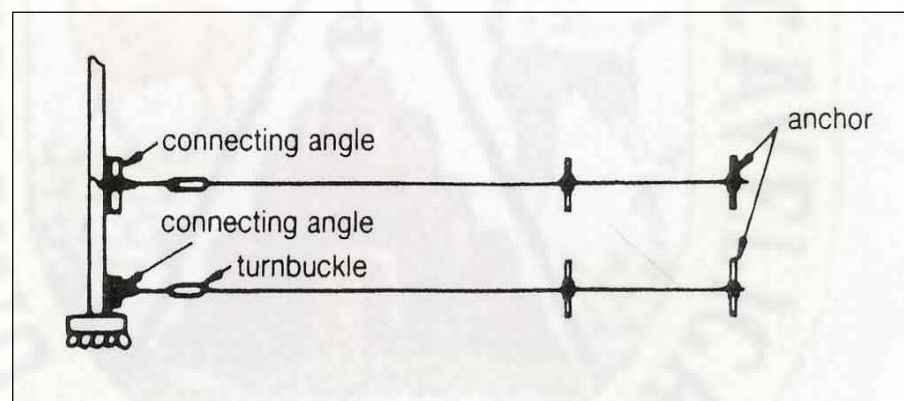


Figura N° 6. Muro multi-anclaje (JONES,1996)

En la misma década, un sistema de muros de contención desarrollado en Austria, apareció el cual se basó en la provisión de unidades de concreto como paramento y tiras poliméricas formando un circuito cerrado (Figura N° 7) (BRANDL y DALMATINER, 1986 citado por JONES y HASSAN, 1992).

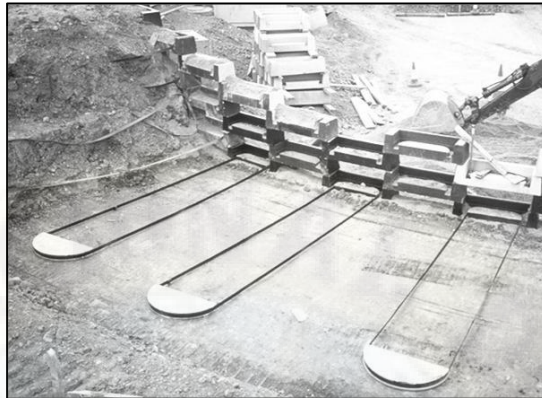


Figura N° 7. Nuevo sistema de muros de contención. (Linear Composites, 2004)

En los años ochenta y en particular en 1981, el desarrollo de estructuras de suelo en un nuevo campo de aplicación, como material geosintético en la reparación de fallas “cutting” (de corte) en las autopistas ML y M4 de Inglaterra (MURRAY, 1982, mencionado por JONES, 1996). La estabilización de los cortes por medio de suelo reforzado “in situ”, en forma de terreno que utiliza técnicas que se han introducido anteriormente a las que se utilizan en las técnicas de anclaje de suelo, en Alemania y los Estados Unidos. Estos sistemas de soporte de suelo con las técnicas desarrolladas en la autopista M4, resume la etapa actual del suelo reforzado en el que se acepta la técnica y las geomallas se consolidan como una opción de diseño, disponible para el uso en el diseño de estructuras geotécnicas como respuesta al problema de la degradación química y biológica de los geotextiles y a la corrosión presentada por el acero. (VALENCIA, 2005).

Ahora se dispone de una serie de sistemas híbridos y técnicas, uno de los más empleadas de nuestro país ha demostrado ser el Terramesh (gavión con cola), de esta manera, la estabilidad de las estructuras de gaviones convencionales se puede aumentar mediante la adición del refuerzo (Figura N° 8).

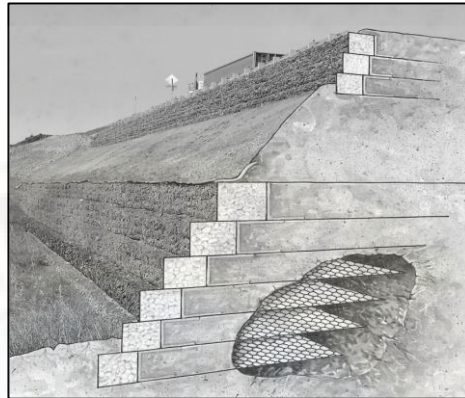


Figura N° 8. Sistema de gaviones con cola “Terramesh”

(MACCAFERRI GABIOS DO BRASIL, 2001)

2.1.2. A Nivel Internacional

“Herrera Dávila, (2009)” para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Técnica Particular de Loja – Ecuador. La tesis “Implementación de una herramienta para diseño de muros de contención con contrafuertes y de tierra armada para el laboratorio virtual de ingeniería geotécnica”. El trabajo de investigación tiene como objetivo principal el análisis de los muros de contrafuertes y de tierra reforzada con geotextiles con su respectivo diseño, al realizar el análisis dichas estructuras se tendrá que generar de la manera más factible y práctica para su diseño, mediante el uso de un software. Procedido todo esto se llegó a la siguiente conclusión: La ventaja adicional a la flexibilidad es su capacidad de absorción de energía en conjunto, lo cual permite un análisis de comportamiento durante el movimiento sísmico y vibratorio. El autor de la investigación ya mencionada concluye con conclusiones muy genéricas falto de estudios específicos para llegar a una conclusión final.

“Jara Morí, (Mayo, 2008)” en su Tesis Doctoral presenta su trabajo de investigación denominado “Estudio de la Aplicabilidad de Materiales Compuestos al Diseño de Estructuras de Contención de Tierras y su Interacción con el Terreno, para su Empleo en Obras de Infraestructura Viaria” en la Universidad Politécnica de Madrid – España. Además, alcanza la siguiente conclusión: El uso de materiales compuestos tiene varias ventajas para su uso

en la estructura de la carretera. Se examinaron dos tipos de estructuras de contención (Muros de gravedad y Muros de tierra estabilizadas mecánicamente) la primera, que se seleccionó principalmente, aunque se seleccionó como una gran estructura de gravedad, el comportamiento estructural depende de la interacción que se desarrolla entre El suelo y las bandas de refuerzo, mientras que las placas corresponden a una función de la cubierta frontal para evitar la erosión del relleno reforzado, que pueden ser activados por agentes externos. Esto significa que las construcciones en materiales compuestos en este tipo de estructuras están optimizadas para un máximo. El estudio actual de investigación es básicamente analítico, su mayor uso será para las investigaciones aplicativas a solucionar problemas prácticos.

2.1.3. A Nivel Nacional

Menacho, Ángeles (2007), para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima-Perú, el Informe de Suficiencia denominado “Muro de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil – Estudio Comparativo de Costos” trabajo que resulto al haber participado en el Curso de Actualización de Conocimiento donde se desarrolló el tema “Aplicación de Geo sintéticos en Obras de Ingeniería Civil”. El trabajo consistió en la comparación del Muro de contención con Geotextil y Muro de contención con el sistema Terramesh.

Zevallos Villar (2008), para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima-Perú, el Informe de Suficiencia denominado “Muro de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil – Diseño Estructural” trabajo que resulto al haber participado en el Curso de Actualización de Conocimiento donde se desarrolló el tema “Aplicación de Geo sintéticos en Obras de Ingeniería Civil”. En el trabajo se usó el Geotextil con el fin de reforzar el suelo y un paramento de bloques de concreto con el fin de confinar dicho suelo, y concluyo con la construcción de un pequeño muro de contención como parte de la aplicación del diseño estructural. Llegando entre otras a las siguientes conclusiones: a) El diseño de

un muro de suelo reforzado es similar a un muro de gravedad, con la diferencia que se debe hacer un análisis interno para determinar la longitud, separación vertical y separación horizontal de las geomallas. b) Por nuestra experiencia en la construcción del muro de suelo reforzado como parte del curso de titulación, hemos observado que el proceso constructivo no es complicado, pudiendo capacitarse al personal a cargo de la construcción en corto tiempo. Este trabajo básicamente está desarrollado para la aplicación en zonas urbanas, habiendo un vacío para aplicarlos en zonas rurales; además acerca del diseño estructural se dan conclusiones muy generales.

2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Definición de Suelo Reforzado

2.2.1.1. Concepto de Suelo Reforzado

Podemos definir como MURO a toda estructura continua, que produce activamente o pasivamente un impacto estable sobre una masa de terreno, su característica fundamental sirve como un elemento de contención de un terreno, que a veces es un terreno natural y en otras puede ser un relleno artificial.

Con referente a los muros en voladizo de concreto armado, trabajan esencialmente a flexión y compresión vertical. Un muro de suelo reforzada, por el contrario, es una asociación de tierra y elementos lineales capaces de mantener fuerzas de tensión significativas; estos últimos elementos suelen ser los geos sintéticos. El refuerzo con tales materiales le da al conjunto una resistencia a la tensión de la que el suelo carece en sí mismo, con la ventaja adicional de que la masa puede reforzarse de manera única o principalmente en las direcciones más convenientes. (TDM, 2010) La fuente de esta resistencia apretada es la fricción interna del suelo, debido al hecho de que las fuerzas que ocurren en la masa se transfieren desde el suelo a las tiras de refuerzo por fricción y/o contacto mecánico, dependiendo del elemento de refuerzo.

2.2.1.2. Componentes del sistema de Suelo Reforzado

Un sistema de suelo reforzado está formado fundamentalmente por: Refuerzo, Suelo Reforzado, Suelo Retenido, Suelo de Cimentación o de fundación y el Paramento. El paramento se compone por cestas de malla electro soldado, geomallas estructurales (bidireccional), geotextil que cumple con las especificaciones M288 y las piedras o bolonería de 4"-6" de diámetro. Según Tensar Earth Technologies, Inc. (2001).

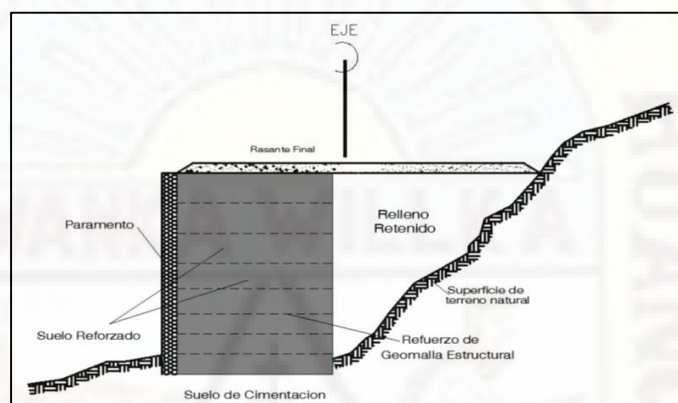


Figura N° 9. Sección Transversal Típica de un Muro de Suelo Reforzado.

Fuente: FHWA, Publication No FHWA-NHI-00-043.

2.2.1.2.1. Refuerzo

a) Refuerzo de Geomalla Uniaxial.

En los sistemas de Muro de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW), el principal elemento del refuerzo geosintético es la Geomalla Uniaxial.

La geomalla Uniaxial de polietileno de alta densidad refuerza internamente la estructura y los materiales de relleno. Son inertes a la degradación química, pueden utilizarse con rellenos no seleccionados o incluso con piedra triturada. Los siguientes tipos de geomallas son ampliamente utilizados y disponibles en el mercado peruano. (TDM, 2010)

- Las geomallas de polietileno de alta densidad, son fabricadas de forma uniaxial y de diferentes resistencias.
- Las geomallas de poliéster recubiertas con HDPE, son geomallas de amplia resistencia en dirección de la transmisión de la carga.

El que más comúnmente utilizado y lo que utilizaremos en el presente trabajo de investigación es la geomalla de polietileno de alta densidad HDPE. Las geomallas son estructuras polímeros rígidos (polietileno de alta densidad, HDPE) fabricados para aplicaciones de construcción, inertes al ataque de agentes químicos y se presentan en un amplio rango, cada uno designado con diferentes resistencias.



Figura N° 10: Rollo de geomalla de HDPE Uniaxial.
(Tensar Earth Technologies)

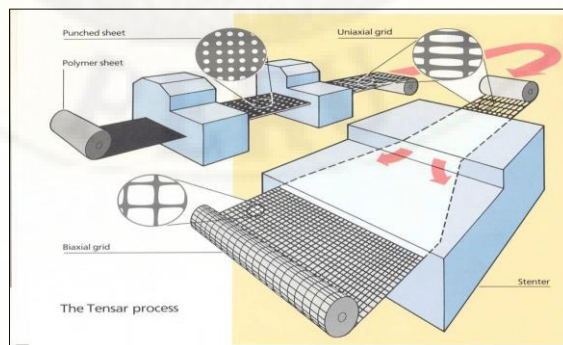


Figura N° 11: Proceso de fabricación de geomalla Uniaxial y Biaxial.

Fuente: Valencia, R. (2005).

2.2.1.2.2. Propiedades de la Geomalla y Métodos de Ensayo

2.2.1.2.2.1. Propiedades Físicas.

- Masa por unidad de área la cual varía en amplio rango de 200 a 1000 gr/m².
- El porcentaje de área abierta, el cual varía de 40% a 95%.
- Rigidez de la geomalla, importante en la etapa constructiva. ASTM D 1388.

2.2.1.2.2.2. Propiedades Mecánicas.

Todas las propiedades mecánicas de las geomallas se refieren a su uso en aplicaciones de refuerzo. Algunas provienen de ensayo índice, mientras que otros están relacionados al comportamiento.

a) Resistencia de la costilla simple de la unión (nudo).

El método de prueba utiliza un aditamento que contiene las costillas transversales de la geomalla inmediatamente adyacente a cada lado de la costilla longitudinal se fija con un terminal separado, y cada abrazadera se monta en una máquina de prueba de voltaje en la que se tiran en direcciones opuestos. La resistencia a las unidades de fuerza se obtiene en la tabla N° 1 donde se muestra la resistencia a la unión para una serie de número de geomallas disponibles en el mercado. Ten en cuenta que la resistencia de la costilla también se puede evaluar cómo se describió anteriormente. Tomando ambos conjuntos de datos, es posible calcular la eficiencia de la resistencia en la unión. Como se muestra en la tabla N°X 2.01 las eficiencias de la resistencia en la unión de las geomallas

varían desde 100% hasta 7%. (Fuente: Robert M. Koerner, Cuarta edición)

TABLA N° 01: El ensayo de resistencia de las costillas y uniones.

El ensayo de resistencia de las costillas y uniones			
Designación de la geomalla	Resistencia Prom. De la Unión (KN)	Resistencia Prom. De la costilla (KN)	Eficiencia de la Unión (%)
TU-1	1.12	1.16	97
TU-2	1.86	2.04	91
TU-3	2.60	2.49	104
TU-4	1.31	1.33	98
TU-5	2.14	2.17	99
TU-6	2.68	2.77	97
TB-1	0.57	0.61	93
TB-2	0.72	0.75	96
TB-3	1.44	1.51	95
TA	1.02	1.03	99
TB	1.38	1.49	93
SA	1.96	4.16	47
PA	0.29	4.40	7
MA	0.18	1.42	13

b) Resistencia a la Tensión de Tira Ancha.

La norma ASTM D6637 se ocupa específicamente con las pruebas de tensión de geomallas. La prueba consiste en sujetar una muestra que incluye una serie de unidades de costillas repetidas en la cual se registran la deformación y el esfuerzo a la tensión.

Hay una amplia gama comportamiento del producto, dependiendo del tipo de polímero, grosor o número de fibras de costillas, espaciamiento entre costillas, etc.

La información obtenida de un ensayo de tensión de tira ancha de una geomalla comprende:

- La resistencia a la tensión a la que el espécimen de prueba falla (KN/m).
- La elongación tensional a la que el espécimen de prueba falla (es decir la deformación de falla en %)
- Los esfuerzos de tensión a diferentes elongaciones antes de falla del espécimen (es decir el esfuerzo al 2% o el esfuerzo al % KN/m).
- El módulo de tensión tomado de la porción inicial de la curva esfuerzo - elongación, o posiblemente otros valores definidos del módulo (KN/m).



Figura N° 12: Resistencia a la tensión ultima, con uno, tres y seis costillas según ASTM D6637.

Los ensayos o pruebas determinan la tensión a los 2% - 5% de elongación y la resistencia de tensión ultima, que se logra cuando la geomalla falla.

A continuación, presentamos los gráficos que resultan al ensayar un determinado número de especímenes, para los

dos tipos de geomalla que estamos utilizando, tipo 1 UX 1400 y tipo 3 UX 1600.

(Fuente: Tensar earth technologies)

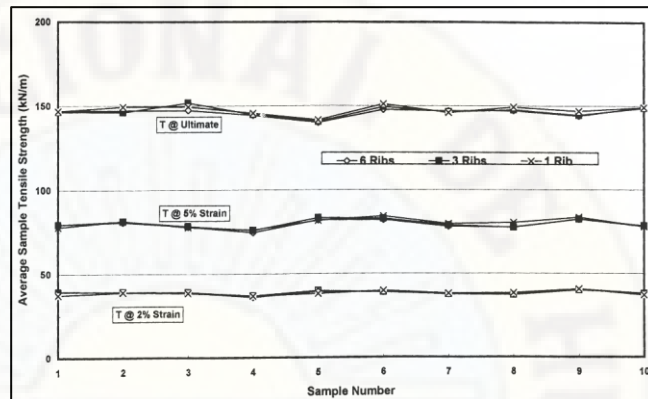


Figura N° 13: Resistencia a la tensión al 2%, 5% de deformación y la tensión ultima de la Geomalla UX 1600 ASTM D 6637.

Se visualiza la resistencia a 2% de deformación y a 5% de deformación, ensayos realizados con uno, tres y seis costillas (como se muestra en la fig. 13) dichos resultados se están traslapados.

c) Resistencia del Anclaje por Arrancamiento del Suelo.

El mérito intrínseco de geomallas ocurre debido a su resistencia al anclaje o la resistencia a la separación o arrancamiento (pullout). Este problema se produce bajo las grandes aberturas en la geomalla, que permiten el contacto mecánico del suelo en un lado al otro de la geomalla. Obviamente, las partículas del suelo deben ser lo suficientemente pequeñas para permitir la penetración completa.

La resistencia al anclaje o la separación es el inicio del resultado de tres mecanismos distintos:

- Uno es la resistencia al corte a lo largo del tope y la base de las costillas longitudinales de la geomallas.
- El segundo es la contribución a la resistencia al corte a lo largo del tope y de la base de las costillas transversales.
- El tercer mecanismo es la resistencia pasiva contra el frente de las costillas transversales. En este último mecanismo, el suelo está en un estado pasivo y resiste al arrancamiento por medio de su capacidad de carga. Se ha mostrado analíticamente que esta capacidad de carga puede ser la principal contribución a la resistencia global al anclaje de las geomallas.

Las siguientes consideraciones son importantes para el montaje de un ensayo de separación o arrancamiento del suelo para determinar la resistencia de anclaje:

(Fuente: Robert M. Koerner, Cuarta edición)

Las pruebas conducen a la determinación de un coeficiente de interacción (C_i) que se puede usar en el diseño de un tipo específico de geomalla empotrada en el área de anclaje detrás de un plano de falla potencial. Sin embargo, el valor de (C_i) es específico para el tipo de suelo y de los parámetros de prueba.

Si se lleva a cabo un ensayo de geomalla se llega a la falla por arrancamiento de la hoja, la siguiente ecuación puede formularse:

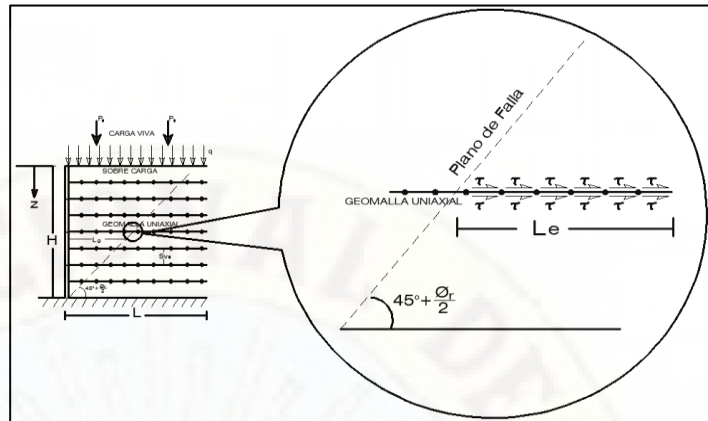


Figura N° 14: Modo de acción de anclaje o “pullout”

$$T = 2 \cdot Ci \cdot Le \cdot \sigma'_n \cdot \tan \phi' \quad (1)$$

T = Capacidad de Anclaje por unidad de ancho (KN/m)

Ci = Coeficiente de interacción (adimensional)

Le = Longitud de empotramiento de la geomalla (m)

σ'_n = Esfuerzo normal efectivo (Kpa)

ϕ' = Angulo de fricción efectiva del suelo (grados)

Por ejemplo, si un ensayo de anclaje de geomalla se lleva a la falla de la ecuación anterior se puede despejar Ci y obtener dicho valor.

2.2.1.2.2.3. Propiedades de Supervivencia.

Dado que se utilizan geomallas en aplicaciones de refuerzo crítico, algunos de las cuales requieren una larga vida útil, por lo tanto, es necesario evaluar las propiedades de supervivencia específicas, generalmente se evalúa la supervivencia química y biológica.

La geomalla estructural es una estructura integral, resistente a la tracción y de alto peso molecular con las características citadas en la Tabla N° 2.

Tabla N° 02: Propiedades de las geomalla Uniaxial de HDPE.

Propiedades de los Productos	Unidades	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4
Capacidad de Carga (basado en normas ASTM y GRI-GG4)					
Tensión Última (ASTM D 6637)	kN/m	70.0	114.0	144.0	175.0
Módulo a la Tracción (real inicial)	kN/m	950	1,580	1,750	2,350
Integridad del Producto (basado en normas ASTM y GRI-GG2-87)					
Capacidad a la tracción de las juntas	kN/m	66.0	105.0	135.0	160.0
Rigidez Flexural	x1,000 mg-cm	730	5,100	6,000	9,075
Durabilidad (basado en normas ASTM y EPA9090)					
Daño durante instalación (Sobre la base de la clasificación SUCS - SC, SW, GP)	%	95,92,90	95,92,90	95,92,90	95,92,90
Resistencia a degradación a largo plazo (químico, biológico)	%	100	100	100	100
Dimensiones del material					
Ancho del rollo	Metros	1.33	1.33	1.33	1.33
Longitud del Rollo	Metros	76.2	61.0	61.0	61.0

Fuente: Tensar Earth Technologies Inc. "Tensar Structural Geogrid Strength Properties"

2.2.1.2.3. Parámetro de Muro de Suelo Mecánicamente Estabilizada (MSEW)

Son parte de los Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizado (MSEW) que evitan la pérdida de suelo entre las capas de refuerzo y evita la erosión local durante mucho tiempo. No presentan una función estructural.

Los paramentos más comunes están constituidos por: mallas electro soldadas, gaviones (zona rural), paneles y bloques de concreto prefabricado (zona urbana).

2.2.1.2.3.1. Canasta de Malla Electro soldada Galvanizada.

Las cestas de malla electro soldada galvanizada proporcionan estabilidad permanente durante la colocación y la compresión del material de relleno y simplifican la alineación de la fachada.

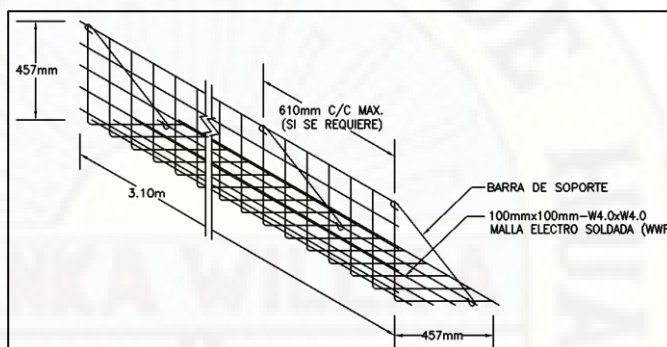


Figura N°15: Canasta de Malla electro soldada y Galvanizada (Tensar Earth Technologies)



Figura N°16: Detalle de unión Geomalla Uniaxial y Canasta de Malla electro soldada y Galvanizada (Tensar Earth Technologies)

2.2.1.2.3.2. Boloneria de Piedra.

Las piedras de boloneria son componentes que están en contacto con una red de malla electro soldada galvanizada, evitando así la erosión superficial de los Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizada.

Las piedras de boloneria que se requieren son de 3 – 6 pulgadas de diámetro estas pueden ser nativos o importados de ríos, riachuelos, etc. Además, se puede administrar un acabado arquitectónico pintándolo de acuerdo al paisaje del lugar.



Figura N° 17: Suministro y colocación de Boloneria de piedra.

2.2.1.2.3.3. Geomalla Biaxial.

La Geomalla Biaxial de polietileno de alta densidad son materiales que dan la estabilidad al paramento, ya que permite el empotramiento al Muro de Suelo Mecánicamente Estabilizada.

Este tipo de geomallas son estructuras bidimensionales fabricadas con características de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes, producidas por un proceso de extrusión y luego se estiran longitudinalmente y transversalmente.

Este tipo de geomallas se componen de elementos rígidos y nodos que proporcionan un gran confinamiento.

Son particularmente eficaces para fortalecer y dar estabilidad al paramento de posibles vueltas o caídas de bolonerias de piedra. Además, controla la erosión y la

pérdida de material entre las líneas de refuerzo (Ver Figura N° 18).

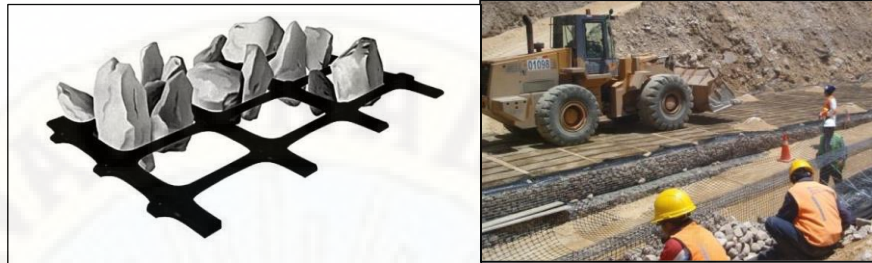


Figura N° 18: Geomalla Biaxial e instalación en MSEW.

2.2.1.2.3.4. Geotextil.

Los Geotextiles usados responden a la función de separación, en la que se proporciona una cerca entre el material de relleno y el relleno de piedra de la fachada. El diseño y la selección de estos materiales se realizan de acuerdo con la información proporcionada por AASTHO M288, en la que generalmente se recomienda el uso de geotextiles no tejido ya que cumplen con los requisitos mínimos mencionados en la norma. (AASTHO M288, 1996).



Figura N° 19: Suministro e instalación de Geotextil no tejido punzonado.

2.2.1.2.4. Relleno Reforzado.

Es el material de relleno en el que se colocan los niveles de refuerzo para proporcionar resistencia a la tensión. Funciona externamente como un muro de gravedad convencional el cual se basa en la interacción de los refuerzos con el material geosintético.

Este es todo el material que se coloca y compacta en el área de geomallas entre el relleno conservado y el paramento de malla electro soldada galvanizada y las boloneras de piedra.

Los muros MSEW requieren una buena calidad para garantizar la durabilidad, el drenaje y especialmente una buena interacción con los materiales de refuerzo (obtenido con materiales granulares apropiados).

- ***La gradación, material y plasticidad del relleno reforzado.***

La gradación aceptable del material depende de las especificaciones del proyecto, pero normalmente gobernados por las normas AASHTO o las reglas de la NCMA. Las propiedades del material, el peso específico y el ángulo de fricción utilizado en el diseño se pueden estimar para diseños preliminares, pero los datos de prueba específicos son necesarios para desarrollar los diseños finales. Las gradaciones especificadas en los estándares se muestran en la Tabla N° 03.

Tabla N°.03: Gradaciones recomendadas y Requisitos de Plasticidad para Relleno Reforzado

AASHTO		NCMA	
Tamaño	% que pasa	Tamaño	% que pasa
4"	100	4"	100-75
No. 4	-	No. 4	100-20
No. 40	0-60	No. 40	0-60
No. 200	0-15	No. 200	0-35
Requerimientos de		Requerimientos de plasticidad	
PI	< 6	PI	< 20

Fuente: Design Manual for Segmental Retaining Walls. NCMA, 1997.

AASHTO y NCMA recomiendan que el tamaño máximo de las partículas se limita a $\frac{3}{4}$ de pulgada para refuerzos con geosintéticos a menos que se haya realizado una verificación para evaluar el daño por instalación. Para los materiales que contienen las partículas más grandes se recomienda que la cantidad de este material sea inferior a 5% de la gradación general.

- ***Peso específico del Material y Características técnicas de Compactación para el relleno reforzado.***

El peso específico del material de relleno reforzado, depende de los procedimientos de compactación especificadas, los requisitos de densidad mínimos, la gradación del material y otros factores. Con los tipos de materiales especificados típicos y los requisitos de compactación habituales, el peso húmedo específico esta normalmente en el rango de 1.60ton/m³ a 2.10ton/m³. La verificación de este valor se realiza aplicando la prueba de Proctor modificado (ASTM D698 o AASHTO T99) que especifica que la densidad debe del 95%, al menos Densidad Seca Máxima. Según AASHTO T99, el contenido de humedad debe estar entre +2% a -1% del volumen de humedad óptimo (no superior a 2% húmedo, y al menos al 1% de secado del valor óptimo). En nuestro país, el ensayo de Compactación Proctor Modificado (ASTM D1557 o AASHTO T180) tiene un uso generalizado, para la cual los fabricantes de geomallas recomiendan una compactación al 90% de la densidad seca máxima.

- ***Parámetros de fuerza para materiales del relleno reforzado***

Los parámetros de fuerza utilizado en el diseño de todas las estructuras de MSEW es el ángulo de fricción interna (ϕ'). El ángulo de fricción es un buen indicador para el tipo del suelo y la clasificación del material. Por lo general se prefieren los

materiales granulares para el relleno reforzado antes que las arenas y arcillas por las siguientes razones:

1. Fuerza Superior.
2. Una buena trabazón con la geomalla de refuerzo.
3. Excelentes características de drenaje.
4. Mínimo riesgo a largo plazo de falla por fluencia.
5. Más fácil de compactar.

En la mayoría de las veces en las fases de diseño preliminares dentro de un proyecto hay carencia de información de una prueba específica o información en las especificaciones del proyecto con respecto al ángulo de fricción del material. Puede asumirse que el ángulo de fricción mínimos de acuerdo a la siguiente Tabla N°04 de la NCMA (1997):

Tabla N° 04: Datos de ángulo de fricción para uso en diseños preliminares.

CLASIFICACIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN
Limo (no plástico)	26-30°
Arena fina media uniforme	26-30°
La Arena bien-graduada	30-34°
Arena y grava media	32-36°

Fuente: Design Manual for Segmental Retaining Walls. NCMA (1997).

2.2.1.2.5. Relleno Retenido.

El relleno retenido es un material que se encuentra inmediatamente después del relleno estabilizado mecánicamente. No hay requisitos especiales para este suelo como si tuviera el relleno reforzado. Éste material es generalmente el material del área “in situ” y suele ser un relleno de baja calidad en comparación con el suelo utilizado en el área de refuerzo.

2.2.1.2.6. Suelo de Fundación.

En este caso es el suelo sobre el cual se apoya la base del paramento y la cimentación del relleno reforzado. La determinación de las propiedades de ingeniería para estos suelos de fundación debe centrarse en la capacidad portante, el asentamiento potencial, y la ubicación de niveles de aguas subterráneas.

Por lo general consisten en los mismos materiales y los mismos parámetros de diseño se utilizan para el suelo retenido. Una diferencia importante entre el suelo de fundación y el suelo retenido son que el parámetro de cohesión de la primera se puede usar directamente en el análisis de la cimentación.

2.2.2. Clasificación de los Suelo Reforzado.

2.2.2.1. Clasificación de los Sistemas de Suelo Reforzado según el Tipo de Refuerzo.

Los sistemas de Muros de Suelo Mecánicamente Estabilizado (MSEW) están clasificados por la geometría de sus refuerzos, mecanismos de transferencia de esfuerzos, material de refuerzo, extensibilidad de los materiales de refuerzos, el tipo de cara o paramento y enlaces según la Federal Highway Administration en su publicación FHWA-NHI-00-043.

a) Clasificación por la Geometría del refuerzo.

- **Unidireccional simple**, se centra en tiras o cintas de acero lisas, textura das o con coberturas de geosintéticos.
- **Unidireccional compuesta**, usa mallas o barras entrelazadas que se caracterizan porque las longitudes de las aberturas son mayores a 150mm.
- **Bi-direccional plana**, formado por láminas continuas de geosintéticos, mallas electro soldadas o tejidas de acero. Estas mallas se caracterizan porque las longitudes de las aberturas del refuerzo son menores a 150mm.

b) Clasificación por el Tipo de Material de refuerzo.

- **Sistemas con Refuerzos Metálicos**, donde el refuerzo por lo general es de acero dulce. El acero por lo general es galvanizado o está recubierto con una capa de epóxico.
- **Sistemas con Refuerzos No Metálicos**, son donde sus refuerzos son generalmente de materiales poliméricos los cuales están compuestos por polipropileno, polietileno o poliéster.

El rendimiento y durabilidad para estas dos clases de refuerzo varían considerablemente entre ellos, para el primer caso crítico es la corrosión, mientras que la segunda es la degradación química y biológica.

c) Clasificación por la Extensibilidad del Refuerzo.

Sistemas con Refuerzos Extensibles, donde la deformación del refuerzo está en la falla y esta es comparable o aún más grande que la deformabilidad del suelo. Esto significa que el refuerzo se encuentra en la superficie del contacto con el suelo.

Sistemas con Refuerzos Inextensibles, donde la deformación del refuerzo en la falla es lo más mínimo que la deformabilidad del suelo. El refuerzo es lo suficientemente rígido como para no acompañar la superficie de contacto con el suelo y mantener su forma original.

2.2.2.2. Clasificación de los Sistemas de Suelo Reforzado según el Parámetro Externo.

Los tipos de elementos de fachada utilizados en los diferentes sistemas de MSEW controlan su estética ya que son las únicas partes visibles de la estructura final, por esta razón se suministra a la estructura de una diversidad de acabado y colores, al mismo tiempo que sirve como protección contra la pérdida de relleno reforzado y erosión del paramento

entre las líneas de refuerzo. El tipo de cara del MSEW también define la tolerancia a los asentamientos. Los tipos principales de acabados son:

a) Paneles de Concreto Prefabricado.

Cuyas ilustraciones se muestran en la Figura N° 20. Los paneles de concreto prefabricado tienen un grosor mínimo de 140mm y son de geometría cruciforme, cuadrada, rectangular o hexagonal. También requieren refuerzo de tensión y temperatura, pero varían con el tamaño del panel. Las unidades contiguas verticalmente generalmente están conectadas con pasadores o pines de alta resistencia al corte.



Figura N° 20. Muro de Suelo Reforzado con Paneles de Concreto.
Obra del Intercambio Vial Sur, que comunica el Cono Sur de Lima
Metropolitana en Villa El Salvador.

b) Bloques de Concreto.

Estas son unidades de concreto relativamente pequeñas, especialmente desarrolladas y preparadas para aplicaciones en muros de contención. El peso de estas unidades está entre 15 a 50Kg, y también con unidades de entre 35 a 50Kg generalmente para aplicaciones en proyectos de carreteras. Estas unidades tienen una altura que va entre 100 a 200mm. La cara expuesta tiene una longitud que usualmente varía de 200 a 450mm. El ancho nominal

de estas unidades (dimensión perpendicular a la cara del muro) presenta rangos de 200 a 600mm. Estas unidades pueden ser fabricadas de manera sólida o hueca. Estas unidades no necesitan de mortero alguno y son apiladas una tras otra siguiendo la configuración de un muro de “soga”. Verticalmente estas unidades pueden estar conectadas por pines, conectores o llaves de gran resistencia al corte. Un ejemplo se muestra en la Figura N° 21.



Figura N° 21. Muro de Suelo Reforzado con Bloques de Concreto.
By Pass Av. Quilca con Av. Faucetten la Vía Expresa del Callao.

c) Parámetro Metálico.

Viene a ser un sistema original de suelo reforzado y se presenta como fachada con unas láminas de acero galvanizado en forma de semicilindros. Aunque las losas de hormigón prefabricados hoy en día son utilizadas generalmente en los refuerzos de muros de suelo reforzado, placas metálicas pueden ser adecuadas en estructuras en donde hay dificultad de acceder o falta de espacio para manipular por ende se necesitan fachadas más ligeras.

d) Fachada de Geosintético.

Para esta aplicación se pueden usar varios tipos de geosintéticos como son los: geotextiles, geomallas biaxiales, geo mantas, biomantas, etc., los cuales son puestos donde forman envolturas alrededor de la fachada entre capas de refuerzo para formar la cara establecida de los

muros de contención. Estas fachadas están muy inclinadas a reducir los rayos ultravioletas, el vandalismo y los daños causados por el fuego. Alternativamente se pueden utilizar geomallas con geo mantas, al ser envuelta estas de la misma manera, produce un crecimiento de la vegetación proporcionando así la protección necesaria contra los rayos ultravioleta (UV) y una mejor integración con el medio ambiente (**Figura N° 22**).



Figura N° 22. Talud Reforzado con Geomalla. Km. 17 Carretera a Yanacocha, Perú (TDM, 2003)

e) Mallas Electrosoldadas.

Un alambre de la malla se puede plegar hacia arriba formando una “L” para formar la cara de la estructura, en la que algunos materiales geosintéticos se depositan como geomallas biaxiales o geo mantas para controlar la erosión y la pérdida de material entre las líneas de refuerzo (Figura N° 23).



Figura N° 23. Muro con fachada de mallas electro soldadas. Mina San Martín, Honduras (Tensar, 2000).

f) Paramento de Gaviones.

Los gaviones (cajas de alambres son doblemente tensionadas y rellenas con piedra) estas pueden ser utilizadas como paramento con elementos de refuerzo que puede ser colas de la misma malla hexagonal a doble torsión de los gaviones, malla electro soldada, barras metálicas, geomallas o geotextiles (Figura N° 24).



Figura N° 24. Muro de Suelo Reforzado con Paramento de Gaviones, 22.5m de alto. Mina Alto Chicama, La Libertad. Perú.
(Centurión, 2005)

2.2.3. Teoría de Muros De Contención

Los muros de contención son estructuras que debe resistir las presiones laterales o empujes producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad debe ser vascamente su propio peso y el peso del material que está sobre su fundación. Los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base.

Por lo general estos muros tienen la función principal de resistir las presiones laterales o empujes producidos por el material retenido detrás de ellos como pueden ser terrenos naturales, así como rellenos artificiales. Además, la estabilidad de los muros se debe principalmente al peso propio y al peso del material que se colocara sobre la fundación.

2.2.3.1. Muro de Contención de Concreto Armado (Muro en Voladizo)

Estos tipos de muro resisten los empujes laterales de la presión del terreno, por medio del voladizo de un muro vertical y una base horizontal. Se proyecta un muro para resistir los momentos de flexión y la cortante debidos al empuje del terreno. En primer lugar, se pre dimensiona el muro en su totalidad, entonces se establece las características geométricas reales de la losa de base para cumplir con los requisitos de: "Resistencia a la volcadura, Deslizamiento y Asentamiento".

En general, el muro de este tipo se hace más gruesa que la necesaria en la parte inferior con el propósito que la sección adoptada, alcance satisfacer el esfuerzo de corte y el diseño equilibrado. El Talón y la punta de la base están proyectadas como voladizos soportados por el muro, el peso del suelo tiende a doblar el talón hacia abajo en un sentido contrario de una "resistencia pequeña" de la presión del suelo bajo la base, por el contrario, la presión ascendente del suelo tiende a doblar la punta hacia arriba, por ello para el Talón el acero principal se pone cerca de la parte superior y para la punta, cerca de la parte inferior.

El muro está construido desde la base, una cuña se forma por lo general en la parte superior de la base para evitar así que el muro se deslice, además se dejan espigas salientes en la base para atarlas el muro a ellas (a razón de una espiga por varilla del muro); las espigas pueden prolongarse para que también sirvan como refuerzo del muro.

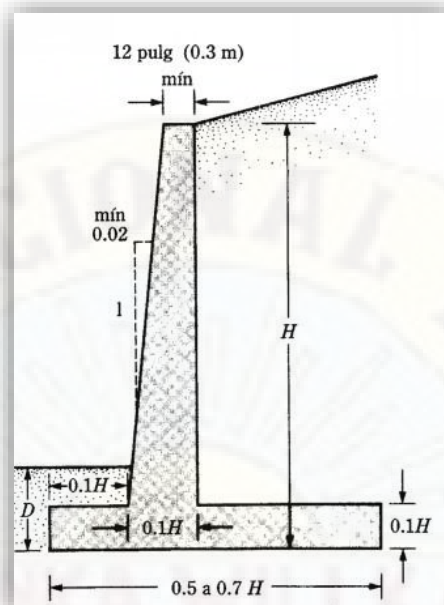


Figura N° 25: Detalle muro de contención concreto armado

Fuente: Libro Principio de Ingeniería De Cimentaciones Braja M. Das

2.2.3.2. Equilibrio Estructural

Las fuerzas desarrolladas en la cimentación debido a la reacción en las caras del muro y la respuesta del muro de contención a las cargas aplicadas deben de tener en cuenta para satisfacer las condiciones de equilibrio estático. La combinación de las cargas estáticas verticales y horizontales aplicadas es semejante a una fuerza resultante inclinada R , la cual es balanceada por una fuerza resultante de reacción equivalente y opuesto R' , producto de las reacciones verticales y horizontales de la cimentación. Las condiciones esenciales de equilibrio estructural y a su estabilidad pueden resumirse como:

$$\sum H = \sum V = 0$$

Las ecuaciones representan la suma de todas las fuerzas horizontales y verticales activas y reactivas. Las cuales determinan que no hay movimiento de traslación posible.

$$\sum M = 0$$

Esta ecuación representa la suma de los momentos de dichas fuerzas con respecto a cualquier punto del plano. Esta igualdad restringe cualquier movimiento de rotación, como al vuelco. Al evaluar todas las condiciones de carga incluyendo la condición cuando el cauce de río se encuentra en épocas de estiaje, el perfil debe de mostrar un margen de seguridad aceptable con respecto a:

- Rotación y vuelco.
- Traslación y deslizamiento.

2.2.3.2.1. Estabilidad del Muro Al Vuelco

El vuelco de un perfil de un muro de contención en muros de concreto armado en voladizo, es en sentido estricto, un modo de inestabilidad poco realista. Los momentos de vuelco como las de la carga del agua, etc., por lo tanto controlan los niveles de esfuerzos internos, resultando, por lo tanto, el modo de vuelco ligado muy de cerca a posibles sobre esfuerzos, es decir, a medida que se reduce el margen de seguridad nominal contra el vuelco, los esfuerzos de compresión generados en el pie aguas abajo aumentaran rápidamente y los esfuerzos de tensión en el talón aguas arriba iniciaran un agrietamiento local que puede propagarse, produciendo una reducción en la resistencia al deslizamiento.

$$FS_{Volteo} = \frac{\sum M_R}{M_O}$$

2.2.3.2.2. Estabilidad del Muro al Deslizamiento

La estabilidad al deslizamiento es una función del patrón de carga y la resistencia al desplazamiento de traslación que pueda generar en cualquier plano. En términos convencionales se expresa en función del factor de seguridad contra el deslizamiento, F_s .

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{(\sum V) \tan(k_1 \phi_2) + Bk_2 c_2 + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General:

- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

2.3.2. Hipótesis Específicos:

- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”
- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

2.4. Definición de Términos

Abrasión. Es el desgaste mecánico de agregados y rocas que resultan de la fricción y/o impacto.

Acero. Es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y que se obtiene con el temple una gran dureza y elasticidad.

Acero corrugado. Es utilizado para armar hormigón armado y cimentaciones de obra pública y civil, es un acero laminado, está formado por barras de acero que presentan resaltos o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón, esta barra permite que no sufra daños al momento de cortarlo y doblarlo.

Berma. Son franjas longitudinales, paralelas y adyacentes a la superficie de la carretera, que son útiles como confinamiento de la capa de rodadura y es usada como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Biaxial. Es un tipo de geomallas con estructuras bidimensionales que son fabricados con polímero, de características uniformes, producto de un proceso de extrusión generalmente y luego estiradas de forma longitudinal y transversal.

Bolonería. Fragmento rocoso, generalmente redondeado por agentes atmosféricos o abrasiones, con un tamaño promedio de más de 4" (100mm).

Calzada. Ver definición de Superficie de rodadura.

Carretera. Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes.

Cohesión. Es la resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

Concreto. Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se incorporará aditivos para mejorar sus propiedades de comportamiento.

Densidad. Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Estudios Básicos de Ingeniería. Es un documento técnico que forma parte del estudio final y contiene al menos lo siguiente: tráfico; topografía; suelos; canteras y fuentes de agua; hidrología y drenaje; geología y geotecnia.

Geotextil. Tela permeable, flexible y de fibra sintética que se emplea en contactos con suelos y otros materiales para diversos propósitos, en base a

su resistencia mecánica a la perforación y tracción y a su capacidad drenante.

Geosintético. Material sintético que interactúa con el suelo para mejorarlo. Resulta ser un producto planar de material polimérico utilizado en contacto con: suelos, rocas, tierra u otro material relacionado con la ingeniería geotécnica.

Geomalla. Es un material geosintético el cual consiste de juegos de costillas paralelos conectados, con suficientes aberturas de tamaño el cual permite la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante.

Geomalla Uniaxial. Estas son estructuras bidimensionales producidas con diferentes tipos de polímeros en los que se usa generalmente un método de extrusión, seguido de un estiramiento mono direccional.

Intemperismo. Efectos producidos por la intemperie (al cielo descubierto sin techo)

Mejoramiento. Ejecución de los trabajos necesarios para aumentar el estándar de la ruta a través de actividades que involucren la modificación sustancial de la geometría y la estructura del pavimento; así como la construcción y/o idoneidad de puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones requeridas.

Metrado. Es la cuantificación detallada de las partidas de las actividades a realizar o ejecutar en una obra.

Muro. Es una estructura que es destinado a garantizar la estabilidad de los elementos que constituye la vía, de acuerdo con su función, se denominan: de contención, sostenimiento o soporte, encauzamiento y otros.

Muro de contención. Se llama muro a un tipo de estructura de contención rígida, la cual debe contener algún material, generalmente suelo.

Refuerzo. Es todo material que se incluye dentro del relleno reforzado donde la transferencia de esfuerzos suelo – inclusión ocurre continuamente a lo largo de toda su estructura.

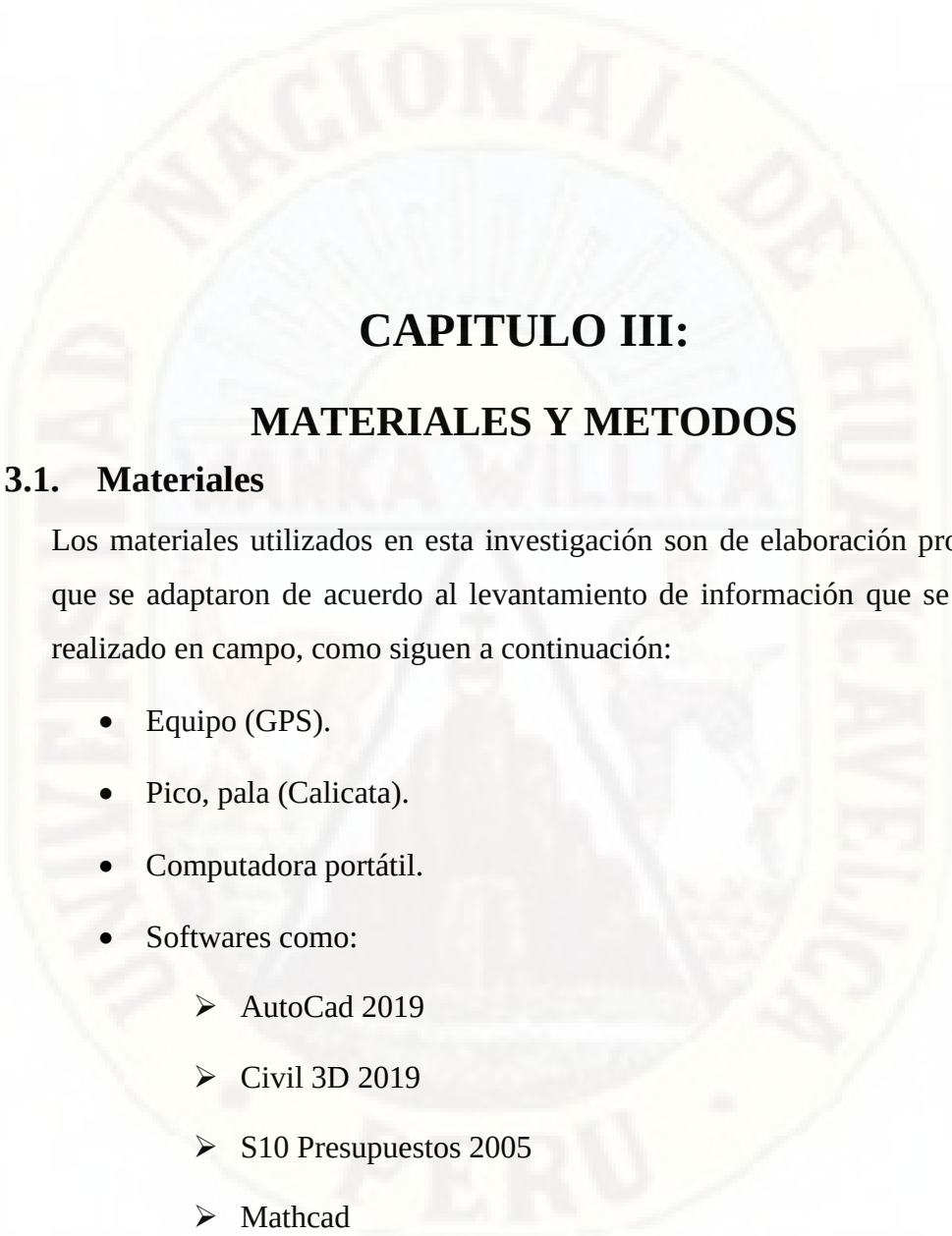
Rehabilitación. Es la implementación del trabajo necesario para la devolución de la infraestructura vial a sus propiedades originales y adaptarla a su nuevo periodo de servicio; que se designan principalmente a la reparación y/o ejecución del pavimento, puentes, túneles, obras de drenaje, si fuera el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otras áreas.

Talud. Superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente la estructura de tierra.

Superficie de Rodadura. Plano superficial del pavimento que soporta directamente las cargas del tráfico.

2.5. Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 1: Suelo reforzado con geomalla.	Diseño de muro de suelo reforzado con geomalla y muro de contención de concreto armado (muro en voladizo).	Dar una alternativa más óptima en lo técnico y económico en la selección de muros de contención para la zona de estudio.
Variable 2: Muro de Contención de Concreto Armado. (Voladizo)	Estudio y evaluación de ventajas técnicas y económicas de muro reforzado con geomalla y muro de contención de concreto armado (muro en voladizo).	El muro de contención debe satisfacer la evaluación comparativa tanto técnico y económicamente.



CAPITULO III:

MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

Los materiales utilizados en esta investigación son de elaboración propia, que se adaptaron de acuerdo al levantamiento de información que se han realizado en campo, como siguen a continuación:

- Equipo (GPS).
- Pico, pala (Calicata).
- Computadora portátil.
- Softwares como:
 - AutoCad 2019
 - Civil 3D 2019
 - S10 Presupuestos 2005
 - Mathcad

3.1.1. Ámbito de Estudio.

El estudio de la Investigación a realizar se llevará a cabo en la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay, desde el km 4+475 – 4+510.



Figura N° 26: Vista Panorámica del Área de Estudio.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación es de **TIPO APLICADA** que permite comprender la descripción, registro, análisis e interpretación de los datos obtenidos, y su relación con los objetivos de la investigación.

3.1.3. Nivel de Investigación

Nivel de Investigación es **Correlacional-Descriptivo**

3.2. Método de Investigación

Para la realización del proyecto de tesis se utilizarán los siguientes métodos:

3.2.1. Método Deductivo

El método deductivo nos permite llegar a las aplicaciones, comprobaciones o consecuencias particulares de un principio o fin, por ello se pretende llevar a la aplicación de un caso específico, estudios previamente establecidos.

3.2.2. Método Descriptivo

Por este método describiremos todas las actividades y procedimientos secuenciales que requiere para su buen desarrollo nuestro proyecto de tesis, especificando cada una de las actividades, los recursos requeridos y avance progresivo al realizar el estudio de tesis.

3.2.3. Diseño de Investigación

Descriptivo Correlacional.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población:

Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay.

3.3.2. Muestra:

Tramo Km. 4+475-4+510.

3.3.3. Muestreo:

Es de tipo **CRITERIAL**, porque la determinación del muro de contención donde se realizará el estudio ha sido escogida por los tesisistas en función a las facilidades encontradas, como financiamiento, aceptación de los vecinos, etc.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Procedimiento de Recolección de Datos (Revisión De Documentos)

Se tendrá que realizar una selección de información existente, además se tendrá que revisar libros que involucren temas relacionados con la investigación con el fin de obtener datos confiables y absolutamente necesarios.

3.4.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Análisis y recopilación documental	• Guías, libros, fichas, revistas y artículos científicos
Observación	• Ficha de Observación • Juicio de expertos

Tabla N° 5: Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Al realizar los estudios y cálculos se obtendrá datos cuantificables, con los cuales se realizará el estudio.

Para ello utilizaremos software tales como Excel 2016 para las hojas de cálculo, S10 Presupuestos 2005, AutoCAD 2019, Civil 3D 2019.

Al interpretar los datos y para precisar las propiedades y rasgos encontrados en los resultados obtenidos del estudio realizado se hará cualitativamente.



CAPITULO IV:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de Datos

4.1.1. Aspectos Generales

Para el proyecto de tesis de estudio y evaluación comparativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de concreto armado para la estabilización de taludes de carreteras, se tomaron los datos del proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”, específicamente en el tramo Km 4+475 - 4+510 cuya longitud es de 35m, el proyecto mencionado consta de un asfaltado de 73+450 Km, ancho de calzada es de 6.60m y berma lateral de 0.60m, con los cuales se hizo los estudios básicos de ingeniería.

Para nuestro proyecto de tesis se plantea como alternativas al Muro en voladizo de Concreto Armado y el Muro de Suelos Reforzados con Geomalla. Para realizar los análisis de costos unitarios y el cálculo del presupuesto de las dos alternativas mencionadas se asumió las siguientes consideraciones:

- Los muros tienen una altura de 3 m.
- Las dos estructuras se analizan con las mismas condiciones de ubicación topográfica.
- Se analizarán para las mismas condiciones de cimentación, lo cual quiere decir con las mismas propiedades.

- Par el suelo reforzado el relleno es material de préstamo considerando una distancia media de 1.5 km.

Para los costos de mano de obra que se intervendrá en la ejecución de cada uno de las partidas es la que maneja el Gobierno Regional de Huancavelica la cual está vigente hasta la actualidad el cual es:

- Operario: s/ 19.18
- Oficial: s/ 15.90
- Peón: s/ 14.30

4.1.2. Muro de Suelo Reforzado con Geomalla

4.1.2.1. Diseño Muro de Suelo Reforzado con Geomalla

El procedimiento para el diseño de iterativo de un muro de suelo reforzado con geomalla, comprende lo siguiente:

- Definir la geometría del muro.
- Establecer las propiedades del suelo
- Definir las acciones permanentes y variables
- Evaluar la estabilidad interna del muro
- Diseñar las conexiones refuerzo/paramento
- Realizar el análisis en estados límites de servicio (SLS)
- Examinar la geometría y los elementos.

4.1.2.2. Definición Geométrica, y Propiedades del suelo.

Geometría del muro:

$$H = 3 \text{ m}$$

$$S = 0 \text{ m}$$

$$d = 0 \text{ m}$$

$$\theta = 90^\circ$$

Relación de talud horizontal y vertical

$$X_1 = 2 \quad Y_1 = 0$$

Propiedades del suelo

Acciones externas:

$$q = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 24 \text{ kPa}$$

Suelo de relleno reforzado

$$\gamma_r = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\phi_r = 34^\circ$$

$$c_r = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Suelo de relleno retenido

$$\gamma_b = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\phi_b = 34^\circ$$

$$c_b = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Suelo de Fundación

$$\gamma_f = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\phi_f = 34^\circ$$

$$c_f = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dimensiones Mínimas De Refuerzo:

Tabla N°6. Valores típicos para el cumplimiento mínimo de la longitud del refuerzo (FHWA NHI-10-024, 2009)

Caso a Analizar	Valor mínimo para la relación L/H
Carga estática, superficie horizontal y sobrecarga de trafico	0.7
Muro con talud de coronación	0.8
Muro sujeto a fuerte actividad sísmica	0.80 a 1.10

En esta tabla de valores típicos se recomienda utilizar una longitud mínima de refuerzo, de 0.80 H para este caso en particular:

$$L := 0.8; H = 2.4 \text{ m}$$

4.1.2.3. *Calculo de las Acciones Características para la Estabilidad Externa*

I. Calculando el Empuje de Tierra:

Empuje ejercido por el relleno retenido y empuje debido a sobrecarga.

- 1) Se calcula el empuje de tierras, de acuerdo a los establecido en la FHWA-NHI-10-024.

$$h = L \cdot \tan(\beta) + H = 3 \text{ m}$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$I = \text{atan}\left(\frac{S}{2 \cdot H}\right) = 0^\circ$$

- 2) Determinar el valor del ángulo de fricción de la interface δ :

La FHWA establece que para este caso en particular (FHWA-NHI-0025,2009)

$$\delta = \frac{2}{3} \phi_b = 26.667^\circ$$

- 3) Determinar el coeficiente de empuje activo horizontal del relleno retenido.

$$\Gamma = \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_b + \delta)\sin(\phi_b - I)}{\sin(\theta - \delta)\sin(\theta - I)}} \right)^2 = 3.286$$

$$K_{ab} = \frac{\sin(\theta + \phi_b)^2}{\sin(\theta)^2 \sin(\theta - \delta) \Gamma} = 0.2$$

- 4) Determinar la resultante del empuje del relleno retenido F_T

$$F_T = \frac{1}{2} \gamma_b h^2 K_{ab} = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 5) Determinar la componente horizontal F_H y la componente vertical del empuje activo F_v

$$F_H = F_T \cos(I) = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_V = F_T \sin(I) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 6) Determinar el empuje debido a la carga uniforme de tráfico q :

$$q = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 24 \text{kPa}$$

$$F_2 = K_{ab} q n h = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{H2} = F_2 \cos(I) = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_{V2} = F_2 \sin(I) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 7) Cargas verticales debidas al peso propio del relleno reforzado V_1 y la carga debida al peso del talud en coronación V_2

$$V_1 = \gamma_r H L = 129.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_{V2} = \frac{1}{2} \gamma_r L (h - H) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.1.2.4. Definición de las Combinaciones de Acciones, Factores de Carga y Factores de Resistencia.

La FHWA NHI-10-025 (2009) establece que la configuración geométrica de este muro corresponde a un "muro simple" (no es un estribo), por lo que, para realizar el diseño solo se requiere calcular para el estado ultimo de Resistencia I. Este estado da la combinación de cargas críticas para el diseño. A continuación, se adjunta las tablas con los coeficientes parciales que se deben usar.

Tabla N°7. Factores parciales aplicarse a las acciones.

Combinación de Carga	Factores de Carga			
	EV	EH	ES	LS
Resistencia I (máximo)	1.35	1.50	1.50	1.75
Resistencia I (mínimo)	1.00	0.90	0.75	-
Servicio I	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla N°8. Factores parciales aplicarse a la resistencia.

Mecanismo de Estabilidad	Factor de Resistencia
Capacidad soportante	$\phi_b=0.65$
Deslizamiento	$\phi_s=1.00$
Resistencia a la tracción (caso estático)	$\phi_t=0.90$
Resistencia al arrancamiento (caso estático)	$\phi_p=0.90$

4.1.2.5. Evaluar la Estabilidad Externa.

I. Evaluación del Deslizamiento.

- 1) Calcular el empuje horizontal por ancho unitario de muro.

En el apartado 2 se determinó el valor de la componente horizontal del empuje de tierras FH y el valor de la componente horizontal del empuje dado por la sobrecarga externa (q) F2. Sus valores se muestran a continuación:

$$F_H = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{H2} = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 2) Calcular la fuerza horizontal mayorada P_d , necesaria para evaluar el deslizamiento por la base.

Para el cálculo de la fuerza mayorada, es necesario aplicarle los coeficientes parciales correspondientes que se obtienen de la tabla proporcionada en el apartado 2 de este ejemplo.

$$\gamma_{EH.MAX} = 1.50$$

$$\gamma_{EH.MAX} = 1.75$$

$$P_d = \gamma_{EH.MAX} \times F_H + \gamma_{LS} \times F_{H2} = 49.462 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 3) Determinar las propiedades críticas de fricción en la base.
(Coeficiente de fricción μ):

Asumir que la falla crítica por deslizamiento ocurre a través del suelo de fundación. Por lo tanto, la propiedad friccional es:

$$\mu = \tan(\phi_f) = 0.839$$

- 4) Calcular la resistencia minorada por ancho unitario de muro
Para el cálculo de la resistencia minorada es necesario aplicar los coeficientes parciales correspondientes de la tabla 3.2 proporcionada en el apartado 2 del ejercicio. Para las cargas verticales debidas al peso del suelo debe utilizarse el factor mínimo EV-MIN. Mientras que, para las cargas verticales debidas al empuje de tierras deben utilizarse los factores máximos para ser consistentes con la metodología.

$$\gamma_{EV.MIN} = 1$$

$$\gamma_{EH.MAX} = 1.50$$

$$\gamma_{LS} = 1.75$$

$$V_1 = 129.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_V = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_2 = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{V2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\begin{aligned} R_T &= (\gamma_{EV.MIN} \times (V_1 + V_2) + \gamma_{EH.MAX} \times F_V + \gamma_{LS} \times F_{V2}) \times \mu \\ &= 49.462 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned}$$

5) Calcular la razón de la capacidad de demanda CDR.

$$CDR_s = \frac{R_r}{P_d} = 2.199$$

$$CDR_s > 1$$

Evaluación CDR.s “Longitud de refuerzo L es adecuada”

II. Evaluación del Límite de la Excentricidad.

1) Se debe calcular la excentricidad mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{\text{Sum}M_D - \text{Sum}M_R}{\text{Sum}M_V}$$

SumM_D: Sumatoria de momentos desestabilizadores (mayorados) en el centro de la base del muro. (L/2)

SumM_R: Sumatoria de momentos resistentes (minorados) en el centro de la base del muro.

SumV: Sumatoria de fuerzas verticales.

De acuerdo a la figura y la ecuación anterior, se calcula la excentricidad **e**:

$$e = \frac{\gamma_{EH.MAX}F_H \left(\frac{h}{3}\right) + \gamma_{LS}F_{H2} \left(\frac{h}{2}\right) - \gamma_{EH.MAX}F_V \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{LS}F_{V2} \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{EV.MIN}V_2 \left(\frac{L}{6}\right)}{\gamma_{EV.MIN}V_1 + \gamma_{EV.MIN}V_2 + \gamma_{EH.MAX}F_V + \gamma_{LS}F_{V2}}$$

$$e = 0.479 \text{ m}$$

2) Verificar que la excentricidad e está dentro del medio de la mitad de la base.

$$e \leq \frac{L}{4}$$

Donde:

$$\frac{L}{4} = 0.6 \text{ m}$$

Verificación_{excentricidad} = Excentricidad adecuada

III. Evaluación de la Capacidad Portante.

- 1) Calcular la excentricidad con que actúa la presión vertical en la base del muro, la que no es la misma excentricidad e calculada en el apartado II, ya que para el cálculo de se utilizan los factores máximos en lugar de los mínimos.

De la tabla proporcionada en el apartado 2 y del cálculo de fuerzas se conoce que:

$$\gamma_{EV.MAX} = 1.35 \quad F_H = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_{V2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{EH.MAX} = 1.35 \quad F_{H2} = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad V_2 = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Nótese que la fórmula de la excentricidad es la misma, lo único que cambia es $\gamma_{EH.MIN}$ por $\gamma_{EV.MAX}$

$$e_b = \frac{\gamma_{EH.MAX} F_H \left(\frac{h}{3}\right) + \gamma_{LS} F_{H2} \left(\frac{h}{2}\right) - \gamma_{EH.MAX} F_V \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{LS} F_{V2} \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{EV.MAX} V_2 \left(\frac{L}{6}\right)}{\gamma_{EV.MIN} V_1 + \gamma_{EV.MAX} V_2 + \gamma_{EH.MAX} F_V + \gamma_{LS} F_{V2}}$$

$$e_b = 0.355 \text{ m}$$

- 2) Calcular el esfuerzo vertical mayorado $q_{v.f}$ que actúa en la base asumiendo una distribución tipo de Meyerhof según sea el caso.

$$q_{v.f} = \frac{\gamma_{EV.MAX} V_1 + \gamma_{EV.MAX} V_2 + \gamma_{EH.MAX} F_V + \gamma_{LS} F_{V2}}{L - 2e_b}$$
$$q_{v.f} = 103.486 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- 3) Determinar la carga de hundimiento mediante la siguiente expresión:

$$q_n = c_f N_c + 0.5 L' \gamma_f N_\gamma$$

Dado que $\phi_f = 30$, de la tabla 8 proporcionada en la sección 5.3.3 se obtiene que:

$$N_c = 30 \quad N_\gamma = 22.40$$

Donde:

$$L' = L - 2e_b = 1.691 \text{ m}$$

Recuérdese que: $c_f = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$q_n = c_f N_c + 0.5 L' \gamma_f N_\gamma = 340.838 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Finalmente, se determina la resistencia al hundimiento minorada, utilizándose un coeficiente parcial de minoración (tabla 8 de este problema) de $\phi = 0.65$

$$q_r = \phi q_n = 221.544 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- 4) Verificar que la resistencia minorada es mayor que el esfuerzo vertical mayorado.

$$q_r \geq q_{v.f}$$

Se tiene que:

$$q_{v.f} = 103.486 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Verificación_{capacidad portante} = Suficiente

4.1.2.6. Evaluar la Estabilidad Interna.

I. Seleccionar las Geomallas de Refuerzo. (GG).

Las geomallas de refuerzo que serán utilizadas para el diseño, corresponden a un mismo tipo de geomalla (uniaxial) pero con dos diferentes grados de resistencias, ello de acuerdo al fabricante (TensarCorp).

GG1

$$T_{ult1} = 70 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

GG2

$$T_{ult1} = 144 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

GG: Geomallas

II. Definir el Espaciamiento Vertical del Refuerzo y el Numero de Capas.

Se debe considerar que el espaciamiento máximo recomendado es de 0.50 m. Sin embargo, para este diseño se ha escogido una separación vertical uniforme de:

$$s_v = 0.50 \text{ m}$$

Esta separación es compatible con el tamaño de la malla electro soldada que se utilizan para la construcción del paramento del muro. Las mallas utilizadas tienen una altura de 0.50 m, por lo que dicha medida se ajusta correctamente al sistema escogido para la configuración del paramento. Se utilizará este espaciamiento, excepto para la capa inferior que será colocada a 0.20 m del suelo de fundación para cumplir con lo expuesto en el cálculo de la estabilidad al deslizamiento (contacto suelo-suelo). debido a que el coeficiente de fricción desarrollado en la interfaz corresponde a la $\tan(\phi_f)$.

A partir del espaciamiento uniforme escogido se determinan el número de capas de refuerzo:

$$No_{\text{capas}} = \left(\frac{H - 2 \times 0.25 \text{ m}}{s_v} \right) + 1 = 6$$

III. Calcular la Máxima Tracción que Actúa en cada Capa de Refuerzo Geosintético Tmax.

Para este caso en particular, muro con talud sin talud en su coronación y sobrecarga (carga viva).

$$k_a = \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right)^2 = 0.283$$

$$\sigma_H = k_a [\gamma_r z + h_{eq}] \gamma_{EV.MAX}$$

Donde:

k_a : debe ser calculado con la fórmula de Rankine

A partir del cálculo del esfuerzo horizontal se determina la tensión máxima que actúa en cada capa de refuerzo.

$$T_{max} = \sigma_H A_{trib}$$

Siendo:

Atrib: Área tributaria, calculada a partir de la resta de $Z_{más}$ y Z_{menos} .

A continuación, se muestra el cálculo de todas las capas. En la FHWA a excepción de la capa 1 (la superior) el resto de las capas siguen el mismo procedimiento. La capa 1 introduce una particularidad y se trata del concepto de Z_{Ave} para calcular el esfuerzo. (FHWA NHI-10-025, 2009).

Capa 1:

$$Z_1 = 0.50 \text{ m}$$

$$Z_{menos1} = 0.00 \text{ m}$$

$$Z_{mas1} = Z_1 + 0.50 (Z_1 + s_v - Z_1) = 0.75 \text{ m}$$

$$S_{vt1} = Z_{mas1} - Z_{menos1} = 0.75 \text{ m}$$

$$Z_{Ave} = \frac{S_{vt1}}{2} = 0.375 \text{ m}$$

$$h_{eq} = \frac{q}{\gamma_r} = 1.333 \text{ m}$$

$$\sigma_{H1} = k_a (\gamma_r (Z_{Ave} + h_{eq}) \gamma_{EV.MAX}) = 11.736 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$T_{max1} = \sigma_{H1} S_{vt1} = 8.802 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Capa 2:

$$Z_2 = Z_1 + s_v = 1 \text{ m}$$

$$Z_{menos1} = Z_1 + s_v - 0.5s_v = 0.75 \text{ m}$$

$$Z_{mas2} = Z_1 + s_v - 0.5s_v = 1.25 \text{ m}$$

$$S_{vt2} = Z_{mas2} - Z_{menos2} = 0.50 \text{ m}$$

$$\sigma_{H2} = k_a (\gamma_r (Z_2 + h_{eq}) \gamma_{EV.MAX}) = 16.03 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$T_{max2} = \sigma_{H2} S_{vt2} = 8.015 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Capa 3:

$$Z_3 = Z_1 + 2 \cdot s_v = 1.5m$$

$$Z_{menos3} = Z_1 + 2s_v - 0.5s_v = 1.25m$$

$$Z_{mas3} = Z_1 + 2 \cdot s_v - 0.5s_v = 1.75m$$

$$S_{vt3} = Z_{mas3} - Z_{menos3} = 0.50m$$

$$\sigma_{H3} = k_a(\gamma_r(Z_3 + h_{eq})\gamma_{EV.MAX}) = 19.465 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max3} = \sigma_{H3}S_{vt3} = 9.732 \frac{kN}{m}$$

Capa 4:

$$Z_4 = Z_1 + 3 \cdot s_v = 2.0m$$

$$Z_{menos4} = Z_1 + 3s_v - 0.5s_v = 1.75m$$

$$Z_{mas4} = Z_1 + 3 \cdot s_v - 0.5s_v = 2.25m$$

$$S_{vt4} = Z_{mas4} - Z_{menos4} = 0.50m$$

$$\sigma_{H4} = k_a(\gamma_r(Z_4 + h_{eq})\gamma_{EV.MAX}) = 22.90 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max4} = \sigma_{H4}S_{vt4} = 11.45 \frac{kN}{m}$$

Capa 5:

$$Z_5 = Z_1 + 4 \cdot s_v = 2.5m$$

$$Z_{menos5} = Z_1 + 4s_v - 0.5s_v = 2.25m$$

$$Z_{mas5} = Z_1 + 4 \cdot s_v - 0.13m = 2.63m$$

$$S_{vt5} = Z_{mas5} - Z_{menos5} = 0.38m$$

$$\sigma_{H5} = k_a(\gamma_r(Z_5 + h_{eq})\gamma_{EV.MAX}) = 26.335 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max5} = \sigma_{H5}S_{vt5} = 10.007 \frac{kN}{m}$$

Capa 6:

$$Z_6 = Z_5 + 0.25m = 2.75m$$

$$Z_{menos6} = Z_1 + 5s_v - 0.37m = 2.63m$$

$$Z_{mas6} = Z_1 + 5 \cdot s_v = 3m$$

$$S_{vt6} = Z_{mas6} - Z_{menos6} = 0.37m$$

$$\sigma_{H6} = k_a(\gamma_r(Z_6 + h_{eq})\gamma_{EV.MAX}) = 28.052 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max6} = \sigma_{H6}S_{vt6} = 10.379 \frac{kN}{m}$$

Las fuerzas de tracción de todas las capas de refuerzo, de la 1 a la 6, se muestran a continuación.

$$T_{max1} = 8.802 \frac{kN}{m} \quad T_{max4} = 11.45 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max2} = 8.015 \frac{kN}{m} \quad T_{max5} = 10.007 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max3} = 9.732 \frac{kN}{m} \quad T_{max6} = 10.379 \frac{kN}{m}$$

IV. Calcular la Resistencia Minorada del Refuerzo a la Tracción Tr.

$$T_r = \phi T_{al} \quad \phi_{traccion} = 0.90$$

Donde:

T_r : Resistencia minorada del refuerzo, expresada como una fuerza por ancho unitario de geomalla.

T_{al} : Resistencia a largo plazo del refuerzo expresada como una fuerza por ancho unitario de geomalla.

ϕ : Factor parcial de minoración de la resistencia a la tracción obtenido a partir de la tabla proporcionada en el apartado 2 del ejercicio.

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{FS_{DDI} \times FS_{CR} \times FS_D}$$

Siendo:

FS_{DDI} : Factor reductor por daño por instalación.

FS_{CR} : Factor reductor por deformación por esfuerzo sostenido.

FS_D : Factor reductor que considera la durabilidad del refuerzo a largo plazo.

Viera (2011) proporciona valores típicos de estos factores de reducción:

$$FS_{DDI} = 1.05 \quad FS_{CR} = 2.6 \quad FS_D = 1$$

En el apartado 4.1.2.6 del ejercicio, se definieron dos diferentes valores de para un mismo tipo de geomalla (GG).

A continuación, se muestra el cálculo de la resistencia minorada del refuerzo tipo 1. Siguiendo el mismo procedimiento se obtienen los valores de la resistencia minorada de los refuerzos tipo 2.

GG1

$$T_{ult1} = 70 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$T_{al1} = \frac{T_{ult1}}{FS_{DDI} \times FS_{CR} \times FS_D} = 25.641 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\frac{T_{ult2}}{FS_{DDI} \times FS_{CR} \times FS_D} = 52.747 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$T_{r1} = \phi_{\text{tracción}} \times T_{al1} = 23.077 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\phi_{\text{tracción}} \times T_{al2} = 47.473 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

GG2

$$T_{ult2} = 144 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$T_{al2} =$$

$$T_{r2} =$$

V. Cálculo del Radio de Capacidad de Demanda (CDR).

Una forma de comprobar la relación $T_{maxi} \leq T_r$ es a través del cálculo del radio de capacidad de demanda CDR, el cual debe ser mayor que 1 para garantizar que el refuerzo tiene suficiente resistencia a la tracción.

$$CDR_{tr} = \frac{T_r}{T_{max}} > 1$$

Se debe escoger una geomalla (GG) que haga que el CDR sea mayor a 1, de lo contrario se producirá una falla por tracción.

$$CDR_{tr1} = \frac{T_{r1}}{T_{max1}} = 2.622 \quad CDR_{tr4} = \frac{T_{r2}}{T_{max4}} = 4.146$$

$$CDR_{tr2} = \frac{T_{r1}}{T_{max2}} = 2.879 \quad CDR_{tr5} = \frac{T_{r2}}{T_{max5}} = 4.744$$

$$CDR_{tr3} = \frac{T_{r1}}{T_{max3}} = 2.371 \quad CDR_{tr6} = \frac{T_{r2}}{T_{max6}} = 4.574$$

VI. Resistencia del Refuerzo al Arrancamiento.

Las longitudes de empotramiento disponibles y requeridas de cada uno de los elementos de refuerzo de la capa 1 a la 06 se muestran a continuación:

Longitudes de empotramiento disponibles:

$$Le1_{disp} = 1.071 \text{ m} \quad Le4_{disp} = 1.868 \text{ m}$$

$$Le2_{disp} = 1.337 \text{ m} \quad Le5_{disp} = 2.134 \text{ m}$$

$$Le3_{disp} = 1.602 \text{ m} \quad Le6_{disp} = 2.267 \text{ m}$$

Longitudes de empotramiento requeridas:

$$Le1 = 1.510 \text{ m} \quad Le4 = 0.491 \text{ m}$$

$$Le2 = 0.688 \text{ m} \quad Le5 = 0.343 \text{ m}$$

$$Le3 = 0.557 \text{ m} \quad Le6 = 0.324 \text{ m}$$

VII. Calcular el Radio de Capacidad de Demanda (CDR).

$$CDR_{arrancamiento} = \frac{Le_{i_{disp}}}{Le_i}$$

$$CDR_{arran1} = \frac{Le1_{disp}}{Le1} = 0.709 \quad CDR_{arran4} = \frac{Le4_{disp}}{Le4} = 3.804$$

$$CDR_{arran2} = \frac{Le2_{disp}}{Le2} = 1.944 \quad CDR_{arran5} = \frac{Le5_{disp}}{Le5} = 6.214$$

$$CDR_{arran3} = \frac{Le3_{disp}}{Le3} = 2.879 \quad CDR_{arran6} = \frac{Le6_{disp}}{Le6} = 7.001$$

4.1.2.7. Metrado de Muro de Suelos Reforzado con Geomalla.

Luego de realizar los respectivos cálculos del muro de suelo reforzado con geomalla y obtenido los movimientos de tierras que se requerirá,

procedemos a realizar nuestros metrados en la hoja Excel 2016 creando nuestras partidas necesarias para nuestro muro de suelos reforzado con geomalla de H=3.00 m y una L= 35.00m, cuyos resultados se muestran a continuación. La planilla de metrados completo se presenta (anexos).

HOJA DE METRADOS (MURO DE SUELOS REFORZADO)								
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01	MUROS DE TIERRA MECANICAMENTE ESTABILIZADA							
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	EXCAVACION PARA MURO MECANICAMENTE ESTABILIZADO	m3						346.61
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			346.61	
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3						159.10
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			159.10	
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	m3						199.50
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	35.00	1.90	3.00	199.50	
01.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA	m3						17.50
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	35.000		0.50	17.50	
01.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						290.07
	MOVIMIENTO DE TIERRAS - PARA MURO		1.25	346.61			433.26	
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO		-0.90	159.10			-143.19	
01.03	PARAMENTO C/MALLA ELECTROSOLDADA Y PIEDRA DE 4"-6"							
01.03.01	SUMINISTRO DE PIEDRAS DE 4" A 6"	m3						75.60
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	AREA=	0.36	75.60	
01.03.02	INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDAD	m						210.00
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00			210.00	
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2						205.80
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	0.98		205.80	
01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAXIAL	m2						567.00
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	2.70		567.00	
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL							
01.04.01	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 1	m2						252.00
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							252.00
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		3	35.00	2.40		252.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL TIPO I							
01.04.02	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3	m2						252.00
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		3	35.00	2.40		252.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3							

4.1.2.8. Costo de Muro de Suelos Reforzado con Geomalla.

Realizado los metrados, se procede a sacar el presupuesto de cada partida propuesta en el metrado con la ayuda del programa S10 Presupuestos 2005. A continuación, se muestra un resumen del costo del muro de suelos reforzado con geomalla para una H=3.00m y una L=35.00 m. El presupuesto, los análisis de costos unitarios e insumos se presenta (anexos).

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO DE SUELO REFORZADO				48,798.14
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	231.00	2.36	545.16
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	231.00	3.05	704.55
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,166.62
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCION	M3	346.61	6.31	2,187.11
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	159.10	35.73	5,684.64
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	M3	199.50	33.93	6,769.04
01.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA	M3	17.50	11.19	195.83
01.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	290.07	11.48	3,330.00
01.03	PARAMENTO C/MALLA ELECTROSOLDADA Y PIEDRA DE 4"-6"				18,261.05
01.03.01	SUMINISTRO DE PIEDRA BRUTA DE 4" A 6"	M3	75.60	65.00	4,914.00
01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	ML	210.00	39.14	8,219.40
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	M2	205.80	4.28	880.82
01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAxIAL	M2	567.00	7.49	4,246.83
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAxIAL				11,120.76
01.04.01	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 1	M2	252.00	16.67	4,200.84
01.04.02	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 3	M2	252.00	27.46	6,919.92

4.1.3. Muro de Concreto Armado (Muro en Voladizo)

4.1.3.1. Diseño Muro de Concreto Armado (muro en voladizo)

Los diseños de los muros de contención de concreto armado comprende los siguientes análisis.

- Pre dimensionamiento, para determinar las dimensiones iniciales de la estructura.
- Análisis de estabilidad contra deslizamiento y vuelco.
- Calculo para la distribución del área de acero en la estructura.

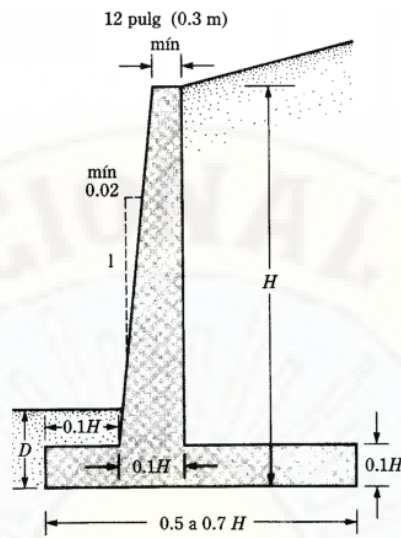


Figura N° 27: Dimensionamiento del Muro

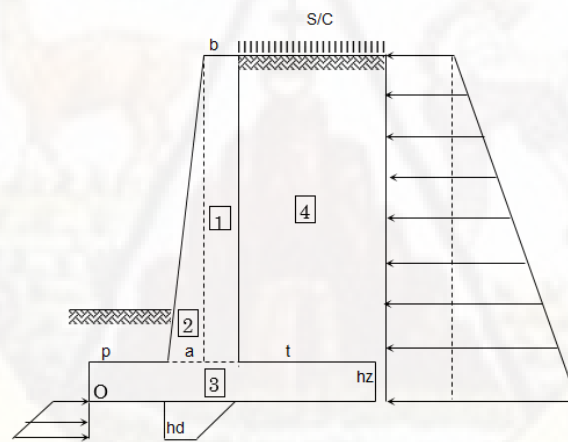


Figura N° 28: Fuerzas Actuantes en el Muro

H	H	hz	B	p	a	t	b
3.00	0.40	0.30	1.80	0.30	0.10	1.10	0.30

Tabla N° 9: Datos de Predimensionamiento de Muro de Concreto

Armado

Los diseños fueron hechos para una altura de muro de 3 m.

4.1.3.2. Parámetro del suelo para el Diseño Muro de Concreto

Armado (muro en voladizo)

Los parámetros de diseño de los suelos se presentan en la tabla adjunta.

Tabla N° 10: Resumen de Datos de Suelos empleados en el Diseño.

Suelos	Peso Unitario γ, KN/m³	Angulo de Fricción ϕ. grados	Cohesión C, KN/m²
Suelo de Fundación	18	40	12.5
Suelos de Relleno	18	34	0

Nota: el Angulo de fricción viene dado por los resultados del ensayo practicado al material, estos datos fueron sacados del proyecto.

4.1.3.3. Características del Concreto y Acero

El concreto deberá presentar una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'_c = 210 \text{ Kg. /cm}^2$ y un peso unitario de 2.4 Tn/m^3 .

El acero de refuerzo deberá presentar una fluencia de 4200 Kg/cm^2 .

El recubrimiento en la pantalla deberá ser de 4 cm, mientras que en la zapata deberá ser de 7.5 cm.

Mientras que los traslapes deberán ser 48 veces el diámetro de la varilla: $\phi 3/8''$ 46cm, $\phi 1/2''$ 61cm y $\phi 5/8''$ 76cm.

4.1.3.4. Juntas de Dilatación para Muro.

Se hará uso de planchas de poli estireno expandido $E=3/4''$, con asfalto liquido MC-30 espaciados cada 3 metros.

4.1.3.5. Cargas Actuantes y Factores de Seguridad.

Sobrecargas:

- Carga sísmica $=0.35g$
- Sobrecarga de trafico $=24 \text{ KN/m}^2$

Análisis de estabilidad:

Tabla N° 11: Resumen de Factores de Seguridad usadas en el diseño de muro de concreto armado

TIPO DE FALLA	Factor de Seguridad Estático
Deslizamiento	1.5
Volteo	2
Excentricidad	B/6
Capacidad Portante	3

4.1.3.6. Análisis de Diseño Estructural.

Los muros de contención de gravedad son estructuras frecuentemente utilizadas en la contención de desniveles de suelo en diversos tipos de obras tales como construcciones de gradas, canales, contención de taludes, encuentros de puentes, obras hidráulicas, etc.

Un muro de retención es una estructura que se construye con el objetivo de retener o suministrar cierto grado de confinamiento lateral al suelo o a otro tipo de materiales sueltos. Estos materiales retenidos o confinados aplican presiones de empuje contra el muro y lo tienden a volcar y/o deslizar. Los muros de contención son utilizados en casos por ejemplo donde hay cambios abruptos de pendiente del suelo.

El material sostenido está compuesto normalmente por un relleno que es colocado posteriormente a la construcción del muro entre éste y el macizo original. Estos, conjuntamente con eventuales sobrecargas que vengan a ser aplicadas sobre el macizo, generan las cargas que actúan sobre el muro. Por lo tanto, este debe ser dimensionado de tal forma que soporte estas cargas sin que haya una rotura o una deformación excesiva de su estructura, de su fundación o del resto del macizo de tierra.

El dimensionamiento de una estructura de este tipo, consiste en determinar las cargas (empujes) que actúan sobre la estructura de sostenimiento y luego verificar la posibilidad de ocurrencia de los diversos tipos de rotura a que el muro está sujeto.

4.1.3.6.1. Efecto Sismo.

El efecto de movimientos sísmicos es considerado a través de la adición de dos fuerzas de inercia en el equilibrio. Estas fuerzas, una horizontal H y una vertical V son calculadas multiplicándose el peso de la cuña de suelo por los coeficientes de aceleración horizontal k_h y vertical k_v . En caso que haya cargas aplicadas sobre el terraplén, son adicionadas también fuerzas de inercia para estas cargas.

Los valores de los coeficientes de aceleración son, en general, variables según cada territorio y viene usualmente indicados por normas específicas para cada país. Valores indicativos para el proyecto:

Esta aceleración sísmica horizontal k_h es el mismo factor de la zona Z considerado en la norma E.030 de Diseño sismo resistente dividido entre 2 (0.45, 0.35, 0.25 ó 0.10 para las zonas 4, 3, 2 y 1), la aceleración vertical k_v puede tomarse como $2/3 k_h$.

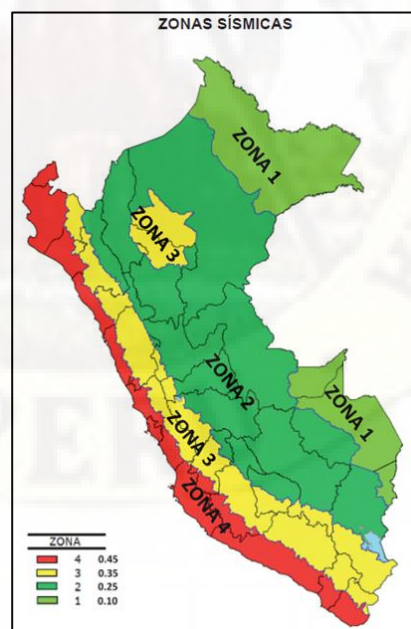


Figura N° 29: Zonas Sísmicas – RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)-Norma E030

Tabla N° 12: Tabla Factores de Zona-RNE-Norma E030

FACTORES DE ZONA	
ZONA	FACTOR DE ZONA - Z (g)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Donde los factores a tomar son:

ZONA	FACTOR Z(g)
3	0.35

$$k_h = 0.5 \times 0.35 = 0.175$$

$$k_v = 0.75 \times 0.175 = 0.13$$

4.1.3.7. *Diseño Estructural (Calculo de Capacidad Portante)*

El cálculo de capacidad portante se determinó de acuerdo a las características del suelo y considerando un cimiento tipo cuadrado.

Tabla N° 13: Tabla Factores de Carga-Terzaghi.

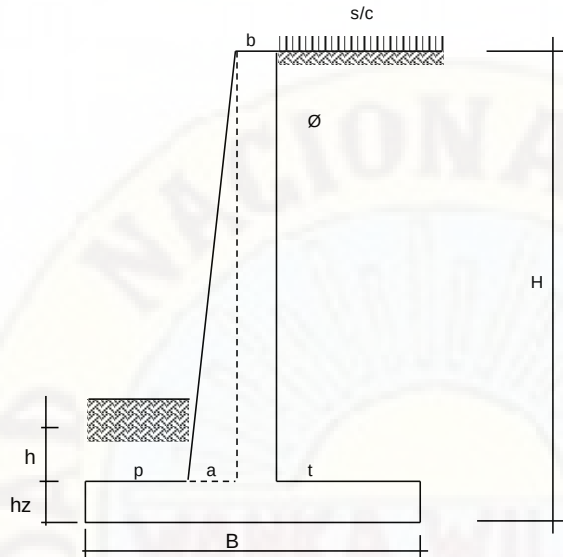
FACTORES DE CARGA			
TERZAGHI			
Ángulo Fi	Nc	Nq	Ng
0	5.7	1	0
1	6	1.1	0.01
2	6.3	1.22	0.04
3	6.62	1.35	0.06
4	6.97	1.49	0.1
5	7.34	1.64	0.14
6	7.73	1.81	0.2
7	8.15	2	0.27
8	8.6	2.21	0.35
9	9.09	2.44	0.44
10	9.61	2.69	0.56
11	10.16	2.98	0.69
12	10.76	3.29	0.85
13	11.41	3.69	1.04
14	12.11	4.02	1.26
15	12.86	4.45	1.52
16	13.68	4.92	1.82
17	14.6	5.45	2.18
18	15.12	6.04	2.59
19	16.56	6.7	3.07
20	17.69	7.44	3.64
21	18.92	8.26	4.31
22	20.27	9.19	5.09
23	21.75	10.23	6
24	23.36	11.4	7.08
25	25.12	12.72	8.34
26	27.09	14.21	9.84
27	29.24	15.9	11.6
28	31.61	17.81	13.7
29	34.24	19.98	16.18
30	37.16	22.46	19.13
31	40.41	25.28	22.65
32	44.04	28.52	26.87
33	48.09	32.23	31.94
34	52.64	36.5	38.04
35	57.75	41.44	45.41
36	63.53	47.16	54.36
37	70.01	53.8	65.27
38	77.5	61.55	78.61
39	85.97	70.61	95.03
40	95.66	81.27	115.31
41	106.81	93.85	140.51
42	119.67	108.75	171.99
43	134.58	126.5	211.56
44	151.95	147.74	261.6
45	172.28	173.28	325.34
46	196.22	204.19	407.11
47	224.55	241.8	512.84
48	258.28	287.85	650.67
49	298.71	344.63	831.99
50	347.5	415.14	1072.8

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI	
Datos:	
Profundidad de desplante, Df; (mts):	0.7
Peso Volumétrico del suelo; Gm (Ton/m3):	1.6
Cohesión del suelo, c; (Ton/m2):	1.25
Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	40.0
Ancho o Radio del cimiento; B ó R (mts):	1.8
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	1
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0
Cálculos y Resultados:	
Factores dependientes del ángulo de fricción:	
Factor de cohesión, Nc =	95.66
Factor de sobrecarga, Nq =	81.27
Factor de piso, Ng =	115.31
a) Para cimiento continuo:	
Capacidad de carga última, qc:	
$qc = c \cdot Nc + Gm \cdot Df \cdot Nq + 0.5 \cdot Gm \cdot B \cdot Ng$	
Capacidad de carga admisible; qa:	
$qa = qc / FS$	
c * Nc = 119.6	
Gm * Df * Nq = 91.0	
0.5 * g * B * Ng = 166.0	
qc, (Ton/m2) = 376.6	
qa, (Ton/m2) = 125.55	
b) Para cimiento cuadrado:	
Capacidad de carga última, qc:	
$qc = 1.3c \cdot Nc + Gm \cdot Df \cdot Nq + 0.4 \cdot Gm \cdot B \cdot Ng$	
Capacidad de carga admisible; qa:	
$qa = qc / FS$	
1.3 * c * Nc = 155.4	
g * Df * Nq = 91.0	
0.4 * g * B * Ng = 73.8	
qc, (Ton/m2) = 320.3	
qa, (Ton/m2) = 106.756	
c) Para cimiento circular:	
Capacidad de carga última, qc:	
$qc = 1.3c \cdot Nc + Gm \cdot Df \cdot Nq + 0.6 \cdot Gm \cdot R \cdot Ng$	
Capacidad de carga admisible; qa:	
$qa = qc / FS$	
1.3 * c * Nc = 155.4	
g * Df * Nq = 91.0	
0.6 * g * R * Ng = 110.7	
qc, (Ton/m2) = 357.2	
qa, (Ton/m2) = 119.1	

4.1.3.8. Cálculo de Muro Concreto Armado.

A continuación, se muestra el diseño del muro elaborado en formato Excel 2016 para una altura de 3m.

MURO DE CONTENCION TIPO VOLADIZO H = 3.00 m.



PREDIMENSIONAMIENTO:

h: altura cimentación mínima mínimo 40cm
H: altura total actuante
hz: altura de base 0.1*H
b: ancho superior mínimo 30cm
B: base 0.5 a 0.7*H
p: punta 0.1*H
t: talón

MATERIAL DE RELLENO:

Ør: 34
P. Especifico: 1835.46 Kg/m3

MATERIAL DE BASE:

Øb: 40
P. Especifico: 1835.46 Kg/m3
u: 0.607
σ = 10.68 Kg/cm2

CONCRETO:

P. Especifico: 2400 Kg/m3
f'c: 210 Kg/cm2

SOBRECARGA (s/c):

s/c: 2447.28 Kg/m2

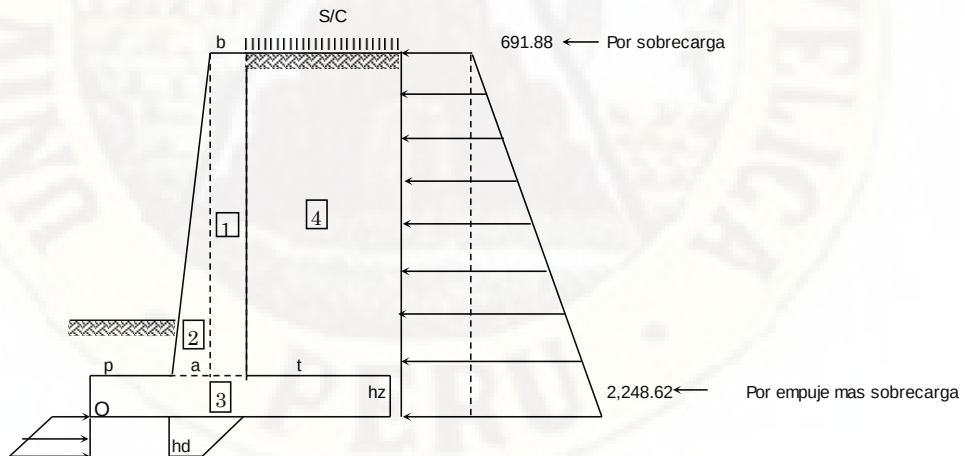
DATOS ASUMIDOS (en metros)

H	h	hz	B	p	a	t	b
3.00	0.40	0.30	1.80	0.30	0.10	1.10	0.30

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD:

Coeficiente de empuje activo según Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi_r)}{1 + \sin(\phi_r)} \quad K_a = 0.2827 \quad K_p = \frac{1 + \sin(\phi_b)}{1 - \sin(\phi_b)} \quad K_p = 4.5989$$



Tomando momentos respecto al punto O:

MOMENTO ACTUANTE:

EFEECTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO
Empuje activo	2,335.10	1.00	2,335.10
Sobrecarga	2,075.65	1.50	3,113.47
Total	4,410.75		5,448.58

FUERZA POR EMPUJE PASIVO: (En el dentellón hd)

hd asumido:	
Empuje pasivo:	0.00

MOMENTO RESISTENTE:

EFEECTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO
1	1,944.00	0.55	1,069.20
2	324.00	0.33	108.00
3	1,296.00	0.90	1,166.40
4	5,451.32	1.25	6,814.15
Sobrecarga	2,936.74	1.25	3,670.92
Total	11,952.05		12,828.67

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO:

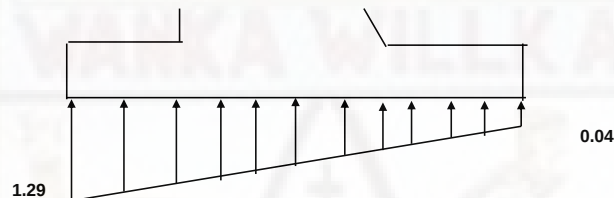
F.S.= Momento resistente / Momento actuante

F.S.= **2.35** **CONFORME****FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO:**F.S.= $u \cdot F_v / F_h$ F.S.= **1.64** **CONFORME, NO HAY NECESIDAD DE CONSTRUIR UN DENTELLON**

FALSO

F.S.= $u \cdot F_v / (F_h - \text{Fuerza empuje pasivo})$ F.S.= **1.64** **CONFORME PREVIA EJECUCION DEL DENTELLON**

Nota: No se considera el peso del dentellón en el cálculo del momento resistente, esto está del lado de la seguridad.

PRESION DEL SUELO:Punto de paso de la resultant: **0.62 m.**Excentricidad: **0.28 m.** B/6: **0.30 m.**La excentricidad debe ser menor que B/6: **CONFORME**Presión máxima en el suelo: **1.29 Kg/cm²**Presión mínima en el suelo: **0.04 Kg/cm²****Esfuerzo admisible del suelo de fundación σ_{adm}** (FScap. portante ≥ 3.00)

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS_{cap.portante}} \quad \sigma_{adm} = 3.55833333$$

Verificación de capacidad portante $\sigma_{max} = 1.29 \text{ Kg/cm}^2 \leq 3.56 \text{ Kg/cm}^2$ **CONFORME** $\sigma_{max} = 0.04 \text{ Kg/cm}^2 \leq 3.56 \text{ Kg/cm}^2$ **CONFORME****DISEÑO DE LA ARMADURA DE LA PANTALLA VERTICAL**Altura de pantalla vertical (hp): **2.70 m.**

Las cargas que actúan sobre la pantalla son las debidas al empuje activo del suelo y a la sobrecarga sobre el terreno.

Empuje activo: $.5 \cdot (\text{Pesp.suelo} \cdot Ca \cdot hp) \cdot hp =$ **1,891.43 Kg**Sobrecarga: $s/c \cdot Ca \cdot hp =$ **1,868.08 Kg**

Momento en la base de la pantalla será:

 $M_u = 1.7 \cdot (\text{Empuje activo} \cdot hp/3 + \text{sobrecarga} \cdot hp) =$ **7,181.14 Kg - m** $V_u = 1.7 \cdot (\text{Empuje activo} + \text{Sobrecarga}) =$ **6,391.18 Kg**

"a" asumido	As=M _u /(Ø*f _y *(d-a/2)) (cm2)	a=As*f _y /(.85*f' c*b) (cm)	M _u (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
50.00	19.00	4.47	7,181.14	100	35
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f' c/fy*b*d			
7.00 cm2		31.50 cm2			
Acero de refuerzo(cm2)=		7.00			

Refuerzo en la Pantalla Vertical

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

Refuerzo Horizontal

As min V = 0.0020 x b x h
 As min V = 8.00

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamento 15.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 15.00

DISEÑO DE LA ARMADURA DEL TALON

$wu = 1.4 \cdot (p.e.suelo \cdot (H-hz) + hz \cdot p.e.concreto) + 1.7 \cdot w$ $m = (q_{max} - q_{min}) / B$
 $wu = 12,106.41$ kg/m $m = 0.69$
 $Mu = wu \cdot t^2 / 2 - 1.7 \cdot ((q_{min} + m \cdot t) / 6 + q_{min} / 3) \cdot t^2 \cdot 10000$
 $Mu = 4,306.35$ Kg - m
 $Vu = wu \cdot t - 1.7 \cdot (q_{min} + m \cdot t + q_{min}) \cdot t / 2 \cdot 10000$
 $Vu = 5447.70705$ Kg

"a" asumido	$As = \frac{Mu}{(\phi * f_y * (d - a/2))}$ (cm2)	$a = \frac{As * f_y}{(.85 * f'c * b)}$ (cm)	Mu (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
30.00	5.70	1.34	4,306.35	100	35
	3.32	0.78			
	3.29	0.77			
	3.29	0.77			
	3.29	0.77			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f'c/fy*b*d			
	7.00 cm2		31.50 cm2		
Acero de refuerzo(cm2)=		7.00			

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

DISEÑO DE LA ARMADURA DE LA PUNTA

$Mu = 1.7 \cdot (q_{max} / 3 + (q_{min} + m \cdot (B-p)) / 6) \cdot p^2 \cdot 10000$
 $Mu = 933.18$ Kg - m
 $Vu = 1.7 \cdot p / 2 \cdot (q_{max} + q_{min} + m \cdot (B-p)) \cdot 10000$
 $Vu = 6,044.05$ Kg

"a" asumido	$As = \frac{Mu}{\phi \cdot f_y \cdot (d - a/2)}$ (cm2)	$a = \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$ (cm)	Mu (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
30.00	1.23	0.29	933.18	100	35
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f'c/fy*b*d			
	7.00 cm2		31.50 cm2		
Acero de refuerzo(cm2)=		7.00			

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

4.1.3.9. Metrado de Muro de Concreto Armado.

Luego de realizar los respectivos cálculos del muro de concreto armado y obtenido los movimientos de tierras que se requerirá, procedemos a realizar nuestros metrados en la hoja Excel 2016 creando nuestras partidas necesarias para nuestro muro de concreto armado de H=3.00 m y una L= 35.00m, cuyos resultados se muestran a continuación. La planilla de metrados completo se presenta (anexos)

HOJA DE METRADOS (MURO DE CONCRETO ARMADO)									
ITEM	DESCRIPCION	UN	CAN	LARGO	ANCHG	ALT	PARCI	TOTAL	
01	MUROS DE CONCRETO ARMADO								
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2						231.00	
	En area de excavacion		1	35.00	6.60			231.00	
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						231.00	
	En area de excavacion		1	35.00	6.60			231.00	
01.02	MURO DE CONTENCIÓN								
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3						335.07	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)				335.07	
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3						213.73	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)				213.73	
01.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						226.49	
	MOVIMIENTO DE TIERRAS - PARA MURO		1.25	335.07				418.84	
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO		-0.90	213.73				-192.35	
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
01.03.01	SOLADO e=4" PARA MUROS	m2						63.00	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		1	35.00	1.80			63.00	
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
01.04.01	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2 PARA MURO	m3						51.98	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		1	35.00	AreaCad =	1.49		51.98	
01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 PARA MURO	kg						3611.06	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)		1	Ver Hoja de Metrados Acero Muro				3.611.06	
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)								
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2						190.90	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		2	35.00		2.70		189.00	
	Lado transversal		2	AreaCad =	0.95			1.90	
01.04.04	JUNTAS DE DILACION EN MUROS	m2						9.50	
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)								
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		10	AreaCad =	0.95			9.50	

4.1.3.10. Costo de Muro de Concreto Armado.

Realizado los metrados, se procede a sacar el presupuesto de cada partida propuesta en el Metrado con la ayuda del programa S10 Presupuestos 2005. A continuación, se muestra un resumen del costo del muro de concreto armado para una H=3.00m y una L=35.00 m. El presupuesto, los análisis de costos unitarios e insumos se presenta (anexos).

Item	Descripción	Und.	Metrado	recio (S/)	Parcial (S/.)
01	MUROS DE CONCRETO ARMADO				65,566.08
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	231.00	2.36	545.16
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	231.00	3.05	704.55
01.02	MUROS DE CONTENCION				12,276.22
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCION	m3	335.07	6.31	2,114.29
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	213.73	35.73	7,636.57
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	226.49	11.15	2,525.36
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,897.37
01.03.01	SOLADO e=4" PARA MUROS	m2	63.00	45.99	2,897.37
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				49,142.78
01.04.01	CONCRETO $f_c = 210$ Kg/cm ² PARA MURO	m3	51.98	435.29	22,626.37
01.04.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² PARA MURO	kg	3,611.06	4.27	15,419.23
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2	190.90	54.61	10,425.05
01.04.04	JUNTAS DE DILATACION EN MUROS	m2	9.50	70.75	672.13

4.2. Análisis de Datos.

Después de realizar todos los estudios necesarios para la realización de nuestro proyecto se procede a realizar las siguientes discusiones para poder saber cuál de los muros es más factible tanto económicamente y técnicamente.

4.2.1. Comparación de Costos.

Para poder realizar la comparación de los costos tanto para muro de suelo reforzado con geomalla y el muro de concreto armado (muro en voladizo) se realiza en función de muchos factores, a partir de todas las partidas que compone cada uno del tipo de muros planteados para la realización de nuestro proyecto escritos líneas arriba, también incluye los requerimientos de corte y relleno, tamaño y tipo del muro, tipo del suelo in-situ, materiales disponibles de relleno, acabado de la fachada, etc.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PARA UN MURO H=3.00 M									
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
MUROS DE CONCRETO ARMADO				65,566.08	MURO DE SUELO REFORZADO				48,798.14
TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71	TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71
LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	231.00	2.36	545.16	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	231.00	2.36	545.16
TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	231.00	3.05	704.55	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	231.00	3.05	704.55
MOVIMIENTO DE TIERRAS				12,276.22	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,166.62
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3	335.07	6.31	2,114.29	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3	346.61	6.31	2,187.11
RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	213.73	35.73	7,636.57	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	159.10	35.73	5,684.64
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	226.49	11.15	2,525.36	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	m3	199.50	33.93	6,769.04
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,897.37	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA	m3	17.50	11.19	195.83
SOLADO e=4" PARA MUROS	m2	63.00	45.99	2,897.37	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	290.07	11.48	3,330.00
OBRAS DE CONCRETO ARMADO				49,142.78	PARAMENTO C/MALLA ELECTROSOLDADA Y PIEDRA DE 4" -6"				18,261.05
CONCRETO f _c = 210 Kg/cm ² PARA MURO	m3	51.98	435.29	22,626.37	SUMINISTRO DE PIEDRA BRUTA DE 4" A 6"	m3	75.60	65.00	4,914.00
ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ² PARA MURO	kg	3,611.06	4.27	15,419.23	SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	m1	210.00	39.14	8,219.40
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2	190.90	54.61	10,425.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2	205.80	4.28	880.82
JUNTAS DE DILATACION EN MUROS	m2	9.50	70.75	672.13	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAxIAL	m2	567.00	7.49	4,246.83
					SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAxIAL				11,120.76
					GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 1	m2	252.00	16.67	4,200.84
					GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 3	m2	252.00	27.46	6,919.92

Tabla N° 14: Cuadro comparativo de costos.

De acuerdo al cuadro comparativo para un muro de H=3.00 m, podemos observar que el muro de suelo reforzado con geomalla es más económico en comparación al muro de concreto armado (muro en voladizo), el costo es de S/. 48,798.14 para el muro de suelo reforzado y de S/. 65,566.08 para el muro de concreto armado, la diferencia es de S/. 16, 767.84 que representa el 25.57%.

Tabla N° 15: Cuadro comparativo de porcentaje de incidencia de mano de obra, materiales y equipos.

CUADRO COMPARATIVO DE PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE MANO DE OBRA, MATERIALES Y EQUIPOS				
MURO DE SUELO REFORZADO	PRECIO S/.	MURO DE CONCRETO ARMADO	PRECIO S/.	%
MANO DE OBRA	12486.41	MANO DE OBRA	23,600.27	47.09
MATERIALES	29380.25	MATERIALES	34,988.16	16.03
EQUIPOS	6931.49	EQUIPOS	7,001.78	1.00

4.2.2. Comparación Técnica en los Muros.

La comparación técnica entre los muros de suelo reforzado y muro de concreto armado son los siguientes:

4.2.2.1. Flexibilidad del Muro.

En cuanto a la flexibilidad los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla son más flexibles por los materiales con que están constituidos, por ello da la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación; además de estar respaldado con los mayores FS al volteo que presentan en el análisis de estabilidad externa; con los que se resalta la ventaja técnica frente a los muros en voladizo de concreto Armado que son estructuras rígidas.

4.2.2.2. Libertad de construir

En cuanto a la libertad de construir los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla son más moldeables porque se puede construir diversas formas geométricas, ya que se puede obtener muros en curvas tanto cóncavas como convexas sin tener muchos problemas, logrando así muros de

geometría compleja sin incrementar el costo; resaltando así la ventaja técnica ya que no se puede lograr esto con los Muros de Concreto Armado (muro en voladizo).

4.2.2.3. *Uso de Materiales de la Zona.*

Con referencia al uso de materiales de la zona en los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla se usan en su construcción: Bolonera de piedra, Geomalla, malla electro soldada, etc. Mientras que para la construcción de los Muros de Concreto Armado (muro en voladizo) se usan: Fierro, maderas Cemento, Agregados, etc. Comparando las cantidades de materiales utilizados (ver planilla de metrados), viendo todo ello los Muros de Suelos Reforzado con Geomalla utilizan mayor cantidad de materiales de la zona.

4.2.2.4. *Grado de Facilidad en el Proceso Constructivo.*

Los Muros de Suelos Reforzado con Geomalla son más fáciles, además la mano de obra es más fácil capacitarlo; mientras que en los Muros de Concreto Armado (muro en voladizo) es más compleja debido a la mano de obra calificada que se necesita para su construcción.

4.3. Prueba de Hipótesis.

Para realizar el contrasté de nuestra hipótesis planteada, se realizó distintos procedimientos como cálculos utilizando distintos softwares tanto para los Muros de Suelos Reforzado con Geomalla y Muros de Concreto Armado (muro en voladizo) bajo las mismas condiciones. A continuación, mostraremos las hipótesis plateadas con sus respectivo contrasté o contrastación de cada hipótesis.

Hipótesis Planteada (hipótesis general)

- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de

carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

Contrastación Hipótesis Planteada (hipótesis general)

- Los suelos reforzados con geomalla presentan ventajas técnicas y económicas demostradas frente a los muros de contención de concreto armado para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

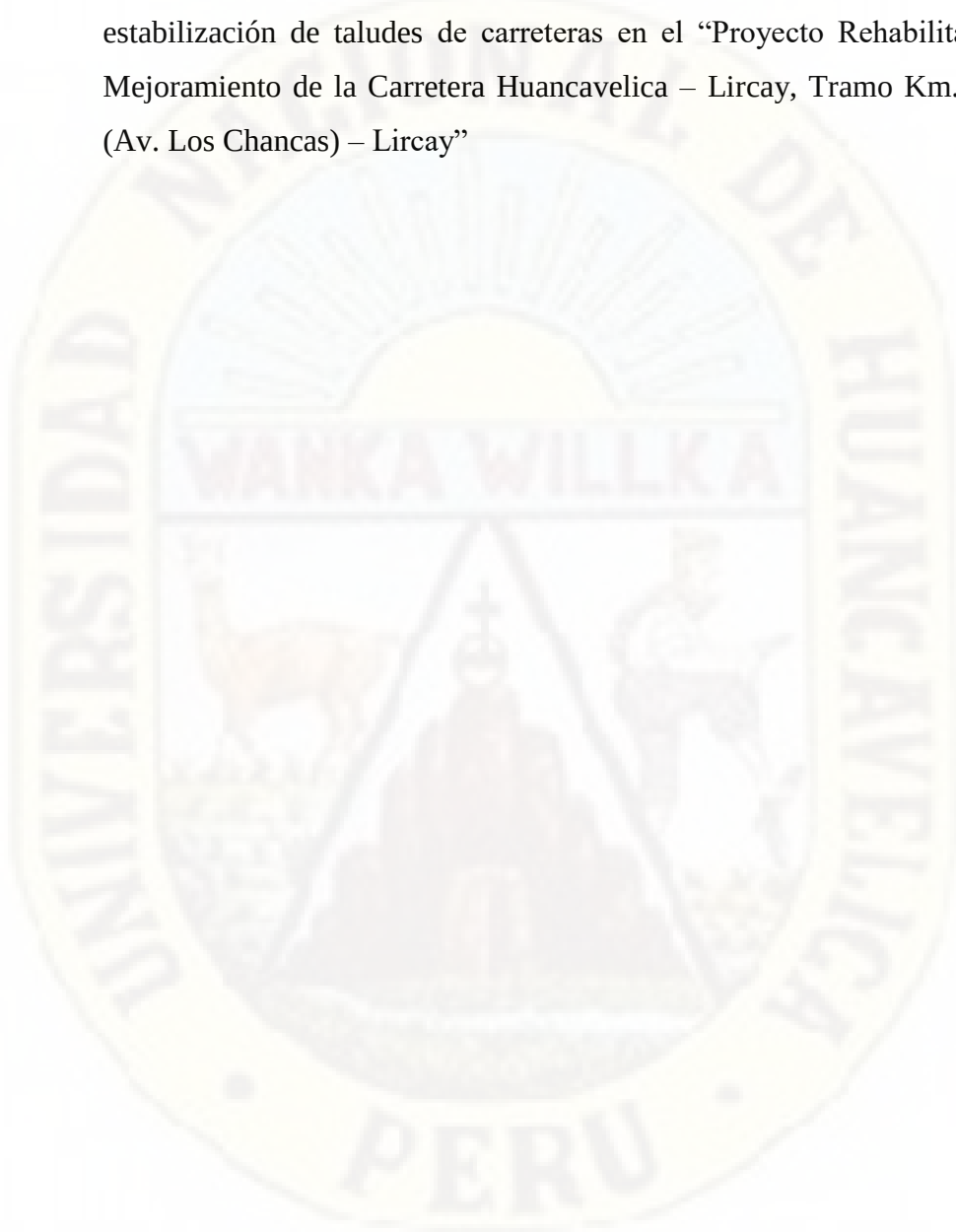
Hipótesis Planteada (hipótesis específicas)

- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”
- Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

Contrastación Hipótesis Planteada (hipótesis específicas)

- Los suelos reforzados con geomalla presentan ventajas técnicas frente a los muros de contención de concreto armado, como la flexibilidad que brinda este debido a los materiales con los que están constituidos, además los suelos reforzados con geomalla presentan mayores factores de seguridad con o sin sismo frente a los muros de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”

- Los suelos reforzados con geomalla presentan ahorros económicos significativos frente a los muros de contención de concreto armado, de hasta 25.57% para $H = 3.00$ m, lo que significa grandes ahorros, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”



CONCLUSIONES

1. Los cálculos tanto para Muros de Suelo Reforzado con Geomalla y Muro de Concreto Armado (muro en Voladizo) se realizaron bajo las mismas condiciones, con los mismos parámetros de suelos, para la misma altura $H=3\text{m}$.
2. Los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla presenta ventajas técnicas y económicas demostradas frente al Muro de Concreto Armado (muro en Voladizo).
3. En el diseño para Muros de Suelo Reforzado con Geomalla, las geomallas de refuerzo están afectadas por numerosos factores de reducción, los cuales limitan sustancialmente su resistencia a la tensión hasta en un 72% de acuerdo al tiempo de vida de la estructura y al material de relleno empleado, generando un mayor factor de seguridad general para la obra.
4. Los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla presentan ahorros económicos significativos de 25.57% para una $H=3.00\text{m}$, con referencia a los Muros de Concreto Armado (muro en voladizo).
5. En cuanto a la libertad de construir los Muros de Suelo Reforzado con Geomalla son más moldeables porque se puede construir diversas formas geométricas, ya que se puede obtener muros en curvas tanto cóncavas como convexas sin tener muchos problemas, logrando así muros de geometría compleja sin incrementar el costo; resaltando así la ventaja técnica ya que no se puede lograr esto con los Muros de Concreto Armado (muro en voladizo).

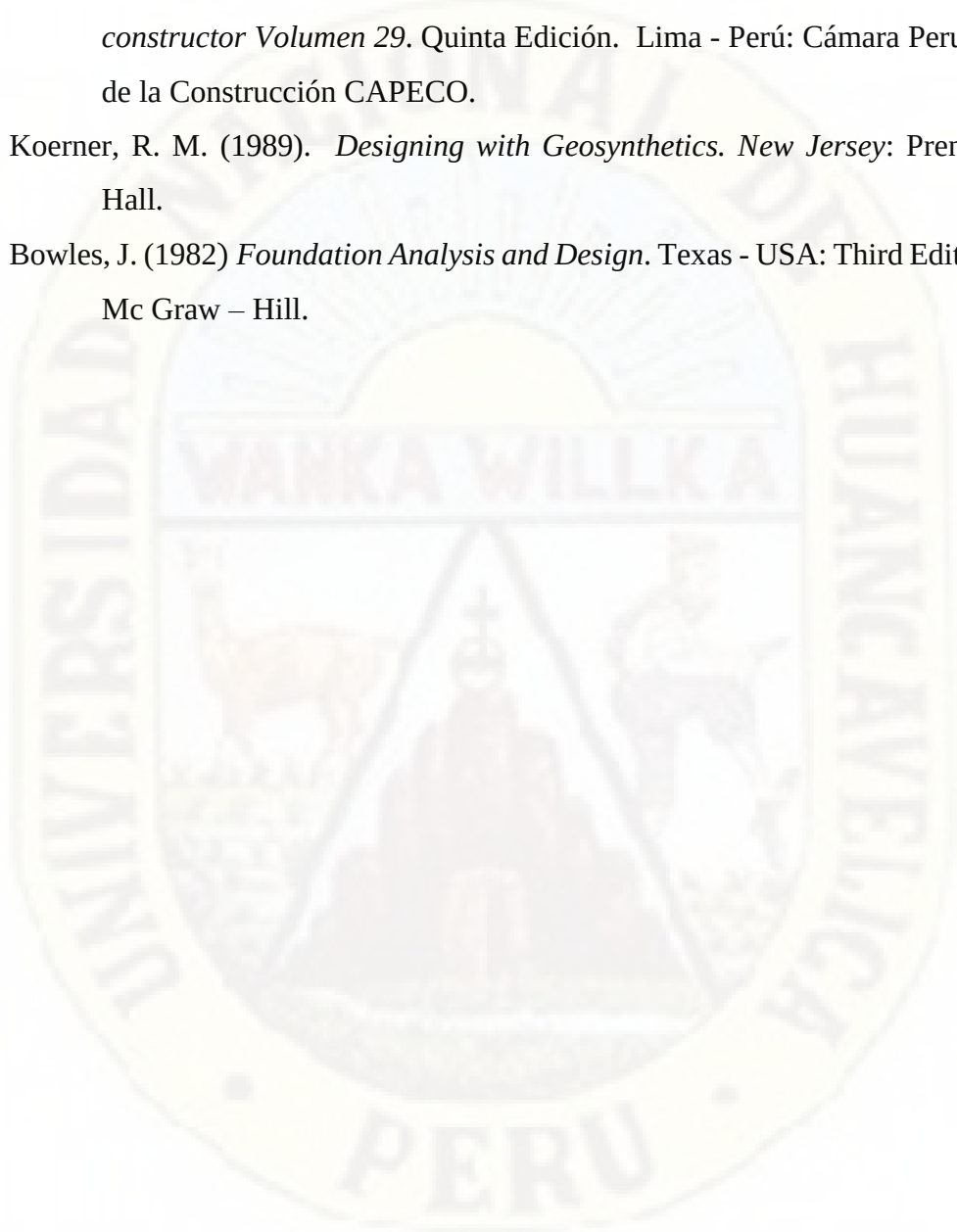
RECOMENDACIONES

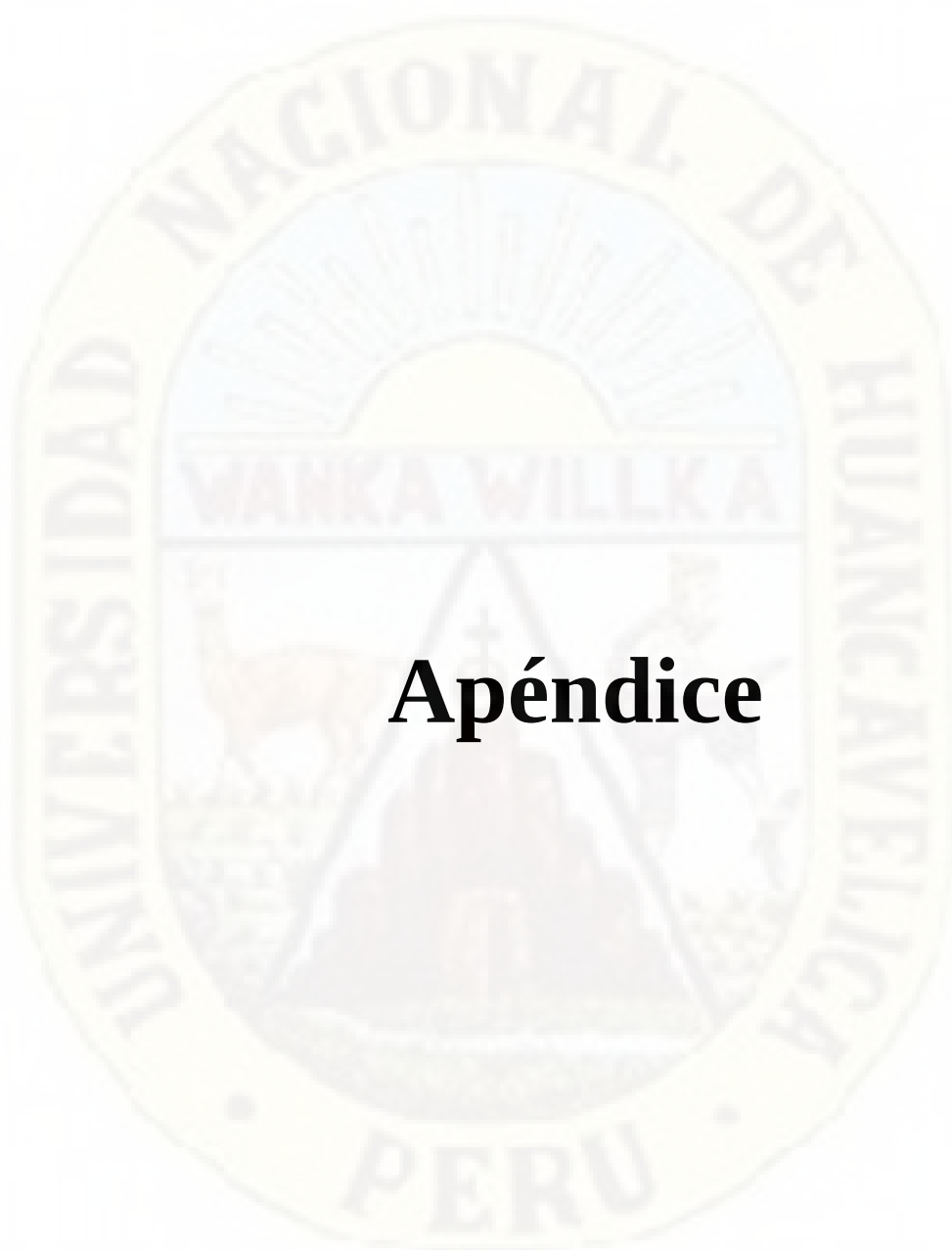
1. Se recomendaría realizar más estudios referentes a ensayos de geomallas y estudiar en profundidad el desempeño ante sollicitaciones sísmicas de estos tipos de estructuras, para así mejorar el aporte actual.
2. Se recomienda realizar la comparación económica con muros de Concreto Armado con contrafuerte, que representan alturas mayores, hacer una comparación técnica y económica.
3. Se recomienda que en las universidades y en especial en la Universidad Nacional de Huancavelica se dicten cursos que traten de los nuevos avances en tema de materiales de construcción para así estar acorde de los avances de la tecnología.
4. Se recomienda a las personas que están sumergidos en la investigación de metodologías nuevas a mejorar el estudio de geomallas para la aplicación en carreteras y así mejorar la parte técnica y a la vez que sea más rentable en la ejecución de un proyecto.
5. Se recomienda realizar más estudios comparativos tanto técnicamente y económicamente para distintas alturas que sean superiores a la altura estudiada.

REFERENCIAS

- PROVIAS NACIONAL. (2011). *El Costo De Hacer Una Carretera (Rehabilitación y Mejoramiento) EN LA RED VIAL NACIONAL DEL PERÚ*.
- Ccanto, G. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. Huancayo: UNGCM.
- TDM, (2010). *Departamento Técnico - Comercial*. Lima – Perú.
- FORTE, (2009). *(Proveedor de soluciones para contención de tierras con hormigón prefabricado), Muros de Contención*. Alicante – España: Cat. gen. Muros.
- Rafael Ángel Torres Belandria, *Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto Armado*. Mérida – Venezuela: Segunda Impresión adaptada a la Norma Venezolana 1753 – 2006, 2008.
- Susana Rojas Martínez, (2009). *Diseños de Muros de Contención Sector la Aguada Comuna de Corral* [Tesis]. Valdivia- Chile: Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles.
- Gonzalo Andrés Jara Morí. (2008). *Estudio de la Aplicabilidad de Materiales Compuestos al Diseño de Estructuras de Contención de Tierras y su Interacción con el Terreno, para su empleo en Obras de Infraestructura Viaria* [Tesis Doctoral]. Madrid: Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno.
- Morales, R. (2002). *Diseño en Concreto Armado - Muros de contención*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- ASSHTO - HB 17. (2002). *Standard Specifications for Highway Bridges*. New York.
- MACCAFERRI GABIOS DO BRASIL, L. (2001). *Estructuras en Suelo Reforzado Necesidad y Solución*. Sao Paulo - Brasil: CO1OE - 09/01 - VICTORI.
- AASHTO M288. M288. (1996). *Geotextile Especification for Highway Applications*. U.S.A.

- María Graciela Fratelli, (1996). *Suelos Fundaciones y Muros*. Caracas - Venezuela: Edición para todo el mundo.
- Ramos, J. (1994). *Costos y Presupuestos en Edificaciones - Colección el constructor Volumen 29*. Quinta Edición. Lima - Perú: Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.
- Koerner, R. M. (1989). *Designing with Geosynthetics*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bowles, J. (1982) *Foundation Analysis and Design*. Texas - USA: Third Edition, Mc Graw – Hill.





Apéndice

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS”

DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ? Problemas específicos • ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y sus	Objetivo general • ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, ¿Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ? Objetivos específicos. • ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con respecto a muros de	Antecedentes Internacional “Herrera Dávila, (2009)” “Implementación de una herramienta para diseño de muros de contención con contrafuertes y de tierra armada para el laboratorio virtual de ingeniería geotécnica”. Nacional Zevallos Villar (2008), “Muro de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil – Diseño Estructural” Menacho, Ángeles	Hipótesis General • Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de contención de concreto armado, con respecto a las ventajas técnicas y económicas para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” Hipótesis Específicas • Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas técnicas con	Variable 1: Suelo reforzado con geomalla. Variable 2: Muro de Contención de Concreto Armado. (Voladizo) Dimensiones: para ambas variables. . Diseño de muro de suelo reforzado con geomalla y muro de contención de concreto armado (muro en voladizo). . Estudio y evaluación de	- Tipo: Aplicada - Nivel: Correlacional-Descriptivo - Método: Deductivo -Población: Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay. Muestra: Tramo Km. 4+475 – Km. 4+510 del: - Técnicas a utilizar:

ventajas técnicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ? • ¿Qué relación existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?	contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el Proyecto: “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ? • ¿Determinar la relación que existe entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” ?	(2007), “Muro de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil – Estudio Comparativo de Costos”	respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay” • Existe una relación directa y significativa entre suelos reforzados con geomalla y sus ventajas económicas con respecto a muros de contención de concreto armado, para la estabilización de taludes de carreteras en el “Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas) – Lircay”	ventajas técnicas y económicas de muro reforzado con geomalla y muro de contención de concreto armado (muro en voladizo).	1. Recopilación de datos 2. Análisis Documental 3. Observación - Instrumentos: 1. Cuaderno de registro y apuntes. 2. Lista de cotejo. 3. Guías, libros, fichas, revistas y artículos científicos. 4. Guía de Observación.
---	--	--	--	--	--

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TESIS: “ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS”

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES							
	2018		2019	2020	2021		
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO-DICIEMBRE	ENERO-DICIEMBRE	ENERO-FEBRERO	MARZO-ABRIL	SETIEMBRE
PLANTEAMIENTO							
COORDINACION							
REVISION DE BIBLIOGRAFIA							
ELABORACION DEL PROYECTO							
ASESORAMIENTO DE LA TESIS							
REVISION DEL PROYECTO							
APROBACION DEL PROYECTO							
EJECUCION							
RECOLECCION DE DATOS							
PROCESAMIENTO DE DATOS							
ANALISIS DE INTERPRETACION DE DATOS							
INFORME							
ELABORACION DE INFORME							
PRESENTACION DE INFORME							
SUSTENTACION							

PRESUPUESTO

TESIS: “ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS”

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	COSTO	SUB TOTAL
1. EQUIPO Y MOBILIARIO				
Alquiler de equipo de cómputo (Laptop)	GLB	1	1200.00	1,200.00
Cámara fotográfica	UND	1	500.00	500.00
Mueble para Equipo de Computo	GLB	1	300.00	300.00
Impresiones y Copias (blanco y negro)	UND	2000	0.10	200.00
Impresiones y Copias (color)	UND	1000	0.30	300.00
SUB TOTAL				2,500.00
2. MATERIALES E INSUMOS				
Materiales de escritorio	GLB	1	350.00	350.00
Libros, investigaciones, revistas y otros	GLB	1	500	500.00
Anillados y Empastados	GLB	1	150.00	150.00
SUB TOTAL				1,000.00
2. MOVILIDAD Y VIATICOS				
Al lugar de estudio (Carretera Huancavelica – Lircay)	GLB	1	500.00	500.00
Capacitación y/o cursos	GLB	1	1000.00	1,000.00
SUB TOTAL				1,500.00
3. CONTRATACION DE SERVICIOS				
Internet	GLB	1	360.00	360.00
Imprevistos	GLB	1	1000.00	1,000.00
SUB TOTAL				1,360.00
			TOTAL S/.	6,360.00

FINANCIAMIENTO

Los recursos fueron financiados enteramente por los tesisistas:

Bachiller: ARQUEÑIVA SOTO, Herbert Robert

Bachiller: ROMERO GALLEGOS, Richard Nixon



Estudio de Suelos



LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO GEO SAC

RUC: 20600601891

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

SOLICITA: ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON

ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT

PROYECTO DE TESIS:

**“ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS
REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO
ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE
CARRETERAS”.**

AGOSTO DEL 2020



Matamoros
Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

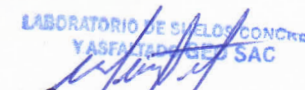
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO SAC
Marco Antonio
Marco Antonio Tappe Hilla
GERENTE GENERAL

Contenido

1. GENERALIDADES	3
1.1. OBJETIVO DE ESTUDIO	3
1.2. NORMATIVIDAD	4
1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	4
2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO	4
2.1. GEOLOGÍA	4
2.2. SISMICIDAD	5
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	7
3.1. EXCAVACIÓN MANUAL A CIELO ABIERTO (CALICATAS) Y MUESTREO	7
3.2. PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	7
4. FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA	7
4.1. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN	7
5. ENSAYOS DE LABORATORIO	8
5.1. PARÁMETROS PARA DETERMINAR EL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN DEL SUELO:	9
6. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	9
7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN	10
7.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	10
7.2. TIPO Y DIMENSIÓN DE LA CIMENTACIÓN	10
7.3. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA	10
7.4. CÁLCULO DE ASENTAMIENTO	11
7.5. ZONIFICACIÓN DE SUELOS	12
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
9. PANEL FOTOGRÁFICO	14
ANEXOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	15




Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C

Marco Antonio Taipei Hill
GERENTE GENERAL

1. GENERALIDADES

El terreno suele presentar una mayor deformabilidad y una menor resistencia que el resto de materiales que intervienen en la construcción de una edificación o cualquier tipo de estructura, por lo que deben proyectarse elementos de apoyo que sirvan como nexos entre la construcción y el terreno que va a sustentarla. Este tipo de nexos (cimentaciones) se encargan de repartir las cargas transmitidas por la estructura al terreno, de modo que los incrementos de tensión en el terreno no superen valores superiores a la resistencia del mismo o generen deformaciones no admisibles para la estructura. Es por eso que el presente Informe Geotécnico es el documento que reúne la información sobre las características del terreno de cimentación, y debe ser correctamente interpretado para conocer el alcance y limitaciones del mismo con el objeto de proyectarse estructuras seguras y al mismo tiempo evitar un incremento innecesario del costo de la ejecución de las cimentaciones. En el diseño de una cimentación adecuada, además de las características estructurales y de las tensiones generadas por el propio edificio, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:



- ❖ Naturaleza y estratigrafía del terreno.
- ❖ Características geo mecánicas y comportamiento geotécnico (colapsabilidad, expansibilidad) de cada capa, definiendo correctamente sus parámetros geotécnicos.
- ❖ Situación del nivel freático.
- ❖ Factores externos (sismicidad, estabilidad global del entorno geológico).

1.1. OBJETIVO DE ESTUDIO

El objetivo del presente estudio de mecánica de suelos del proyecto es establecer las características geotécnicas del suelo donde se cimentarán los diferentes elementos del proyecto. Para tal efecto, se ha efectuado una investigación geotécnica que incluye trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes.

Obtener información que ayude al ingeniero en:

- ❖ Recomendar el tipo y profundidad de la cimentación adecuada para una estructura dada.
- ❖ Evaluar la capacidad de carga de la cimentación
- ❖ Estimar el asentamiento probable de la estructura.
- ❖ Detectar problemas potenciales de la cimentación (por ejemplo suelo expansivo, suelo colapsable, relleno sanitario, etc.).
- ❖ Determinar la localización del nivel freático.
- ❖ Establecer métodos de construcción para condiciones cambiantes del subsuelo.

1.2. NORMATIVIDAD

El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación se ha efectuado en concordancia con la **Norma Técnica E-050** "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones, así como la **Norma E-030** de diseño sismorresistente para la zonificación y definir el perfil de suelo predominante en la zona de estudio.

1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

La ubicación del proyecto en estudio se ubica en el distrito de **Huancavelica**, provincia de **Huancavelica**. A una altitud aproximada de 3676.00 m.s.n.m con una topografía con pendientes que varían entre 15% y 90% en las partes altas.

El área de estudio es la Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas), la cual se encuentra ubicada en el departamento de **Huancavelica**, está situada en la Región Central del Perú, en el denominado trapecio andino, región Suni.



Distrito:	Huancavelica
Provincia:	Huancavelica
Departamento:	Huancavelica
Altitud:	3676.00 m.s.n.m
Lugar:	Carretera Huancavelica – Lircay, Tramo Km. 1+550 (Av. Los Chancas),
Muestra:	Tramo Km. 4+475-4+510

2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

2.1. GEOLOGÍA

2.1.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona del proyecto se encuentra en una zona con superficies de erosión de Valle y Cañón en la región de Valles.

2.1.2. ASPECTOS LITO ESTRATIGRÁFICOS.

Para describir estos aspectos se usó la carta nacional 26-n1 (Cuadrángulo de Huancavelica, 2002), el área de estudio forma parte de dos unidades lito estratigráficas, por un lado tenemos una zona con edades que se inician en el Cuaternario Holocena, hasta la actualidad, formando depósitos conglomerados de pie de monte conformado por gravas, arenas y arcillas donde se ubican las poblaciones andinas y zonas de cultivo; por otra lado tenemos una zona con edades que se inician en el Cretáceo inferior, hasta la actualidad, la unidad estratigráfica señalada para la zona de estudio, corresponde a la formación Hualhuani, caracterizadas por areniscas gris



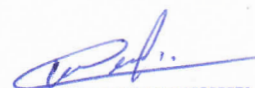
claras cuarzosas bien estratificadas en estratos delgados a medios con estructuras de ondulitas intercalados con pelitas gris oscuras.

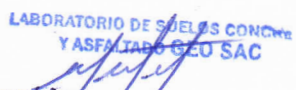
2.2. SISMICIDAD

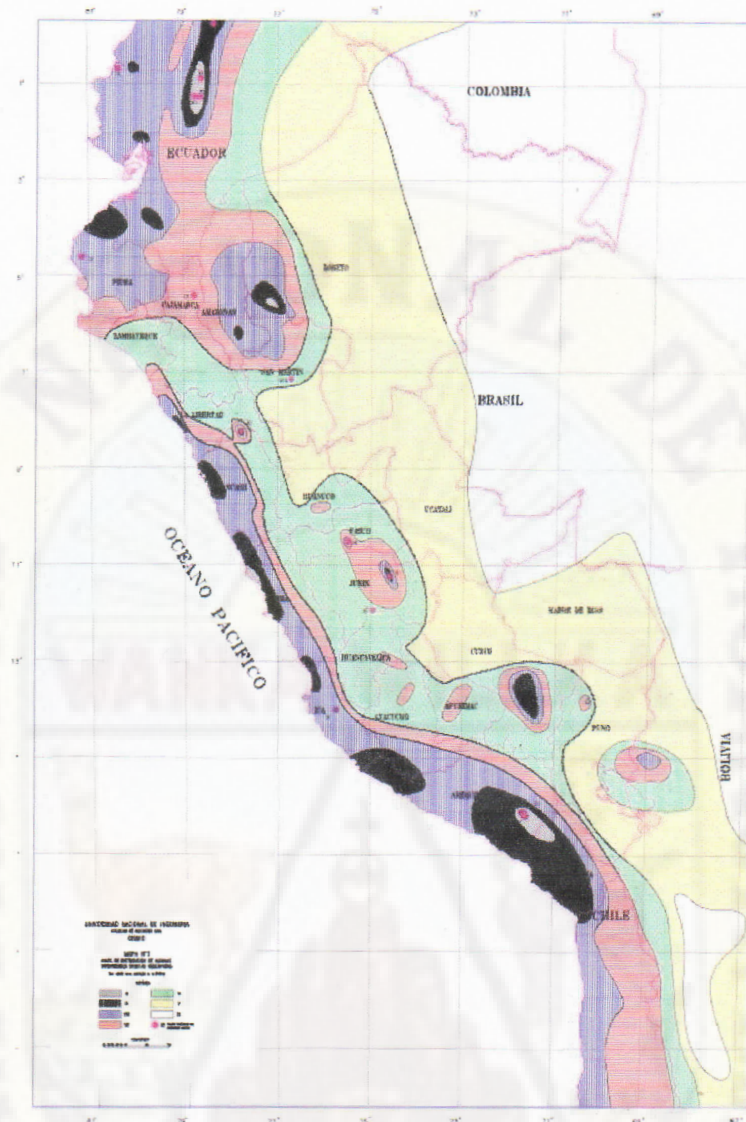
Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones el proyecto se encuentra comprendido en la Zona 3.



Figura. 01: Mapa de zonificación sísmica del Perú (RNE E.030)

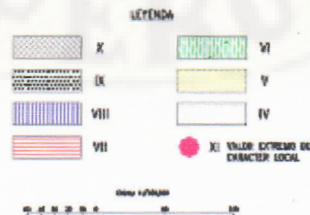

Matamoros Huanan Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C

Marco Antonio Tarpe Hilari
GERENTE GENERAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID

MAPA N°1
MAPA DE DISTRIBUCION DE MAXIMAS
INTENSIDADES SISMICAS OBSERVADAS
Def. JORGE AYALA BARRAZA et al (2005)




Matamoros Human Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

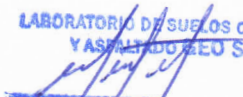
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO GEO S.A.C

Marco Antonio Taipei Hilla
GERENTE GENERAL

Figura 02: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (UNI-SISRA)

3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La exploración del subsuelo se realizó mediante calicatas distribuida en las zonas en estudio, el número de excavaciones y profundidad de las mismas están en función del área investigada y el tipo de estructura, la cantidad de calicatas efectuadas se considera apropiada y suficiente, considerando la extensión del área investigada y la estratigrafía similar observada en varios sectores.

Se extrajeron muestras disturbadas representativas de los estratos típicos para la realización de ensayos de laboratorio estándar.

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de cada una de las exploraciones, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, etc. en base a estas propiedades se le asignó una clasificación visual manual de campo, posteriormente verificada con ensayos de laboratorio.



3.1. EXCAVACIÓN MANUAL A CIELO ABIERTO (CALICATAS) Y MUESTREO

En el área del proyecto se realizaron **01 calicata** ubicada en el área interior destinada al área de estudio, la profundidad de investigación llegó a los **1.50 m**.

3.2. PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO

En las exploraciones a cielo abierto realizadas no se ha registrado la presencia de aguas superficiales.

4. FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

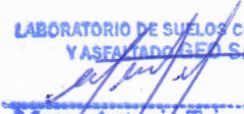
4.1. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

El suelo bajo el cual se cimienta toda la estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto solo ocurre a través del agua subterránea que reacciona sobre el concreto; de este modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.)

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero de cimiento respectivamente.



Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C.

Marco Antonio Taipe Hilari
GERENTE GENERAL

ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

Presencia en el suelo de:	p. p. m	Grado de alteración	Observaciones
*SULFATOS	0-1 000 1 000-2 000 2 000-20 000 > 20 000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
**CLORUROS	> 6 000	perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de Acoriadura o elementos metálicos
**SALES SOLUBLES	> 15 000	perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación



*Comité 318-83 ACI

**Experiencia existente

De los resultados de los análisis químicos de la muestra las calicatas, la presencia de elementos químicos nocivos para la cimentación se encuentra por debajo de los valores permisibles, según la tabla mostrada anteriormente. Por lo tanto, no se ha detectado una significativa agresividad del suelo a la cimentación, tanto al concreto como al acero de refuerzo, por tanto, se recomienda usar el **cemento tipo I**.

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se efectuaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la EMPRESA GEOLAB. SAC. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTADO. Y fueron ensayos para clasificación de los suelos, corte directo para la determinación de parámetros de resistencia.

ENSAYOS ESTÁNDAR

ENSAYO DE LABORATORIO ESTÁNDAR	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Método para la clasificación de ingeniería(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)	NTP 339.133 (ASTM D-1586)

8

Jr. Sinchi Roca N° 364

Oficina Principal
HUANCAVELICA



Matamoros Human Waldir Garry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO SAC

Marco Antonio Tarpe Hilari
GERENTE GENERAL

Cel. 951693681

Descripción e identificación de suelos (Procedimiento Visual - Manual)	NTP 339.150 (ASTM D-2488)
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D-2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D-422)
Límite líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D-4318)

ENSAYOS ESPECIAL

Ensayo de corte directo

ASTM D-3080

5.1. PARÁMETROS PARA DETERMINAR EL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN DEL SUELO:

El ensayo fue realizado con un equipo corte directo para determinar las características mecánicas del suelo de fundación del material. Se obtuvieron las siguientes características.

N° de calicata	Peso específico (g/cm³)	Humedad natural	Ángulo de fricción interna	Cohesión (Kg/cm²)
01	1.835	21.60%	40.00°	0.127

N° de calicata	Peso específico (KN/m³)	Humedad natural	Ángulo de fricción interna	Cohesión (KN/m²)
01	18.00	21.60%	40.00°	12.50

6. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Las características físicas y mecánicas de la muestra tomada de la calicata se tienen el siguiente.

N° de calicata	Profundidad	Clasificación SUCS	Denominación SUCS	Clasificación AASHTO
01	1.50	SC	Arena arcillosa	A-6(4)

N° de calicata	Identificación	Numero de Muestra	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
01	C1	M1	40.00	23.00	17.00



7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

7.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN

Para el presente proyecto se recomienda cimentar a profundidades no menores de 0.80 m para cimiento corrido y 1.50 m para zapatas.

7.2. TIPO Y DIMENSIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Para la evaluación de la cimentación se estima una zapata como base, por lo que se utilizara **cemento Portland tipo 1**, bajo la cual los efectos de las cargas aplicadas ya son disipadas.

Las dimensiones de la zapata de muro dependerán de la carga transmitida por el cuerpo de muro y otros elementos estructurales conectados a ella, para fines de cálculo se considerará una zapata de muro de un área unitaria (1.00 m x 1.00 m=1.00 m²), el peralte no debería ser menor a 0.30 m. aunque se recomienda considerar un mínimo de 0.40 m, debiendo siempre respetar los límites de capacidad de carga.



7.3. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

7.3.1. CALICATA-01

Las siguientes consideraciones son importantes para obtener la capacidad portante del terreno:

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	CALICATA 01 df= 1.50 m
PESO ESPECÍFICO DE SUELOS	1.835 gr/cm ³
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	Ø= 40.00°
COHESIÓN	c = 0.127 kg/cm ²

Tomando como referencia el libro de "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones" del autor Braja M.Das, para determinar la capacidad portante del terreno asumiremos una falla general por corte, cuya expresión es la siguiente:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de carga.

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$$



Matamoros Human Walden Perry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C
Marco Antonio Taipe Hil.
GERENTE GENERAL

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_c = \cot\phi(N_q - 1)$$

Se usarán las formulas dadas al principio o pueden usarse directamente las tablas del libro citado. Disponiendo de los datos obtenemos los siguientes valores:

Profundidad de desplante, Df; (mts):	0.7
Peso Volumétrico del suelo; Gm (Ton/m ³):	1.6
Cohesión del suelo, c; (Ton/m ²):	1.25
Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	40.0
Ancho o Radio del cimiento; B ó R (mts):	1.8
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	1
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0



Factor de cohesión, Nc =	95.66
Factor de sobrecarga, Nq =	81.27
Factor de piso, Ng =	115.31

Para determinar la capacidad de carga se asume una zapata cuadrada de área unitaria (B=L=1.00 m) y un factor de seguridad de 3.

$$q_u = (1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma) / FS$$

$$q_u = 106.756 \text{ t/m}^2$$

$$q_u = 10.68 \text{ Kg/cm}^2$$

Capacidad admisible calicata N° 1

Q. Admisible = 10.68 Kg/cm²

7.4. CÁLCULO DE ASENTAMIENTO

Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación. Para determinar el Asentamiento Tolerable, en el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial, se puede estimar como el 75% del asentamiento total.



Matamoros Human Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C

Mano Antonio Tarpe Hila
GERENTE GENERAL

11

La distorsión angular aceptable para el tipo de estructura proyectada que establece la norma técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones" es de $\alpha < 1/500$ correspondiente al "límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas".

Es factible también utilizar como asentamiento máximo admisible $\delta = 1'' = 2.54 \text{ cm}$.

7.5. ZONIFICACIÓN DE SUELOS

Los parámetros sísmicos de la zona de estudio toman de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E.030



PARÁMETRO	VALOR
Zona	3
Factor de zona	0.35
Tipo de suelo	S2

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- No existe nivel freático hasta la profundidad de suelo alcanzada.
- La capacidad portante calculada se ha asumido una zapata cuadrada de área unitaria (1 m²), esta capacidad portante variará de acuerdo a la forma y dimensiones del elemento de cimentación, podría ser necesario el cálculo independiente de la capacidad portante considerando estos aspectos, para los cuales es necesario el conocimiento del ángulo de fricción interna y el de cohesión, estos datos se brindan en el estudio.
- Si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada, con falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.
- En los casos en que el emplazamiento de un cimiento haya sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la profundidad considerada para la cimentación (calicata por Ej.), deberá rellenarse a la altura de sobre-excavación efectuada con concreto pobre ciclópeo.
- No deberá cimentarse sobre turba, suelos orgánicos, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, antes de empezar con las cimentaciones deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y reemplazados con materiales seleccionados, generalmente del tipo granular. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. Los suelos



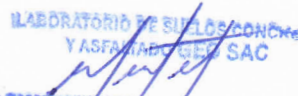


seleccionados con los que se construyen los rellenos controlados, deberán ser compactados.

- Los resultados del presente estudio, solo son válidos para la zona de estudio investigada.
- Las interpretaciones ajenas a estas recomendaciones no son de responsabilidad del especialista, sin la debida consulta y/o informe escrito.
- La muestra fue extraída por el solicitante




**Matamoros Huaman Waldir Gerry**
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344


**Marco Antonio Tarpe Hila**
GERENTE GENERAL

9. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N° 01: UBICACIÓN DE LA CALICATA C-1 PARA SU RESPECTIVA EXCAVACIÓN.



FOTOGRAFÍA N° 02: MEDICIÓN DE ALTURA DE LA CALICATA C-1.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO,
PAVIMENTOS Y ASFALTO

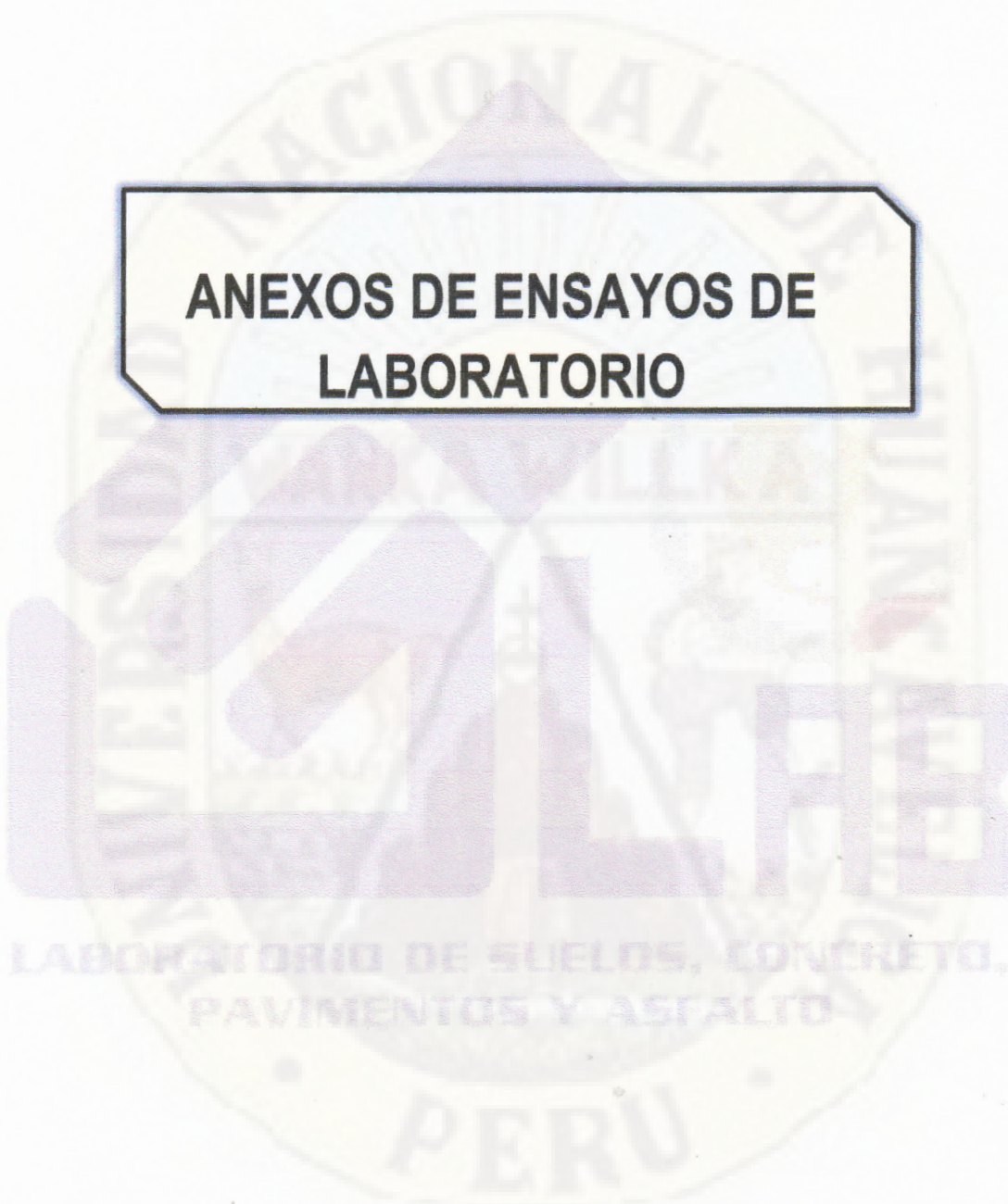
PERU

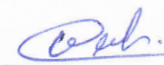


Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

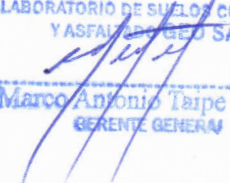
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C
Marco Antonio Tarpe Hilar
GERENTE GENERAL

ANEXOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO





Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C.

Marco Antonio Tarpe Hilar
GERENTE GENERAL



Calicata N° 01

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO,
PAVIMENTOS Y ASFALTO
PERU



Matamoros
Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C
Marco Antonio
Marco Antonio Teije Hila
GERENTE GENERAL

PESO ESPECIFICO, PESO VOLUMÉTRICO

ASTM D - 854, ASTM D-2937



PROYECTO	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".	
SOLICITA:	ROMERO GALLEGOS - ARQUEÑIVA SOTO	HECHO POR: TEC:
PROCEDENCIA:	HUANCAVELICA	CALICATA C - 1
UBICACIÓN:	TERRENO DE FUNDACION	MUESTRA M - 1
FECHA:	12/08/2020	PROF: 1.5 m

DATOS DE LA MUESTRA

PESO ESPECIFICO : ASTM D - 854

LATA	1	2	3
PESO FRASCO+AGUA+SUELO (gr)	1506.00	1506.00	1522.00
PESO FRASCO+AGUA (gr)	1270.00	1270.00	1270.00
PESO SUELO SECO (gr)	777.00	786.00	773.00
PESO SUELO EN AGUA (gr)	238.00	236.00	252.00
VOLUMEN DEL SUELO (cm3)	539.00	550.00	521.00
PESO ESPECIFICO (gr/cm3)	1.44	1.43	1.48
PROMEDIO gr/cm3	1.45		

PESO VOLUMETRIC : ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE gra	1270.00	1270.00	1270.00
PESO DEL SUELO + MOLDE gra	5837.00	5898.00	5881.00
PESO DEL SUELO SECO gra	4567.00	4628.00	4611.00
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	1650.00	3400.00	3400.00
PESO UNITARIO gra/cm3	2.77	1.36	1.36
PROMEDIO gra/cm3	1.83		

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gra	80.00	82.63	80.45
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gra	209.00	208.80	206.70
PESO DEL SUELO SECO + LATA gra	186.00	185.58	187.58
PESO DEL AGUA gra	23.00	23.22	22.02
PESO DEL SUELO SECO gra	106.00	102.95	107.23
% DE HUMEDAD	21.70	22.55	20.54
PROMEDIO % DE HUMEDAD	21.60		



Matamoros Human Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTOS GEO S.A.C.

Marco Antonio Taipei Hila
GERENTE GENERAL



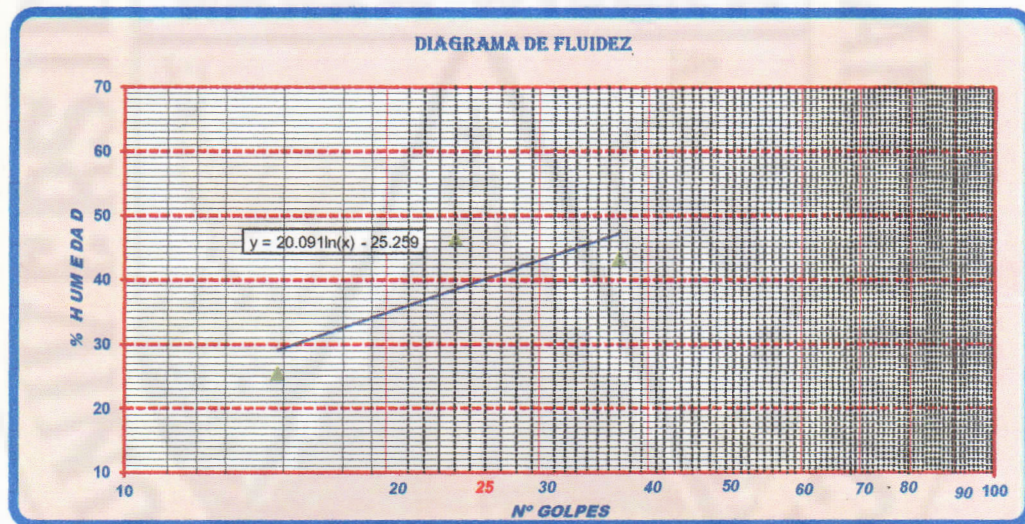
LÍMITE ATTERBERG



ASTM D-4318

PROYECTO:	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".		HECHO POR:	TEC:
SOLICITA:	ROMERO GALLEGOS - ARQUENIVA SOTO		CALICATA:	C - 1
PROCEDENCIA:	HUANCAVELICA		MUESTRA:	M - 1
UBICACION:	TERRENO DE FUNDACION		PROF:	1.5 m
FECHA	12/08/2020			

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			HUM. NAT.
Nº de golpes	15	24	37				
Nº de tara	3	5	4	17			18
Peso tara (g)	25.90	28.00	28.10	8.50			80.00
Peso tara + suelo húmedo (g)	38.09	38.54	37.41	21.17			209.00
Peso tara + suelo seco (g)	35.62	35.20	34.60	18.80			186.00
Humedad %	25.4	46.4	43.23	23.0			21.60
Límites	40.00			23.00			
Indice de Plasticidad =	17.00						




Matamoros Huanan Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197304

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASFALTO GEO S.A.C.

Marco Antonio Tarpe Hila
GERENTE GENERAL

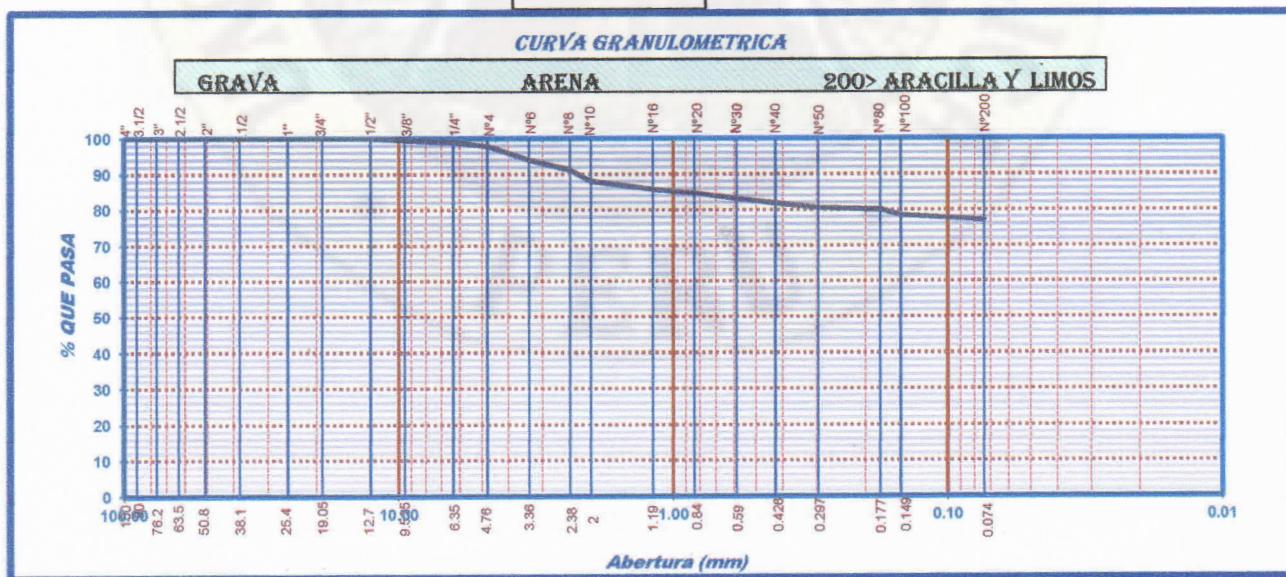
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO:	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".		
SOLICITA:	ROMERO GALLEGOS - ARQUENIVA SOTO	HECHO POR:	TEC:
PROCEDENCIA:	HUANCABELICA	CALICATA:	C - 1
UBICACION:	TERRENO DE FUNDACION	MUESTRA:	M - 1
FECHA:	12/08/2020	PROF:	1.5 m

Analisis Granulometrico por Tamizado Metodo AASHTO T-89 y ASTM D-1422

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION MINIMO MAXIMO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
4"	100.000	0	0	0	100		3/4"	Plg
3-1/2"	90.000	0	0	0	100			
3"	76.200	0	0	0	100			
2-1/2"	63.500	0	0	0	100		Limite Liquido	40.00
2"	50.800	0	0	0	100		Limite Plastico	23.00
1-1/2"	38.100	0	0	0	100		Indice Plastico	17.00
1"	25.400	0	0	0	100		Clasificacion	CL
3/4"	19.050	0	0	0	100		Indice de Grupo	4
1/2"	12.700	0	0	0	100		Humedad Natural	22
3/8"	9.525	12	1	1	99			
1/4"	6.350	10	0	1	99			
Nº 4	4.760	23	1	2	98			
Nº 6	3.360	78	4	6	94			
Nº 8	2.380	55	3	9	91			
Nº 10	2.000	62	3	12	88			
Nº 16	1.190	45	2	14	86			
Nº 20	0.840	24	1	15	85			
Nº 30	0.590	32	2	17	83			
Nº 40	0.426	24	1	18	82			
Nº 50	0.297	25	1	19	81			
Nº 80	0.177	11	1	20	80			
Nº 100	0.149	32	2	21	79			
Nº 200	0.074	26	1	23	77			
< Nº 200	0.000	1555	77	100	-			
PESO INICIAL		2014	Humedad Nat		22			
			Limite Liqui		40			



Matamoros Huanan Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197314

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO
Y ASEALTO GEO S.A.C.

Marco Antonio Taipei Hilla
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080



PROYECTO: "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".

SOLICITANTE: ROMERO GALLEGOS - ARQUEÑIVA SOTO

PROCEDENTE: HUANCVELICA

UBICACIÓN: TERRENO DE FUNDACION

FECHA: 12/08/2020

ESTADO: Disturbado

LADO: 63.65mm

Sondaje :	C-1	Profundidad :	1.5 m	Velocidad :	0.5 mm/min
Muestra :	E-2	Estado :	Disturbado	Clasificación SUCS:	CL
P.Unit:	1828 Kg/m3	P.Especif:	1.83 Tn/m3	Arcillas inorgánicas, arcillas arenosas, arcillas limosas	
ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Altura:	18.00 mm	Altura:	18.00 mm	Altura:	18.00 mm
Lado :	63.50 mm	Lado :	63.50 mm	Lado :	63.50 mm
D. Seca:	1.83 gr/cm ³	D. Seca:	1.83 gr/cm ³	D. Seca:	1.83 gr/cm ³
Humedad:	22 %	Humedad:	22 %	Humedad:	22 %
Esf. Normal :	0.63 kg/cm ²	Esf. Norma	1.29 kg/cm ²	Esf. Normal	2.58 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.32 kg/cm ²	Esf. Corte:	0.55 kg/cm ²	Esf. Corte:	1.03 kg/cm ²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.02
0.06	0.05	0.08
0.12	0.08	0.13
0.18	0.12	0.19
0.30	0.16	0.25
0.45	0.19	0.30
0.60	0.23	0.37
0.75	0.26	0.41
0.90	0.28	0.44
1.05	0.31	0.49
1.20	0.32	0.51
1.50	0.33	0.52
1.80	0.35	0.56
2.10	0.36	0.57
2.40	0.37	0.59
2.70	0.38	0.60
3.00	0.39	0.62
3.60	0.41	0.65
4.20	0.41	0.65
4.80	0.42	0.67
5.40	0.42	0.67
8.40	0.00	0.00
9.00	0.00	0.00

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.03
0.06	0.09	0.07
0.12	0.14	0.11
0.18	0.19	0.15
0.30	0.24	0.19
0.45	0.29	0.22
0.60	0.34	0.26
0.75	0.39	0.30
0.90	0.44	0.34
1.05	0.49	0.38
1.20	0.52	0.40
1.50	0.56	0.43
1.80	0.60	0.47
2.10	0.62	0.48
2.40	0.64	0.50
2.70	0.66	0.51
3.00	0.67	0.52
3.60	0.67	0.52
4.20	0.68	0.53
4.80	0.68	0.53
5.40	0.69	0.53
8.40	0.00	0.00
9.00	0.00	0.00

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.08	0.03
0.06	0.16	0.06
0.12	0.23	0.09
0.18	0.31	0.12
0.30	0.39	0.15
0.45	0.47	0.18
0.60	0.55	0.21
0.75	0.60	0.23
0.90	0.66	0.26
1.05	0.72	0.28
1.20	0.77	0.30
1.50	0.83	0.32
1.80	0.89	0.34
2.10	0.94	0.36
2.40	1.00	0.39
2.70	1.06	0.41
3.00	1.12	0.43
3.60	1.17	0.45
4.20	1.21	0.47
4.80	1.22	0.47
5.40	1.24	0.48
8.40	0.00	0.00
9.00	0.00	0.00

Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO GEO SAC

Marco Antonio Tarpe Hila
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080



PROYECTO: "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS".

SOLICITANTE: ROMERO GALLEGOS - ARQUEÑIVA SOTO

PROCEDENTE: HUANCAMELICA

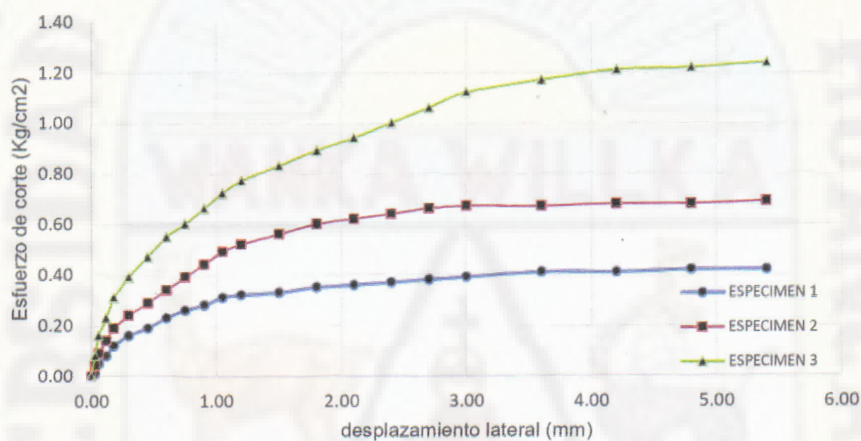
UBICACION: TERRENO DE FUNDACION

FECHA: 12/08/2020

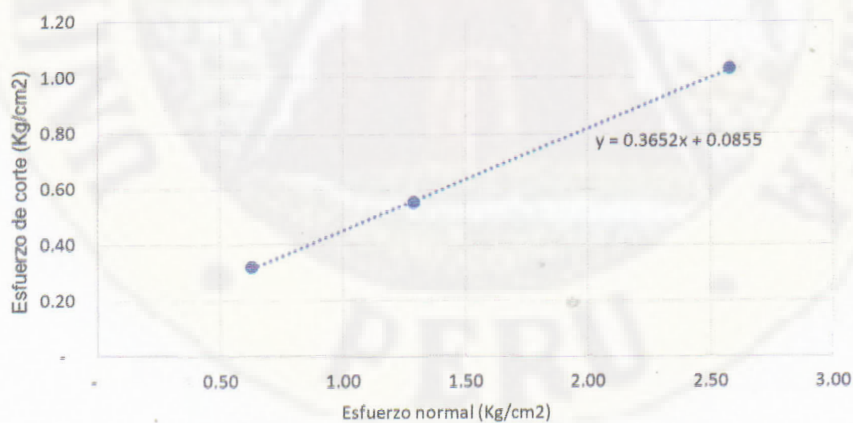
ESTADO: Disturbado

LADO: 63,65mm

Desplazamiento lateral vs esfuerzo de corte



Esfuerzo normal vs esfuerzo de corte



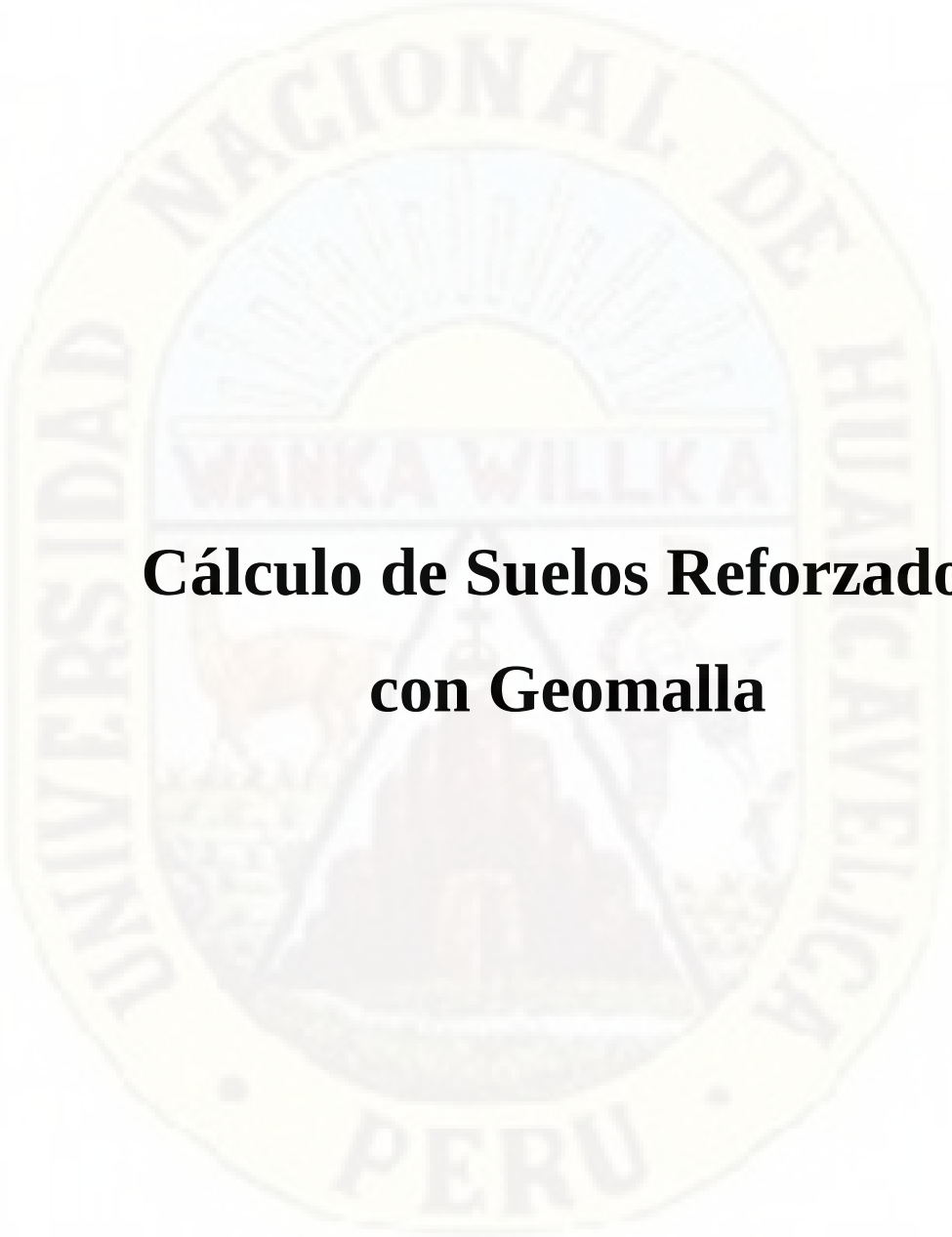
$\phi = 40.00^\circ$
 $C = 0.127 \text{ Kg/cm}^2$

Matamoros Huaman Waldir Gerry
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CIP. 197344

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO GEO SAC

Matco Antonio Tarpe Hil.
GERENTE GENERAL

**Cálculos de Suelos Reforzados
con Geomalla y Muros de
Concreto Armado**



Cálculo de Suelos Reforzados con Geomalla

DISEÑO DE MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLAS MEDIANTE LA METODOLOGIA DE LA FHWA

1. Definir Geometría, propiedades del suelo:

Geometría del muro:

$$H := 3 \text{ m}$$

$$S := 0 \text{ m}$$

$$d := 0 \text{ m}$$

$$\theta := 90^\circ$$

Acciones externas:

$$q := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 24 \text{ kPa}$$

Relación de talud Horizontal Vertical:

$$X_1 := 2 \quad Y_1 := 0$$

$$\beta := \text{atan}\left(\frac{Y_1}{X_1}\right) = 0^\circ$$

Propiedades del Suelo:

Suelo de Relleno Reforzado:

$$\gamma_r := 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_r := 34^\circ$$

$$c_r := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Suelo de Relleno Retenido

$$\gamma_b := 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_b := 40^\circ$$

$$c_b := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Suelo de Fundación

$$\gamma_f := 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_f := 40^\circ$$

$$c_f := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dimensiones minimas del refuerzo

Tabla N°6. Valores típicos para el cumplimiento mínimo de la longitud del refuerzo (FHWA NHI-10-024, 2009)

Caso a Analizar	Valor mínimo para la relación L/H
Carga estática, superficie horizontal y sobrecarga de tráfico	0.70
Muro con talu de coronación	0.80
Muro sujeto a fuerte actividad sísmica	0.80 a 1.10

En la tabla 6 "Valores típicos para el cumplimiento mínimo de L", se recomienda utilizar una longitud mínima de refuerzo, de 0.80 H para este caso en particular.

$$L := 0.8 \cdot H = 2.4 \text{ m}$$

2. Calcular las acciones características para la estabilidad externa

2.1. Calcular el empuje de Tierras

Empuje ejercido por el relleno retenido y empuje debido a sobrecarga.

Se calcula el empuje de tierras, de acuerdo a los establecido en la FHWA-NHI-10-024.

1) Calcular la altura equivalente h y el angulo de influencia I correspondiente:

$$h := L \cdot \tan(\beta) + H = 3 \text{ m} \quad \beta = 0^\circ$$

$$I := \operatorname{atan}\left(\frac{S}{2 \cdot H}\right) = 0^\circ$$

2) Determinar el valor del angulo de friccion de la interface δ :

La FHWA establece que para este caso en particular (FHWA-NHI-0025,2009)

$$\delta := \frac{2}{3} \phi_b = 26.667^\circ$$

3) Determinar el coeficiente de empuje activo horizontal del relleno retenido

$$I := \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_b + \delta) \cdot \sin(\phi_b - I)}{\sin(\theta - \delta) \cdot \sin(\theta - I)}}\right)^2 = 3.286$$
$$K_{ab} := \frac{(\sin(\theta + \phi_b))^2}{(\sin(\theta))^2 \cdot \sin(\theta - \delta) \cdot I} = 0.2$$

4) Determinar la resultante del empuje del relleno retenido F_T

$$F_T := \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot h^2 \cdot K_{ab} = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

5) Determinar la componente horizontal F_H y la componente vertical del empuje activo F_V

$$F_H := F_T \cdot \cos(I) = 16.188 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_V := F_T \cdot \sin(I) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

6) Determinar el empuje debido a la carga uniforme de trafico q :

$$q = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_2 := K_{ab} \cdot q \cdot h = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{H2} := F_2 \cdot \cos(I) = 14.389 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{V2} := F_2 \cdot \sin(I) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

7) Cargas verticales debidas al peso propio del relleno reforzado V1 y la carga debida al peso del talud en coronación V2

$$V_1 := \gamma_r \cdot H \cdot L = 129.6 \frac{kN}{m}$$

$$V_2 := \frac{1}{2} \gamma_r \cdot L \cdot (h - H) = 0 \frac{kN}{m}$$

3. Definir las Combinaciones de Acciones, Factores de Carga y Factores de Resistencia

La FHWA NHI-10-025 (2009) establece que la configuración geométrica de este muro corresponde a un "muro simple" (no es un estribo), por lo que, para realizar el diseño solo se requiere calcular para el estado último de Resistencia I. Este estado da la combinación de cargas críticas para el diseño. A continuación se adjunta las tablas con los coeficientes parciales que se deben utilizar.

Tabla 3.1 Factores parciales aplicarse a las acciones

Combinación de Carga	Factores de Carga			
	EV	EH	ES	LS
Resistencia I (maximo)	1.35	1.50	1.50	1.75
Resistencia I (minimo)	1.00	0.90	0.75	-
Servicio I	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 3.2 Factores parciales aplicarse a las resistencia

Mecanismo de Estabilidad	Factor de Resistencia
Capacidad soportante	$\phi_b = 0.65$
Deslizamiento	$\phi_s = 1.00$
Resistencia a la tracción (caso estatico)	$\phi_t = 0.90$
Resistencia al arrancamiento (caso estatico)	$\phi_p = 0.90$

4. Evaluar la Estabilidad Externa

4.1. Evaluación del deslizamiento.

4.1.1) Calcular el empuje horizontal por ancho unitario de muro.

En el apartado 2 se determinó el valor de la componente horizontal del empuje de tierras FH y el valor de la componente horizontal del empuje dado por la sobrecarga externa (q) F2. Sus valores se muestran a continuación:

$$F_H = 16.188 \frac{kN}{m}$$

$$F_{H2} = 14.389 \frac{kN}{m}$$

4.1.2) Calcular la fuerza horizontal mayorada P_d , necesaria para evaluar el deslizamiento por la base.

Para el cálculo de la fuerza mayorada, es necesario aplicarle los coeficientes parciales correspondientes que se obtienen de la tabla proporcionada en el apartado 2 de este ejemplo.

$$\gamma_{EH.MAX} := 1.50 \qquad \gamma_{LS} := 1.75$$

$$P_d := \gamma_{EH.MAX} \cdot F_H + \gamma_{LS} \cdot F_{H2} = 49.462 \frac{kN}{m}$$

4.1.3) Determinar las propiedades críticas de fricción en la base. (Coeficiente de fricción μ):

Asumir que la falla crítica por deslizamiento ocurre a través del suelo de fundación. Por lo tanto la propiedad friccional es:

$$\mu := \tan(\phi_f) = 0.839$$

4.1.4) Calcular la resistencia minorada por ancho unitario de muro

Para el cálculo de la resistencia minorada es necesario aplicar los coeficientes parciales correspondientes de la tabla 3.2 proporcionada en el apartado 2 del ejercicio. Para las cargas verticales debidas al peso del suelo debe utilizarse el factor mínimo EV-MIN. Mientras que, para las cargas verticales debidas al empuje de tierras deben utilizarse los factores máximos para ser consistentes con la metodología

$$\gamma_{EV.MIN} := 1 \qquad \gamma_{EH.MAX} := 1.50 \qquad \gamma_{LS} := 1.75$$

$$V_1 = 129.6 \frac{kN}{m} \qquad F_V = 0 \frac{kN}{m}$$

$$V_2 = 0 \frac{kN}{m} \qquad F_{V2} = 0 \frac{kN}{m}$$

$$R_T := (\gamma_{EV.MIN} \cdot (V_1 + V_2) + \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V + \gamma_{LS} \cdot F_{V2}) \cdot \mu = 108.747 \frac{kN}{m}$$

4.1.5) Calcular la razón de la capacidad de demanda CDR

$$CDR_s := \frac{R_T}{P_d} = 2.199$$

$Evaluacion_{CDR.s} := \text{if } CDR_s > 1$

“Longitud de refuerzo L es adecuada”
else
“Aumente Longitud de refuerzo L”

$Evaluacion_{CDR.s}$ = “Longitud de refuerzo L es adecuada”

4.2. Evaluación del límite de la excentricidad

1) Se debe calcular la excentricidad mediante la siguiente expresión:

$$e := \frac{SumM_D - SumM_R}{SumV}$$

$SumM_D$: sumatoria Sumatoria de momentos desestabilizadores (mayorados) en el centro de la base del muro. (L/2)

$SumM_R$: Sumatoria de momentos resistentes (minorados) en el centro de la base del muro.

$SumV$: Sumatoria de fuerzas verticales.

De acuerdo a la figura y las ecuacion anterior, se calcula la excentricidad e:

$$e := \frac{\gamma_{EH.MAX} \cdot F_H \cdot \left(\frac{h}{3}\right) + \gamma_{LS} \cdot F_{H2} \cdot \left(\frac{h}{2}\right) - \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V \cdot \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{LS} \cdot F_{V2} \cdot \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{EV.MIN} \cdot V_2 \cdot \left(\frac{L}{6}\right)}{\gamma_{EV.MIN} \cdot V_1 + \gamma_{EV.MIN} \cdot V_2 + \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V + \gamma_{LS} \cdot F_{V2}}$$

$$e = 0.479 \text{ m}$$

2) Verificar que la excentricidad **e** está dentro del medio de la mitad de la base $e \leq \frac{L}{4}$

Donde:

$$\frac{L}{4} = 0.6 \text{ m}$$

$$Verificacion_{excentricidad} := \begin{cases} \text{if } e \leq \frac{L}{4} \\ \quad \parallel \text{“Excentricidad adecuada”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Excentricidad Inadecuada. Aumente L”} \end{cases}$$

$$Verificacion_{excentricidad} = \text{“Excentricidad adecuada”}$$

4.3. Evaluación de la capacidad portante

1) Calcular la excentricidad con que actúa la presión vertical en la base del muro, la que no es la misma excentricidad e_b calculada en el apartado 4.2, ya que para el cálculo se utilizan los factores máximos en lugar de los mínimos.

De la tabla proporcionada en el apartado 2 y del cálculo de fuerzas se conoce que:

$$\gamma_{EV.MAX} := 1.35 \quad F_H = 16.188 \frac{kN}{m} \quad F_{V2} = 0 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_{EH.MAX} = 1.5 \quad F_{H2} = 14.389 \frac{kN}{m} \quad V_2 = 0 \frac{kN}{m}$$

Nótese que la fórmula de la excentricidad es la misma, lo único que cambia es el $\gamma_{EV.MIN}$ por $\gamma_{EV.MAX}$

$$e_b := \frac{\gamma_{EH.MAX} \cdot F_H \cdot \left(\frac{h}{3}\right) + \gamma_{LS} \cdot F_{H2} \cdot \left(\frac{h}{2}\right) - \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V \cdot \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{LS} \cdot F_{V2} \cdot \left(\frac{L}{2}\right) - \gamma_{EV.MAX} \cdot V_2 \cdot \left(\frac{L}{6}\right)}{\gamma_{EV.MAX} \cdot V_1 + \gamma_{EV.MAX} \cdot V_2 + \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V + \gamma_{LS} \cdot F_{V2}}$$

$$e_b = 0.355 \text{ m}$$

2) Calcular el esfuerzo vertical mayorado $q_{v.f}$ que actúa en la base asumiendo una distribución tipo de Meyerhof según sea el caso.

$$q_{v.f} := \frac{\gamma_{EV.MAX} \cdot V_1 + \gamma_{EV.MAX} \cdot V_2 + \gamma_{EH.MAX} \cdot F_V + \gamma_{LS} \cdot F_{V2}}{L - 2 \cdot e_b} = 103.486 \frac{kN}{m^2}$$

3) Determinar la carga de hundimiento mediante la siguiente expresión:

$$q_n := c_f \cdot \boxed{N_c} + 0.5 \cdot L' \cdot \gamma_f \cdot N\gamma$$

Dado que $\phi_f = 30$, de la tabla de factores de capacidad portante (FHWA, 2009)

$$N_c := 30$$

$$N\gamma := 22.4$$

Donde:

$$L' := L - 2 \cdot e_b$$

$$L' := \begin{cases} \text{if } e_b > 0 \text{ m} \\ \parallel L - 2 \cdot e_b \\ \text{else} \\ \parallel L \end{cases}$$

$$L' = 1.691 \text{ m}$$

Recuérdese que: $c_f = 0 \frac{kN}{m^2}$

$$q_n := c_f \cdot N_c + 0.5 \cdot L' \cdot \gamma_f \cdot N \gamma = 340.838 \frac{kN}{m^2}$$

Finalmente, se determina la resistencia al hundimiento minorada, utilizándose un coeficiente parcial de minoración (tabla 3.2 de este ejemplo) de $\phi := 0.65$

$$q_r := \phi \cdot q_n = 221.544 \frac{kN}{m^2}$$

4) Verificar que la resistencia minorada es mayor que el esfuerzo vertical mayorado.

$$q_r \geq q_{v.f}$$

Se tiene que: $q_{v.f} = 103.486 \frac{kN}{m^2}$

$$Verificación_{capacidad.soportante} := \begin{cases} \text{if } q_r \geq q_{v.f} \\ \quad \parallel \text{“Suficiente”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Insuficiente”} \end{cases}$$

$$Verificación_{capacidad.soportante} = \text{“Suficiente”}$$

5. Evaluar la Estabilidad Interna:

5.1. Seleccionar las Geomallas de Refuerzo. (GG)

Las geomallas de refuerzo que serán utilizadas para el diseño, corresponden a un mismo tipo de geomalla (uniaxial) pero con dos diferentes grados de resistencias, ello de acuerdo al fabricante (TensorCorp)

GG1

$$T_{ult1} := 70 \frac{kN}{m}$$

GG2

$$T_{ult2} := 144 \frac{kN}{m}$$

GG: Geomallas

5.2 Definir el Espaciamiento Vertical del refuerzo y el Número de Capas:

Se debe considerar que el espaciamiento máximo recomendado es de 0.50 m. Sin embargo, para este diseño se ha escogido una separación vertical uniforme de:

$$s_v := 0.50 \text{ m}$$

Esta separación es compatible con el tamaño de la malla electrosoldada que se utilizan para la construcción del paramento del muro. Los mallas utilizadas tienen una altura de 0.50 m, por lo que dicha medida se ajusta correctamente al sistema escogido para la configuración del paramento.

Se utilizará este espaciamiento, excepto para la capa inferior que será colocada a 0.20 m del suelo de fundación para cumplir con lo expuesto en el cálculo de la estabilidad al deslizamiento (contacto suelo-suelo). debido a que el coeficiente de fricción desarrollado en la interfaz corresponde a la $\tan(\phi_f)$

A partir del espaciamiento uniforme escogido se determinan el número de capas de refuerzo:

$$No_{capas} := \left(\frac{H - 2 \cdot 0.25 \text{ m}}{s_v} \right) + 1 = 6$$

La distribución final de las 6 capas de refuerzo se muestra en los planos.

5.3 Calcular la máxima tracción que actúa en cada capa de refuerzo geosintético Tmax:

Para este caso en particular, muro con talud sin talud en su coronación y sobrecarga (carga viva).

$$k_a := \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right)^2 = 0.283$$
$$\sigma_H := k_a \cdot \left[\gamma_r \cdot (Z + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX} \right]$$

Donde:

ka: debe ser calculado con la formula de Rankine

A partir del cálculo del esfuerzo horizontal se determina la tensión máxima que actúa en cada capa de refuerzo.

$$Tmax := \sigma_H \cdot A_{trib}$$

Siendo:

Atrib: Area tributaria, calculada a partir de la resta de Zmás y Zmenos. (Figura 5.2.1 de este ejemplo)

A continuación se muestra el cálculo de todas las capas. En la FHWA a excepción de la capa 1 (la superior) el resto de las capas siguen el mismo procedimiento. La capa 1 introduce una particularidad y se trata del concepto de ZAve para calcular el esfuerzo σ_{H1} . (FHWA NHI-10-025, 2009)

Capa 1:

$$Z_1 := 0.50 \text{ m}$$

$$Z_{menos1} := 0.00 \text{ m}$$

$$Z_{mas1} := Z_1 + 0.5 \cdot (Z_1 + s_v - Z_1) = 0.75 \text{ m}$$

$$S_{vt1} := Z_{mas1} - Z_{menos1} = 0.75 \text{ m}$$

$$Z_{Ave} := \frac{S_{vt1}}{2} = 0.375 \text{ m}$$

$$h_{eq} := \frac{q}{\gamma_r} = 1.333 \text{ m}$$

$$\sigma_{H1} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_{Ave} + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 11.736 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max1} := \sigma_{H1} \cdot S_{vt1} = 8.802 \frac{kN}{m}$$

Capa 2:

$$Z_2 := Z_1 + s_v = 1 \text{ m}$$

$$Z_{menos2} := Z_1 + s_v - 0.5 \cdot s_v = 0.75 \text{ m}$$

$$Z_{mas2} := Z_1 + s_v + 0.5 \cdot (s_v) = 1.25 \text{ m}$$

$$S_{vt2} := Z_{mas2} - Z_{menos2} = 0.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{H2} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_2 + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 16.03 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max2} := \sigma_{H2} \cdot S_{vt2} = 8.015 \frac{kN}{m}$$

Capa 3:

$$Z_3 := Z_1 + 2 \cdot s_v = 1.5 \text{ m}$$

$$Z_{menos3} := Z_1 + 2 \cdot s_v - 0.5 \cdot s_v = 1.25 \text{ m}$$

$$Z_{mas3} := Z_1 + 2 \cdot s_v + 0.5 \cdot (s_v) = 1.75 \text{ m}$$

$$S_{vt3} := Z_{mas3} - Z_{menos3} = 0.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{H3} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_3 + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 19.465 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max3} := \sigma_{H3} \cdot S_{vt3} = 9.732 \frac{kN}{m}$$

Capa 4:

$$Z_4 := Z_1 + 3 \cdot s_v = 2 \text{ m}$$

$$Z_{menos4} := Z_1 + 3 s_v - 0.5 \cdot s_v = 1.75 \text{ m}$$

$$Z_{mas4} := Z_1 + 3 \cdot s_v + 0.5 \cdot (s_v) = 2.25 \text{ m}$$

$$S_{vt4} := Z_{mas4} - Z_{menos4} = 0.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{H4} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_4 + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 22.9 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max4} := \sigma_{H4} \cdot S_{vt4} = 11.45 \frac{kN}{m}$$

Capa 5:

$$Z_5 := Z_1 + 4 \cdot s_v = 2.5 \text{ m}$$

$$Z_{menos5} := Z_1 + 4 s_v - 0.5 \cdot s_v = 2.25 \text{ m}$$

$$Z_{mas5} := Z_1 + 4 \cdot s_v + 0.13 \text{ m} = 2.63 \text{ m}$$

$$S_{vt5} := Z_{mas5} - Z_{menos5} = 0.38 \text{ m}$$

$$\sigma_{H5} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_5 + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 26.335 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max5} := \sigma_{H5} \cdot S_{vt5} = 10.007 \frac{kN}{m}$$

Capa 6:

$$Z_6 := Z_5 + 0.25 \text{ m} = 2.75 \text{ m}$$

$$Z_{menos6} := Z_1 + 5 s_v - 0.37 \text{ m} = 2.63 \text{ m}$$

$$Z_{mas6} := Z_1 + 5 \cdot s_v = 3 \text{ m}$$

$$S_{vt6} := Z_{mas6} - Z_{menos6} = 0.37 \text{ m}$$

$$\sigma_{H6} := k_a \cdot (\gamma_r \cdot (Z_6 + h_{eq}) \cdot \gamma_{EV.MAX}) = 28.052 \frac{kN}{m^2}$$

$$T_{max6} := \sigma_{H6} \cdot S_{vt6} = 10.379 \frac{kN}{m}$$

Las fuerzas de tracción de todas las capas de refuerzo, de la 1 a la 6, se muestran a continuación:

$$T_{max1} = 8.802 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max4} = 11.45 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max2} = 8.015 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max5} = 10.007 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max3} = 9.732 \frac{kN}{m}$$

$$T_{max6} = 10.379 \frac{kN}{m}$$

5.4 Calcular la resistencia minorada del refuerzo a la tracción T_r :

$$T_r := \phi \cdot T_{al}$$

$$\phi_{tracción} := 0.90$$

Donde:

T_r : Resistencia minorada del refuerzo, expresada como una fuerza por ancho unitario de geomalla.

T_{al} : Resistencia a largo plazo del refuerzo expresada como una fuerza por ancho unitario de geomalla.

ϕ : Factor parcial de minoración de la resistencia a la tracción obtenido a partir de la tabla proporcionada en el apartado 2 del ejercicio.

$$T_{al} := \frac{T_{ult}}{FS_{DDI} \cdot FS_{CR} \cdot FS_D}$$

Siendo:

FS_{DDI} : Factor reductor por daño por instalación.

FS_{CR} : Factor reductor por deformación por esfuerzo sostenido.

FS_D : Factor reductor que considera la durabilidad del refuerzo a largo plazo.

Viera (2011) proporciona valores típicos de estos factores de reducción:

$$FS_{DDI} := 1.05$$

$$FS_{CR} := 2.6$$

$$FS_D := 1$$

En el apartado 5.1 del ejercicio, se definieron cuatro diferentes valores de ϕ para un mismo tipo de geomalla (GG).

A continuación se muestra el cálculo de la resistencia minorada del refuerzo tipo 1. Siguiendo el mismo procedimiento se obtienen los valores de la resistencia minorada de los refuerzos tipo 2,3 y 4.

GG1

$$T_{ult1} = 70 \frac{kN}{m}$$

$$T_{al1} := \frac{T_{ult1}}{FS_{DDI} \cdot FS_{CR} \cdot FS_D} = 25.641 \frac{kN}{m}$$

$$T_{r1} := \phi_{tracción} \cdot T_{al1} = 23.077 \frac{kN}{m}$$

GG2

$$T_{ult2} = 144 \frac{kN}{m}$$

$$T_{al2} := \frac{T_{ult2}}{FS_{DDI} \cdot FS_{CR} \cdot FS_D} = 52.747 \frac{kN}{m}$$

$$T_{r2} := \phi_{tracción} \cdot T_{al2} = 47.473 \frac{kN}{m}$$

5.5 Cálculo del radio de capacidad de demanda (CDR)

Una forma de comprobar la relación $T_{maxi} \leq T_r$ es a través del cálculo del radio de capacidad de demanda CDR, el cual debe ser mayor que 1 para garantizar que el refuerzo tiene suficiente resistencia a la tracción:

$$CDR_{tr} := \frac{T_r}{T_{max}} > 1$$

Se debe escoger una geomalla (GG) que haga que el CDR sea mayor a 1, de lo contrario se producirá un falla por tracción:

$$CDR_{tr1} := \frac{T_{r1}}{T_{max1}} = 2.622$$

$$CDR_{tr4} := \frac{T_{r2}}{T_{max4}} = 4.146$$

$$CDR_{tr2} := \frac{T_{r1}}{T_{max2}} = 2.879$$

$$CDR_{tr5} := \frac{T_{r2}}{T_{max5}} = 4.744$$

$$CDR_{tr3} := \frac{T_{r1}}{T_{max3}} = 2.371$$

$$CDR_{tr6} := \frac{T_{r2}}{T_{max6}} = 4.574$$

Resistencia del Refuerzo al Arrancamiento.

1. Calcular la longitud activa L_a , la longitud de empotramiento disponible $L_{el_{disp}}$ y la longitud de empotramiento requerida L_e :

$$L_{ei} := \frac{T_{max}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_v \cdot C \cdot R_c}$$

Donde:

$\phi_{tracción}$:Es el mismo utilizado para el cálculo de la resistencia a la rotura.

F :Factor de resistencia a la extracción variable con la profundidad.

$$F := \frac{2}{3} \cdot \tan(\phi_r) = 0.45$$

α : Factor de corrección que se aplica para tomar en cuenta la reducción no lineal de esfuerzo que ocurre sobre la longitud empotrada en refuerzos extensibles.

$$\alpha := 0.8$$

se tiene:

$$R_c := 1$$

$$C := 2$$

La longitud activa L_a se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$L_{ai} := (H - Z_i) \cdot \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

A continuación se muestra el cálculo de las capas:

Capa 1:

Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a1} := (H - Z_1) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 1.329 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i\text{disponible}}$

$$Le_{1\text{disp}} := L - L_{a1} = 1.071 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{v1} := (\gamma_r \cdot Z_1) = 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e1} := \frac{T_{max1}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v1} \cdot C \cdot R_c} = 1.51 \text{ m}$$

Capa 2:

Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a2} := (H - Z_2) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 1.063 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i\text{disponible}}$

$$Le_{2\text{disp}} := L - L_{a2} = 1.337 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_2 = 1 \text{ m}$$

$$\sigma_{v2} := (\gamma_r \cdot Z_2) = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e2} := \frac{T_{max2}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v2} \cdot C \cdot R_c} = 0.688 \text{ m}$$

Capa 3:

Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a3} := (H - Z_3) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 0.798 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i\text{disponible}}$

$$Le_{3\text{disp}} := L - L_{a3} = 1.602 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_3 = 1.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{v3} := (\gamma_r \cdot Z_3) = 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e3} := \frac{T_{max3}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v3} \cdot C \cdot R_c} = 0.557 \text{ m}$$

Capa 4:

Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a4} := (H - Z_4) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 0.532 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i\text{disponible}}$

$$Le_{4\text{disp}} := L - L_{a4} = 1.868 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_4 = 2 \text{ m}$$

$$\sigma_{v4} := (\gamma_r \cdot Z_4) = 36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e4} := \frac{T_{max4}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v4} \cdot C \cdot R_c} = 0.491 \text{ m}$$

Capa 5:Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a5} := (H - Z_5) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 0.266 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i \text{ disponible}}$

$$Le_{5 \text{ disp}} := L - L_{a5} = 2.134 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_5 = 2.5 \text{ m}$$

$$\sigma_{v5} := (\gamma_r \cdot Z_5) = 45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e5} := \frac{T_{max5}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v5} \cdot C \cdot R_c} = 0.343 \text{ m}$$

Capa 6:Longitud Activa L_{ai} :

$$L_{a6} := (H - Z_6) \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi_r}{2} \right) = 0.133 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento disponible $Le_{i \text{ disponible}}$

$$Le_{6 \text{ disp}} := L - L_{a6} = 2.267 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento requerida L_{ei} :

$$Z_6 = 2.75 \text{ m}$$

$$\sigma_{v6} := (\gamma_r \cdot Z_6) = 49.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_{e6} := \frac{T_{max6}}{\phi_{tracción} \cdot F \cdot \alpha \cdot \sigma_{v6} \cdot C \cdot R_c} = 0.324 \text{ m}$$

Las longitudes de empotramiento disponibles y requeridas de cada uno de los elementos de refuerzo de la capa 1 a la 06 se muestran a continuación:

Longitudes de empotramiento disponibles:

$$Le_{1 \text{ disp}} = 1.071 \text{ m} \quad Le_{4 \text{ disp}} = 1.868 \text{ m}$$

$$Le2_{disp} = 1.337 \text{ m} \quad Le5_{disp} = 2.134 \text{ m}$$

$$Le3_{disp} = 1.602 \text{ m} \quad Le6_{disp} = 2.267 \text{ m}$$

Longitudes de empotramiento requeridas:

$$Le1 = 1.51 \text{ m} \quad Le4 = 0.491 \text{ m}$$

$$Le2 = 0.688 \text{ m} \quad Le5 = 0.343 \text{ m}$$

$$Le3 = 0.557 \text{ m} \quad Le6 = 0.324 \text{ m}$$

5.7 Calcular el radio de capacidad de demanda (CDR)

$$CDR_{arrancamiento} := \frac{Le_{i_{disp}}}{L_{ei}}$$

$$CDR_{arran1} := \frac{Le1_{disp}}{L_{e1}} = 0.709$$

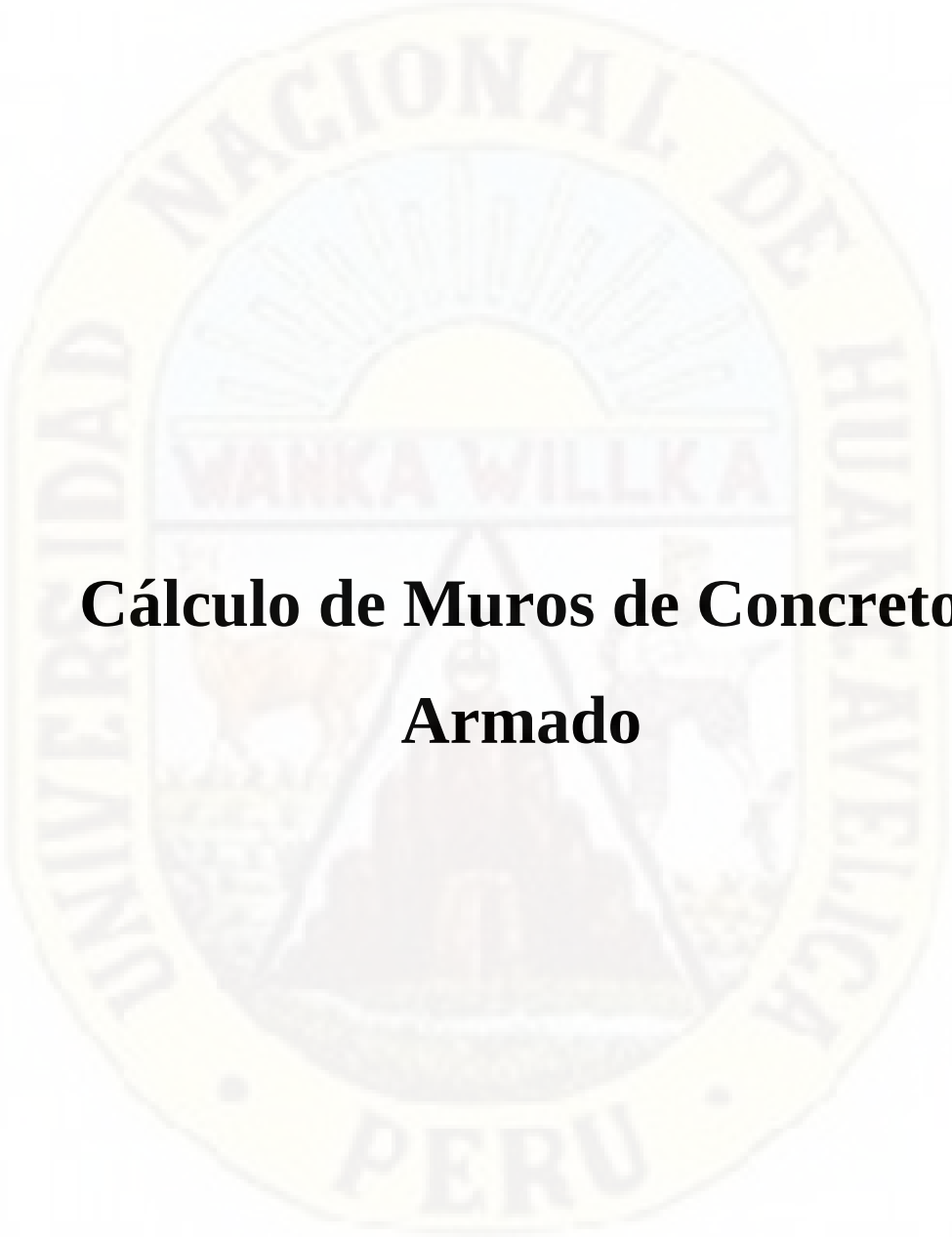
$$CDR_{arran4} := \frac{Le4_{disp}}{L_{e4}} = 3.804$$

$$CDR_{arran2} := \frac{Le2_{disp}}{L_{e2}} = 1.944$$

$$CDR_{arran5} := \frac{Le5_{disp}}{L_{e5}} = 6.214$$

$$CDR_{arran3} := \frac{Le3_{disp}}{L_{e3}} = 2.879$$

$$CDR_{arran6} := \frac{Le6_{disp}}{L_{e6}} = 7.001$$



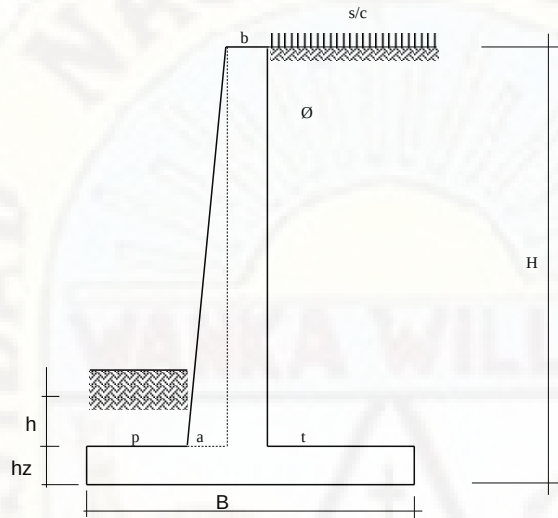
Cálculo de Muros de Concreto Armado

CALCULO DE MURO DE CONCRETO ARMADO (Muro en Voladizo)



TESIS:	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"
C.ESTUDIOS:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD:	INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
SISTEMA:	MURO DE CONCRETO ARMADO
Z. ESTUDIO:	CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (TRAMO KM 4+475-4+510)
FECHA:	ABRIL 2021

MURO DE CONTENCIÓN TIPO VOLADIZO H = 3.00 m.



PREDIMENSIONAMIENTO:

h: altura cimentación mínima	mínimo 40cm
H: altura total actuante	
hz: altura de base	0.1*H
b: ancho superior	mínimo 30cm
B: base	0.5 a 0.7*H
p: punta	0.1*H
t: talón	

MATERIAL DE RELLENO:

Ør:	34
P. Especifico:	1835.46 Kg/m3

MATERIAL DE BASE:

Øb:	40
P. Especifico:	1835.46 Kg/m3
u:	0.607
σ =	10.68 Kg/cm2

CONCRETO:

P. Especifico:	2400 Kg/m3
f'c:	210 Kg/cm2

SOBRECARGA (s/c):

s/c:	2447.28 Kg/m2
------	---------------

DATOS ASUMIDOS (en metros)

H	h	hz	B	p	a	t	b
3.00	0.40	0.30	1.80	0.30	0.10	1.10	0.30

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD:

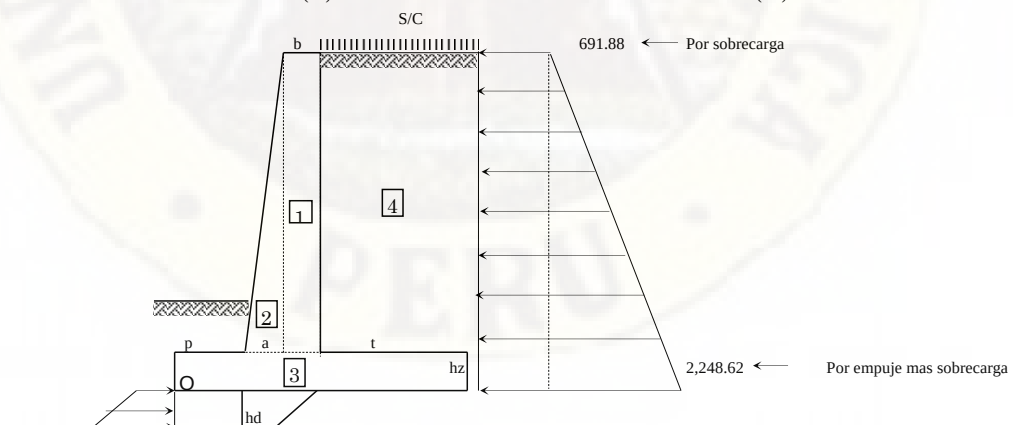
Coefficiente de empuje activo según Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi_r)}{1 + \sin(\phi_r)}$$

$$K_a = 0.2827$$

$$K_p = \frac{1 + \sin(\phi_b)}{1 - \sin(\phi_b)}$$

$$K_p = 4.5989$$



Tomando momentos respecto al punto O:

MOMENTO ACTUANTE:

EFEECTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO
Empuje activo	2,335.10	1.00	2,335.10
Sobrecarga	2,075.65	1.50	3,113.47
Total	4,410.75		5,448.58

MOMENTO RESISTENTE:

EFEECTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO
1	1,944.00	0.55	1,069.20
2	324.00	0.33	108.00
3	1,296.00	0.90	1,166.40
4	5,451.32	1.25	6,814.15
Sobrecarga	2,936.74	1.25	3,670.92
Total	11,952.05		12,828.67

FUERZA POR EMPUJE PASIVO: (En el dentellón hd)

hd asumido:	
Empuje pasivo:	0.00

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO:

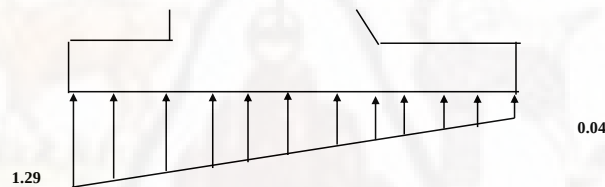
F.S.= Momento resistente / Momento actuante

F.S.= **2.35** **CONFORME****FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO:**F.S.= $u \cdot F_v / F_h$ F.S.= **1.64** **CONFORME, NO HAY NECESIDAD DE CONSTRUIR UN DENTELLON**

FALSO

F.S.= $u \cdot F_v / (F_h - \text{Fuerza empuje pasivo})$ F.S.= **1.64** **CONFORME PREVIA EJECUCION DEL DENTELLON**

Nota: No se considera el peso del dentellón en el cálculo del momento resistente, esto está del lado de la seguridad.

PRESION DEL SUELO:Punto de paso de la resultante: **0.62 m.**Excentricidad: **0.28 m.**B/6: **0.30 m.**La excentricidad debe ser menor que B/6: **CONFORME**Presión máxima en el suelo: **1.29 Kg/cm²**Presión mínima en el suelo: **0.04 Kg/cm²****Esfuerzo admisible del suelo de fundación σ_{adm}** (FScap. portante ≥ 3.00)

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{F_{Scap. portante}}$$

 $\sigma_{adm} = 3.558333333$ **Verificación de capacidad portante** $\sigma_{max} = 1.29 \text{ Kg/cm}^2$ $\leq 3.56 \text{ Kg/cm}^2$ **CONFORME** $\sigma_{max} = 0.04 \text{ Kg/cm}^2$ $\leq 3.56 \text{ Kg/cm}^2$ **CONFORME****DISEÑO DE LA ARMADURA DE LA PANTALLA VERTICAL**Altura de pantalla vertical (hp): **2.70 m.**

Las cargas que actúan sobre la pantalla son las debidas al empuje activo del suelo y a la sobrecarga sobre el terreno.

Empuje activo: $.5 \cdot (\text{Pesp.suelo} \cdot Ca \cdot hp) \cdot hp =$ **1,891.43 Kg**Sobrecarga: $s/c \cdot Ca \cdot hp =$ **1,868.08 Kg**

Momento en la base de la pantalla será:

 $Mu = 1.7 \cdot (\text{Empuje activo} \cdot hp/3 + \text{sobrecarga} \cdot hp/2):$ **7,181.14 Kg - m** $Vu = 1.7 \cdot (\text{Empuje activo} + \text{Sobrecarga})$ **6,391.18 Kg**

"a" asumido	As=Mu/(Ø*fy*(d-a/2)) (cm2)	a=As*fy/(.85*f'c*b) (cm)	Mu (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
50.00	19.00	4.47	7,181.14	100	35
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
	5.43	1.28			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f'c/fy*b*d			
	7.00 cm2		31.50 cm2		
Acero de refuerzo(cm2)=		7.00			

Refuerzo en la Pantalla Vertical

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamiento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

Refuerzo Horizontal

As min V = 0.0020 x b x h
 As min V = 8.00

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamiento 15.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 15.00

DISEÑO DE LA ARMADURA DEL TALON

$wu = 1.4 * (p.e.suelo * (H - h_z) + h_z * p.e.concreto) + 1.7 * w$ $m = (q_{max} - q_{min}) / B$
 $wu = 12,106.41 \text{ kg/m}$ $m = 0.69$
 $Mu = wu * t^2 / 2 - 1.7 * ((q_{min} + m * t) / 6 + q_{min} / 3) * t^2 * 10000$
 $Mu = 4,306.35 \text{ Kg - m}$
 $Vu = wu * t - 1.7 * (q_{min} + m * t + q_{min}) * t / 2 * 10000$
 $Vu = 5447.707049 \text{ Kg}$

"a" asumido	As=M _u /(Ø*fy*(d-a/2)) (cm ²)	a=As*fy/(.85*f'c*b) (cm)	Mu (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
30.00	5.70	1.34	4,306.35	100	35
	3.32	0.78			
	3.29	0.77			
	3.29	0.77			
	3.29	0.77			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f'c/fy*b*d			
	7.00 cm ²	31.50 cm ²			
Acero de refuerzo(cm ²)=		7.00			

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamiento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

DISEÑO DE LA ARMADURA DE LA PUNTA

$Mu = 1.7 * (q_{max} / 3 + (q_{min} + m * (B - p)) / 6) * p^2 * 10000$
 $Mu = 933.18 \text{ Kg - m}$
 $Vu = 1.7 * p / 2 * (q_{max} + q_{min} + m * (B - p)) * 10000$
 $Vu = 6,044.05 \text{ Kg}$

"a" asumido	As=M _u /(Ø*fy*(d-a/2)) (cm ²)	a=As*fy/(.85*f'c*b) (cm)	Mu (Kg-m)	bw (cm)	d (cm)
30.00	1.23	0.29	933.18	100	35
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
	0.71	0.17			
As.min=0.002*b*d		As.max=0.8*f'c/fy*b*d			
	7.00 cm ²	31.50 cm ²			
Acero de refuerzo(cm ²)=		7.00			

si utilizamos varilla de Ø 1/2" Asb = 1.27 cm²
 Nro de varillas = 6.00 varillas por 1m de Profundiada de Muro
 Espaciamiento 20.00

Se Puede utilizar varillas de Ø 1/2" @ 20.00

FACTORES DE CARGA			
TERZAGHI			
Ángulo Fi	Nc	Nq	Ng
0	5.7	1	0
1	6	1.1	0.01
2	6.3	1.22	0.04
3	6.62	1.35	0.06
4	6.97	1.49	0.1
5	7.34	1.64	0.14
6	7.73	1.81	0.2
7	8.15	2	0.27
8	8.6	2.21	0.35
9	9.09	2.44	0.44
10	9.61	2.69	0.56
11	10.16	2.98	0.69
12	10.76	3.29	0.85
13	11.41	3.69	1.04
14	12.11	4.02	1.26
15	12.86	4.45	1.52
16	13.68	4.92	1.82
17	14.6	5.45	2.18
18	15.12	6.04	2.59
19	16.56	6.7	3.07
20	17.69	7.44	3.64
21	18.92	8.26	4.31
22	20.27	9.19	5.09
23	21.75	10.23	6
24	23.36	11.4	7.08
25	25.12	12.72	8.34
26	27.09	14.21	9.84
27	29.24	15.9	11.6
28	31.61	17.81	13.7
29	34.24	19.98	16.18
30	37.16	22.46	19.13
31	40.41	25.28	22.65
32	44.04	28.52	26.87
33	48.09	32.23	31.94
34	52.64	36.5	38.04
35	57.75	41.44	45.41
36	63.53	47.16	54.36
37	70.01	53.8	65.27
38	77.5	61.55	78.61
39	85.97	70.61	95.03
40	95.66	81.27	115.31
41	106.81	93.85	140.51
42	119.67	108.75	171.99
43	134.58	126.5	211.56
44	151.95	147.74	261.6
45	172.28	173.28	325.34
46	196.22	204.19	407.11
47	224.55	241.8	512.84
48	258.28	287.85	650.67
49	298.71	344.63	831.99
50	347.5	415.14	1072.8



TESIS:

C. ESTUDIOS
FACULTAD
SISTEMA
Z. ESTUDIO
FECHA

"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

: INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

: MURO DE CONCRETO ARMADO

: CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (TRAMO KM 4+475-4+510)

: ABRIL 2021

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI

Datos:

Profundidad de desplante, Df; (mts):	0.7
Peso Volumétrico del suelo; Gm (Ton/m3):	1.6
Cohesión del suelo, c; (Ton/m2):	1.25
Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	40.0
Ancho o Radio del cimientto; B ó R (mts):	1.8
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	1
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0

Cálculos y Resultados:

Factores dependientes del ángulo de fricción:

Factor de cohesión, Nc =	95.66
Factor de sobrecarga, Nq =	81.27
Factor de piso, Ng =	115.31

a) Para cimiento continuo:

Capacidad de carga última, qc:

$$q_c = c \cdot N_c + G_m \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N_g$$

Capacidad de carga admisible; qa:

$$q_a = q_c / F.S.$$

$$c \cdot N_c = 119.6$$

$$G_m \cdot D_f \cdot N_q = 91.0$$

$$0.5 \cdot g \cdot B \cdot N_g = 166.0$$

$$q_c, (\text{Ton/m}^2) = 376.6$$

$$q_a, (\text{Ton/m}^2) = 125.55$$

b) Para cimiento cuadrado:

Capacidad de carga última, qc:

$$q_c = 1.3 \cdot c \cdot N_c + G_m \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot G_m \cdot B \cdot N_g$$

Capacidad de carga admisible; qa:

$$q_a = q_c / F.S.$$

$$1.3 \cdot c \cdot N_c = 155.4$$

$$g \cdot D_f \cdot N_q = 91.0$$

$$0.4 \cdot g \cdot B \cdot N_g = 73.8$$

$$q_c, (\text{Ton/m}^2) = 320.3$$

$$q_a, (\text{Ton/m}^2) = 106.756$$

c) Para cimiento circular:

Capacidad de carga última, qc:

$$q_c = 1.3 \cdot c \cdot N_c + G_m \cdot D_f \cdot N_q + 0.6 \cdot G_m \cdot R \cdot N_g$$

Capacidad de carga admisible; qa:

$$q_a = q_c / F.S.$$

$$1.3 \cdot c \cdot N_c = 155.4$$

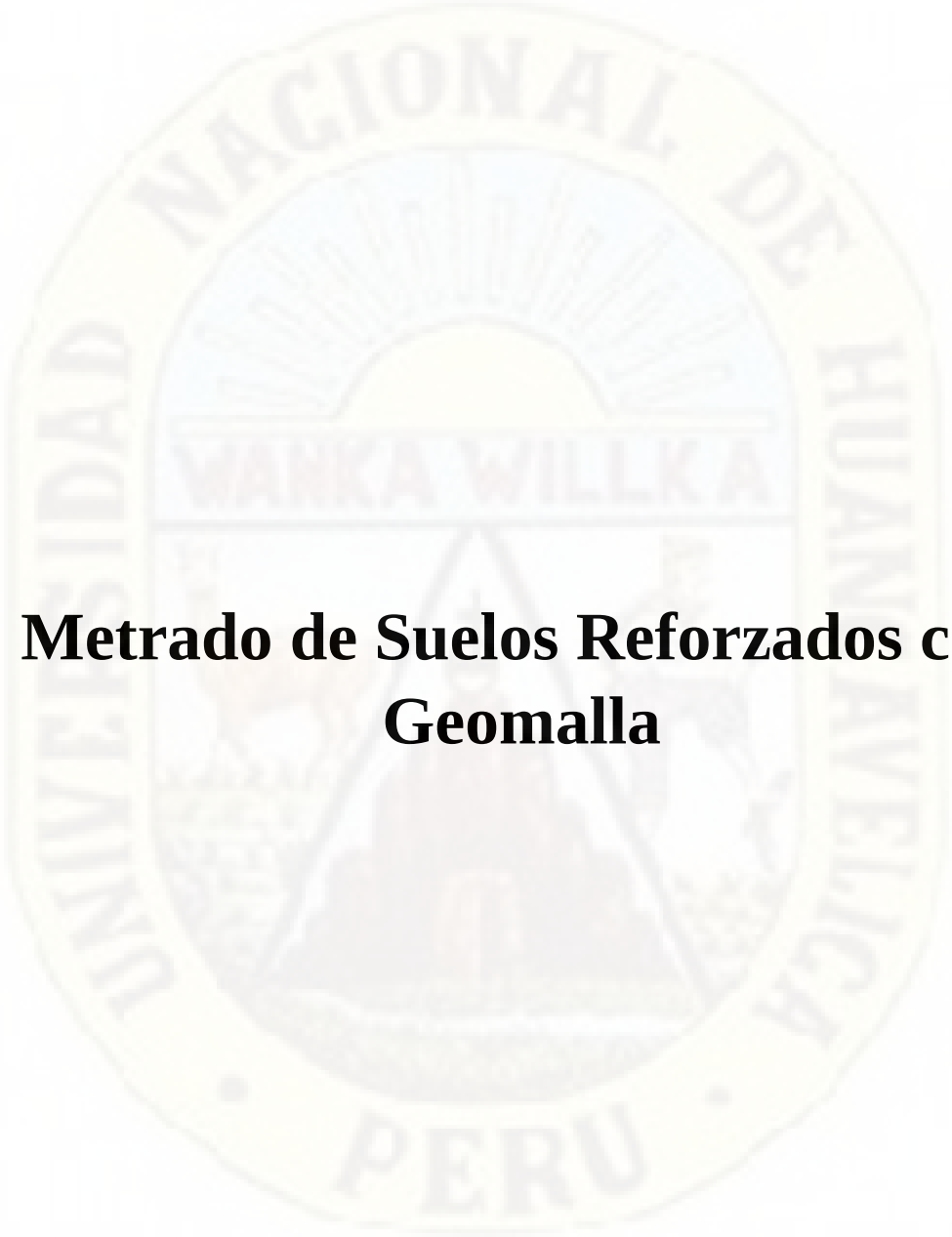
$$g \cdot D_f \cdot N_q = 91.0$$

$$0.6 \cdot g \cdot R \cdot N_g = 110.7$$

$$q_c, (\text{Ton/m}^2) = 357.2$$

$$q_a, (\text{Ton/m}^2) = 119.1$$

**Hoja de Metrados de Suelos
Reforzados con Geomalla y
Muros de Concreto Armado**



Metrado de Suelos Reforzados con Geomalla

HOJA DE METRADOS (MURO DE SUELOS REFORZADO)

TESIS

"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

C. ESTUDIOS : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

FACULTAD : INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

SISTEMA : MURO DE CONCRETO ARMADO

Z. ESTUDIO : CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (TRAMO KM 4+475-4+510)

FECHA : ABRIL 2021



ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01	MUROS DE TIERRA MECANICAMENTE ESTABILIZADA							
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.02	MOVIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	EXCAVACION PARA MURO MECANICAMENTE ESTABILIZADO	m3						346.61
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			346.61	
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3						159.10
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			159.10	
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	m3						199.50
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	35.00	1.90	3.00	199.50	
01.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA	m3						17.50
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	35.00		0.50	17.50	
01.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						290.07
	MOVIMIENTO DE TIERRAS - PARA MURO		1.25	346.61			433.26	
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO		-0.90	159.10			-143.19	
01.03	PARAMENTO C/MALLA ELECTROSOLDADA Y PIEDRA DE 4" -6"							
01.03.01	SUMINISTRO DE PIEDRAS DE 4" A 6"	m3						75.60
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	AREA=	0.36	75.60	
01.03.02	INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	m						210.00
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00			210.00	
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2						205.80
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	0.98		205.80	
01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAxIAL	m2						567.00
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		6	35.00	2.70		567.00	
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL							
01.04.01	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 1	m2						252.00
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							252.00
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		3	35.00	2.40		252.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL TIPO I							
01.04.02	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3	m2						252.00
	TRAMO CARRETERA HUANCABELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		3	35.00	2.40		252.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3							

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA MURO DE SUELO REFORZADO**CORTE PARA CIMIENTO DE MURO**

KM	DIST	AC	AR	VC	VR	VC ACUM	VR ACUM	OM
0+000	0.00	11.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005	5.00	10.26	0.00	53.50	0.00	53.50	0.00	53.50
0+010	5.00	10.80	0.00	52.65	0.00	84.63	0.00	84.63
0+015	5.00	10.78	0.00	53.95	0.00	138.58	0.00	138.58
0+020	5.00	12.57	0.00	58.38	0.00	182.25	0.00	182.25
0+025	5.00	12.88	0.00	55.35	0.00	237.60	0.00	237.60
0+030	5.00	11.82	0.00	52.46	0.00	290.06	0.00	290.06
0+035	5.00	10.80	0.00	56.55	0.00	346.61	0.00	346.61

RELLENO PARA MURO DE SUELO REFORZADO

KM	DIST	AC	AR	VC	VR	VC ACUM	VR ACUM	OM
0+000	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005	5.00	0.00	4.52	0.00	22.60	0.00	22.60	-22.60
0+010	5.00	0.00	4.52	0.00	22.60	0.00	45.20	-45.20
0+015	5.00	0.00	4.70	0.00	23.05	0.00	68.25	-68.25
0+020	5.00	0.00	4.52	0.00	23.05	0.00	91.30	-91.30
0+025	5.00	0.00	4.52	0.00	22.60	0.00	113.90	-113.90
0+030	5.00	0.00	4.52	0.00	22.60	0.00	136.50	-136.50
0+035	5.00	0.00	4.52	0.00	22.60	0.00	159.10	-159.10



Metrado de Muro de Concreto Armado

HOJA DE METRADOS (MURO DE CONCRETO ARMADO)

TESIS : "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

C. ESTUDIOS : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD : INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

SISTEMA : MURO DE CONCRETO ARMADO

Z. ESTUDIO : CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (TRAMO KM 4+475-4+510)

FECHA : ABRIL 2021



ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01	MUROS DE CONCRETO ARMADO							
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						231.00
	En area de excavacion		1	35.00	6.60		231.00	
01.02	MURO DE CONTENCIÓN							
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3						335.07
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			335.07	
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3						213.73
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510		1	(ver cuadro Mov. Tierras)			213.73	
01.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						226.49
	MOVIMIENTO DE TIERRAS - PARA MURO		1.25	335.07			418.84	
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO		-0.90	213.73			-192.35	
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
01.03.01	SOLADO e=4" PARA MUROS	m2						63.00
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		1	35.00	1.80		63.00	
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.04.01	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2 PARA MURO	m3						51.98
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		1	35.00	AreaCad =	1.49	51.98	
01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 PARA MURO	kg						3611.06
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)		1	Ver Hoja de Metrados Acero Muro			3,611.06	
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)							
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2						190.90
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		2	35.00		2.70	189.00	
	Lado transversal		2	AreaCad =	0.95		1.90	
01.04.04	JUNTAS DE DILACION EN MUROS	m2						9.50
	TRAMO CARRETERA HUANCAMELICA - LIRCAY (KM 4+475 - 4+510)							
	Prog. 4+475 - 4+510 (L=35.0 m, H=3.00 m)		10	AreaCad =	0.95		9.50	

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA MURO DE CONCRETO ARMADO**CORTE PARA ZAPATA DE MURO**

KM	DIST	AC	AR	VC	VR	VC ACUM	VR ACUM	OM
0+000	0.00	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005	5.00	7.99	0.00	41.80	0.00	41.80	0.00	41.80
0+010	5.00	9.14	0.00	42.84	0.00	84.63	0.00	84.63
0+015	5.00	9.45	0.00	46.49	0.00	131.12	0.00	131.12
0+020	5.00	11.00	0.00	51.13	0.00	182.25	0.00	182.25
0+025	5.00	11.15	0.00	55.35	0.00	237.60	0.00	237.60
0+030	5.00	9.84	0.00	52.46	0.00	290.06	0.00	290.06
0+035	5.00	8.16	0.00	45.01	0.00	335.07	0.00	335.07

RELLENO PARA MURO CONTENCION

KM	DIST	AC	AR	VC	VR	VC ACUM	VR ACUM	OM
0+000	0.00	0.00	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005	5.00	0.00	6.07	0.00	29.98	0.00	29.98	-29.98
0+010	5.00	0.00	6.34	0.00	31.03	0.00	61.00	-61.00
0+015	5.00	0.00	6.75	0.00	32.73	0.00	93.73	-93.73
0+020	5.00	0.00	5.90	0.00	31.63	0.00	125.35	-125.35
0+025	5.00	0.00	5.89	0.00	29.48	0.00	154.83	-154.83
0+030	5.00	0.00	5.89	0.00	29.45	0.00	184.28	-184.28
0+035	5.00	0.00	5.89	0.00	29.45	0.00	213.73	-213.73

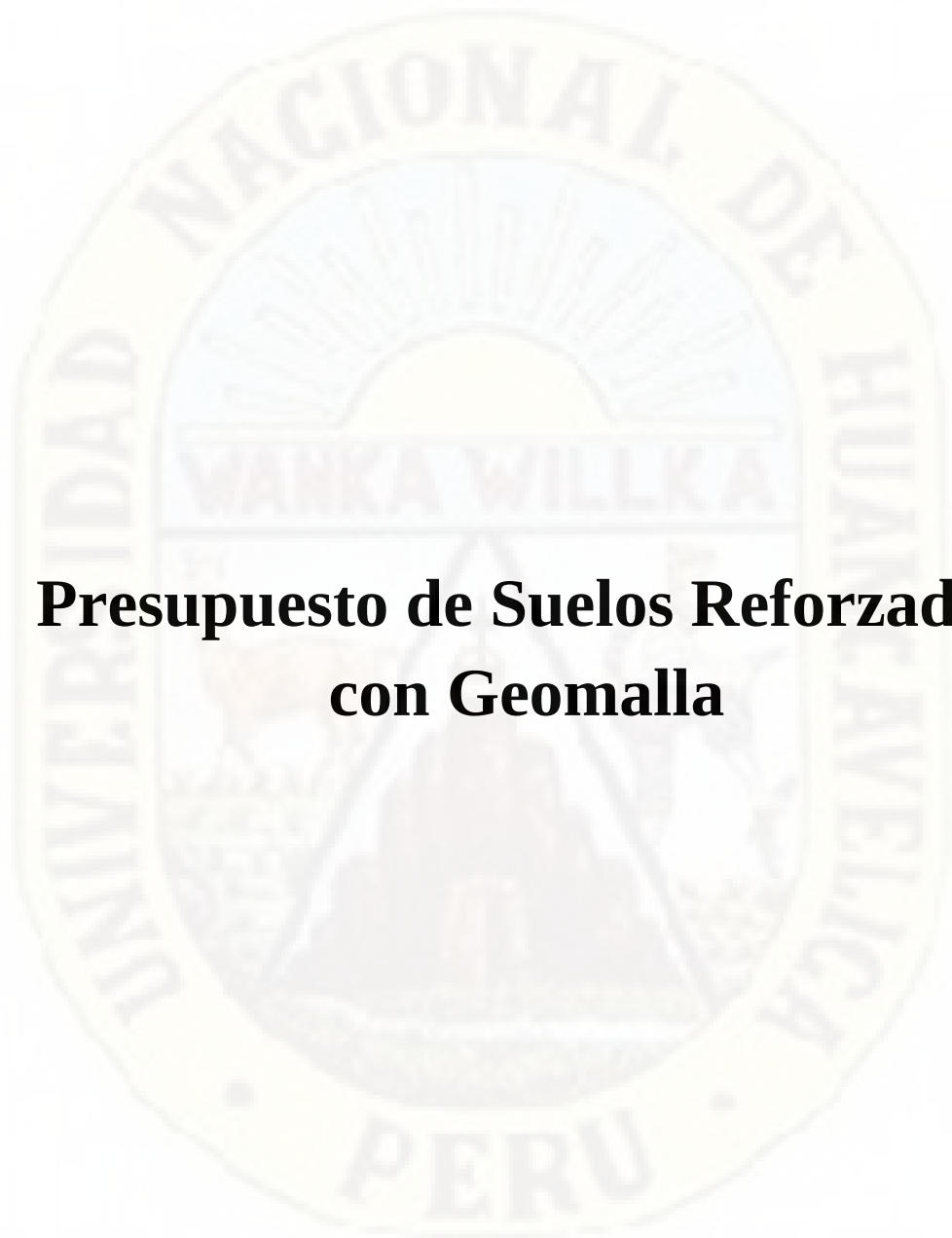
HOJA DE METRADOS ACERO (MURO DE CONCRETO ARMADO)

TESIS

[illegible]

TOTAL (ML)	0.00	0.00	0.00	3,540.25	0.00	0.00
TOTAL (KG)	4.04	2.26	1.60	1.02	0.58	0.25
	0.00	0.00	0.00	3,611.06	0.00	0.00
	3,611.06					

**Presupuesto de Suelos
Reforzados con Geomalla y
Muros de Concreto Armado**



Presupuesto de Suelos Reforzados con Geomalla

Hoja resumen

Obra	0403010	ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS
Localización	090101	HUANCAVELICA - HUANCAVELICA - HUANCAVELICA
Fecha Al	01/04/2021	

Presupuesto base

001	MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA		48,798.14
	(CD)	S/.	48,798.14
	COSTO DIRECTO		48,798.14

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	S/.	11,000.12
MATERIALES	S/.	30,422.50
EQUIPOS	S/.	7,375.67
SUBCONTRATOS	S/.	
Total descompuesto costo directo	S/.	48,798.29

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 01/04/2021

Presupuesto

Presupuesto 0403010 ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO

ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS

Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCavelica

Costo al

01/04/2021

Lugar HUANCavelica - HUANCavelica - HUANCavelica

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO DE SUELO REFORZADO				48,798.14
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	231.00	2.36	545.16
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	231.00	3.05	704.55
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,166.62
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCION	M3	346.61	6.31	2,187.11
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	159.10	35.73	5,684.64
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	M3	199.50	33.93	6,769.04
01.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA	M3	17.50	11.19	195.83
01.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	290.07	11.48	3,330.00
01.03	PARAMENTO C/MALLA ELECTROSOLDADA Y PIEDRA DE 4"-6"				18,261.05
01.03.01	SUMINISTRO DE PIEDRA BRUTA DE 4" A 6"	M3	75.60	65.00	4,914.00
01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	ML	210.00	39.14	8,219.40
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	M2	205.80	4.28	880.82
01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAxIAL	M2	567.00	7.49	4,246.83
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA UNIAxIAL				11,120.76
01.04.01	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 1	M2	252.00	16.67	4,200.84
01.04.02	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 3	M2	252.00	27.46	6,919.92
	COSTO DIRECTO				48,798.14

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0403010 ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS					
Subpresupuesto	001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA				Fecha presupuesto	01/04/2021
Partida	01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : M2		2.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	HH	1.0000	0.1600	14.30	2.29
						2.29
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.29	0.07
						0.07
Partida	01.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M2		3.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	19.18	0.61
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0320	15.90	0.51
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0640	14.30	0.92
						2.04
Materiales						
0202830002	CLAVOS	kg		0.0050	4.24	0.02
0229030002	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	BOL		0.0020	7.80	0.02
0229220001	CORDEL	m		0.1000	0.40	0.04
0230260011	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0002	46.00	0.01
						0.09
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.04	0.06
0337540012	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	1.0000	0.0320	10.00	0.32
0349190005	ESTACION TOTAL (INC. PRISMAS Y TRIPODE)	hm	1.0000	0.0320	17.00	0.54
						0.92
Partida	01.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCION					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : M3		6.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0229	15.90	0.36
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0457	14.30	0.65
						1.01
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.01	0.03
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.0000	0.0229	230.00	5.27
						5.30
Partida	01.02.02 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : M3		35.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.4444	19.18	8.52
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.4444	15.90	7.07
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.8889	14.30	12.71
						28.30
Materiales						
0239050000	AGUA	M3		0.1850	5.00	0.93
						0.93
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.30	0.85

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403010 ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS**

Subpresupuesto **001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA**

Fecha presupuesto **01/04/2021**

0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1.0000	0.4444	12.71	5.65
						6.50

Partida **01.02.03 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR**

Rendimiento	M3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : M3	33.93
-------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.1600	15.90	2.54
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.3200	14.30	4.58
						7.12
	Materiales					
0205300085	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	M3		1.2000	15.51	18.61
0239050000	AGUA	M3		0.2000	5.00	1.00
						19.61
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.12	0.21
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1.0000	0.1600	12.71	2.03
0349030017	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1 ton	HM	1.0000	0.1600	31.00	4.96
						7.20

Partida **01.02.04 RELLENO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO 1m DE FRANJA**

Rendimiento	M3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : M3	11.19
-------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.6667	15.90	10.60
						10.60
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.60	0.32
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.0320	0.0213	12.71	0.27
						0.59

Partida **01.02.05 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento	M3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M3	11.48
-------------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	19.18	0.61
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0320	15.90	0.51
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0640	14.30	0.92
						2.04
	Equipos					
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	HM	1.0000	0.0320	190.00	6.08
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	HM	0.7500	0.0240	140.20	3.36
						9.44

Partida **01.03.01 SUMINISTRO DE PIEDRA BRUTA DE 4" A 6"**

Rendimiento	M3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : M3	65.00
-------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0205000041	PIEDRA MEDIANA DE 4" A 6"	M3		1.0000	65.00	65.00
						65.00

Partida **01.03.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA**

Rendimiento	ML/DIA	MO. 65.0000	EQ. 65.0000	Costo unitario directo por : ML	39.14
-------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0403010 ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS					
Subpresupuesto	001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA				Fecha presupuesto	01/04/2021
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.1231	15.90	1.96
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.2462	14.30	3.52
						5.48
Materiales						
0230020098	BARRA DE SOPORTE D=5.8mm x 0.45ml	und		3.0000	3.50	10.50
0246130054	MALLA ELECTROSOLDADA TRIANGULAR 457x457mm 3ml	m		1.0000	23.00	23.00
						33.50
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.48	0.16
						0.16
Partida	01.03.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : M2		4.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0286	15.90	0.45
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0571	14.30	0.82
						1.27
Materiales						
0229110091	GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 190P	M2		1.1000	2.70	2.97
						2.97
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
						0.04
Partida	01.03.04 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAXIAL					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : M2		7.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0286	15.90	0.45
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0571	14.30	0.82
						1.27
Materiales						
0229110092	GEOMALLA BIAXIAL BX1100	M2		1.2000	5.15	6.18
						6.18
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
						0.04
Partida	01.04.01 GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 1					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : M2		16.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0364	15.90	0.58
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0727	14.30	1.04
						1.62
Materiales						
0229110093	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 1	M2		1.2000	12.50	15.00
						15.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.62	0.05
						0.05
Partida	01.04.02 GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : M2		27.46

Análisis de precios unitarios

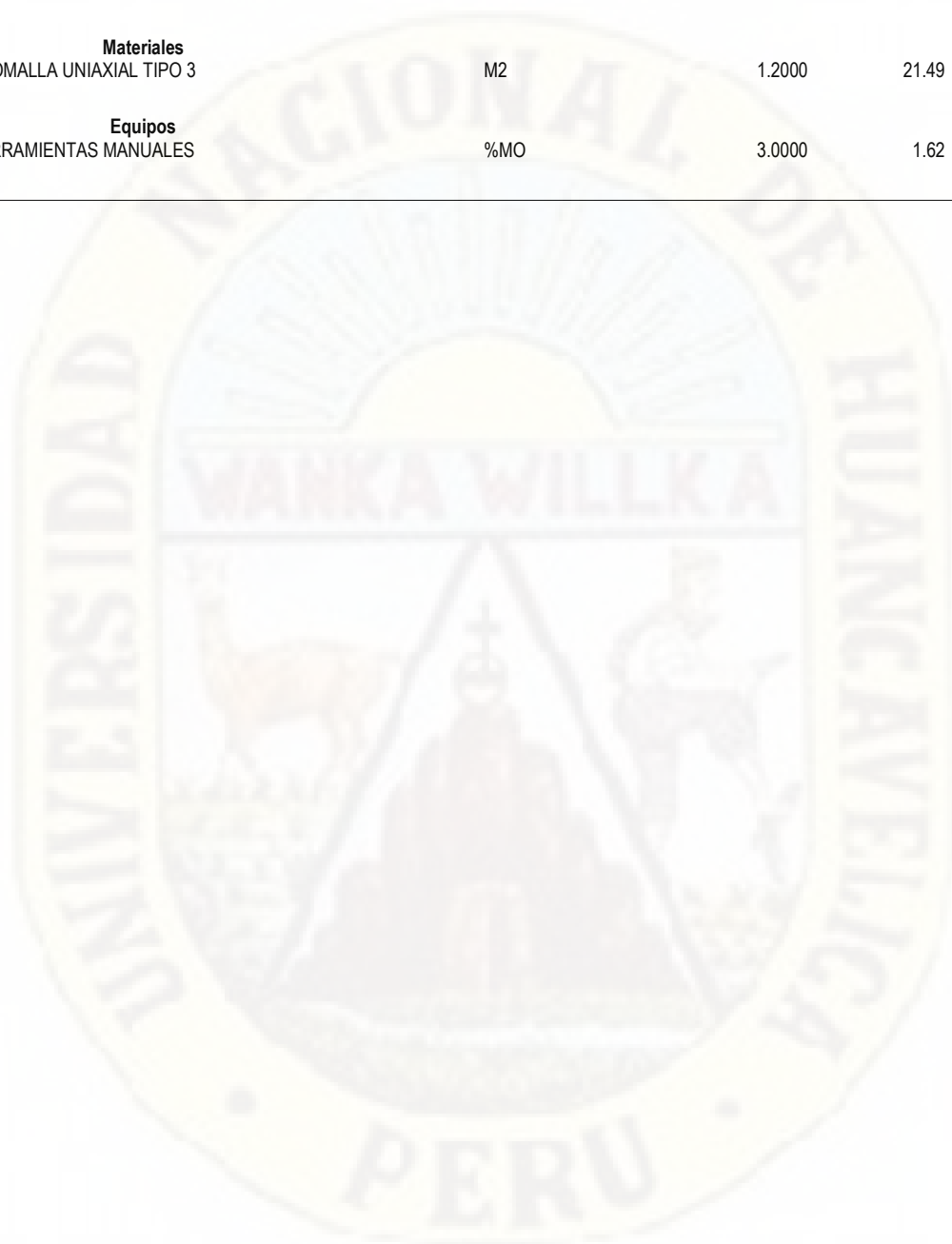
Presupuesto **0403010 ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS**

Subpresupuesto **001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA**

Fecha presupuesto

01/04/2021

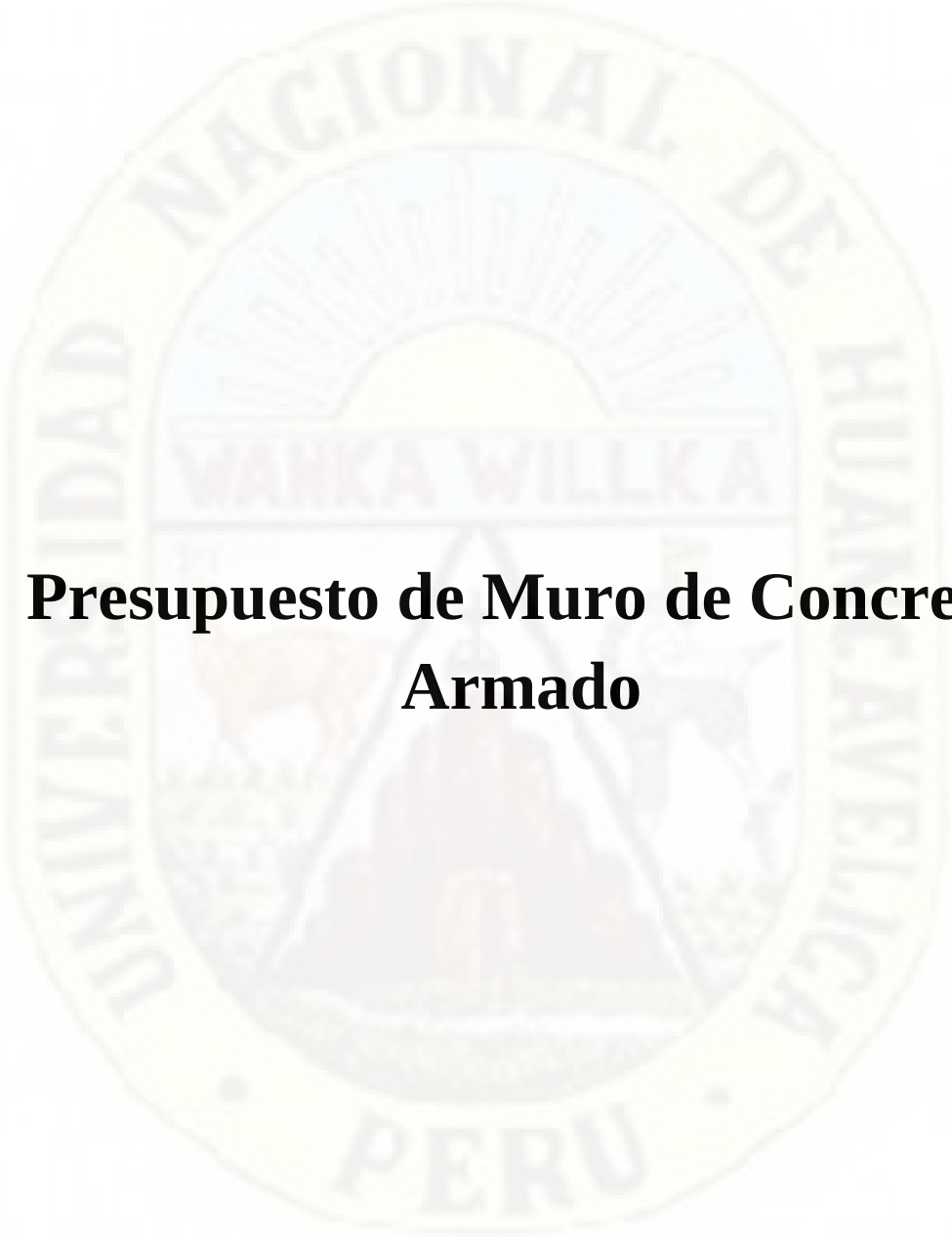
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0364	15.90	0.58
0147010004	PEON	HH	2.0000	0.0727	14.30	1.04
						1.62
	Materiales					
0229110094	GEOMALLA UNIAXIAL TIPO 3	M2		1.2000	21.49	25.79
						25.79
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.62	0.05
						0.05



Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0403010	ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS
Subpresupuesto	001	MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA
Fecha	01/04/2021	
Lugar	090101	HUANCAVELICA - HUANCAVELICA - HUANCAVELICA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0147010003	OFICIAL	HH	205.2019	15.90	3,262.71
0147010002	OPERARIO	HH	87.3782	19.18	1,675.91
0147010004	PEON	HH	423.8811	14.30	6,061.50
					11,000.12
MATERIALES					
0239050000	AGUA	M3	69.3335	5.00	346.67
0230020098	BARRA DE SOPORTE D=5.8mm x 0.45ml	und	630.0000	3.50	2,205.00
0202830002	CLAVOS	kg	1.1550	4.24	4.90
0229220001	CORDEL	m	23.1000	0.40	9.24
0229110092	GEOMALLA BIAxIAL BX1100	M2	680.4000	5.15	3,504.06
0229110093	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 1	M2	302.4000	12.50	3,780.00
0229110094	GEOMALLA UNIAxIAL TIPO 3	M2	302.4000	21.49	6,498.58
0229110091	GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 190P	M2	226.3800	2.70	611.23
0246130054	MALLA ELECTROSOLDADA TRIANGULAR 457x457mm 3ml	m	210.0000	23.00	4,830.00
0205300085	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	M3	239.4000	15.51	3,713.09
0205000041	PIEDRA MEDIANA DE 4" A 6"	M3	75.6000	65.00	4,914.00
0230260011	PINTURA ESMALTE	GLN	0.0462	46.00	2.13
0229030002	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	BOL	0.4620	7.80	3.60
					30,422.50
EQUIPOS					
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	HM	9.2822	190.00	1,763.62
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	HM	6.9617	140.20	976.03
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	102.9967	12.71	1,309.09
0349190005	ESTACION TOTAL (INC. PRISMAS Y TRIPODE)	hm	7.3920	17.00	125.66
0337540012	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	7.3920	10.00	73.92
0349030017	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1 ton	HM	31.9200	31.00	989.52
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	7.9374	230.00	1,825.60
					7,063.44
Total				S/.	48,486.06



Presupuesto de Muro de Concreto Armado

Hoja resumen

Obra	1101001	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"
Localización	090101	HUANCAVELICA - HUANCAVELICA - HUANCAVELICA
Fecha Al	01/04/2021	

Presupuesto base

001	MURO DE CONCRETO ARMADO	65,566.08
	(CD) S/.	65,566.08
	COSTO DIRECTO	65,566.08

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	S/.	23,600.27
MATERIALES	S/.	34,988.16
EQUIPOS	S/.	7,001.78
SUBCONTRATOS	S/.	

Total descompuesto costo directo	S/.	65,590.21
----------------------------------	-----	-----------

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 01/04/2021

Presupuesto

Presupuesto **1101001** “ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS”

Subpresupuesto **001** MURO DE CONCRETO ARMADO

Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

Lugar HUANCVELICA - HUANCVELICA

Costo al **01/04/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MUROS DE CONCRETO ARMADO				65,566.08
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,249.71
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	231.00	2.36	545.16
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	231.00	3.05	704.55
01.02	MUROS DE CONTENCION				12,276.22
01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCION	m3	335.07	6.31	2,114.29
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	213.73	35.73	7,636.57
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	226.49	11.15	2,525.36
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,897.37
01.03.01	SOLADO e=4" PARA MUROS	m2	63.00	45.99	2,897.37
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				49,142.78
01.04.01	CONCRETO $f_c = 210$ Kg/cm ² PARA MURO	m3	51.98	435.29	22,626.37
01.04.02	ACERO DE REFUERZO $f_y = 4,200$ kg/cm ² PARA MURO	kg	3,611.06	4.27	15,419.23
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2	190.90	54.61	10,425.05
01.04.04	JUNTAS DE DILACION EN MUROS	m2	9.50	70.75	672.13
	Costo Directo				65,566.08

SON : SESENTICINCO MIL QUINIENTOS SESENTISEIS Y 08/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101001 "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

Subpresupuesto 001 MURO DE CONCRETO ARMADO Fecha presupuesto 01/04/2021

Partida 01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Rendimiento m2/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m2 2.36

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	14.30	2.29
						2.29
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.29	0.07
						0.07

Partida 01.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m2 3.05

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.18	0.61
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.90	0.51
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	14.30	0.92
						2.04
	Materiales					
0201040004	PINTURA ESMALTE	gal		0.0002	46.00	0.01
0201040005	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	bol		0.0020	7.80	0.02
0204120004	CLAVOS	kg		0.0050	4.24	0.02
0204120005	CORDEL	m		0.1000	0.40	0.04
						0.09
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.04	0.06
0301180003	ESTACION TOTAL	he	1.0000	0.0320	17.00	0.54
0301180004	NIVEL TOPOGRAFICO	he	1.0000	0.0320	10.00	0.32
						0.92

Partida 01.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL COMUN PARA MUROS DE CONTENCIÓN

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 6.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	15.90	0.36
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	14.30	0.65
						1.01
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.01	0.03
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0229	230.00	5.27
						5.30

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101001 "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

Subpresupuesto 001 MURO DE CONCRETO ARMADO Fecha presupuesto 01/04/2021

Partida 01.02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Rendimiento m3/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m3 35.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	19.18	8.52
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	15.90	7.07
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8889	14.30	12.71
						28.30
Materiales						
0290130022	AGUA	m3		0.1850	5.00	0.93
						0.93
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.30	0.85
0301100007	COMPACTADORA VIBR. TIPO PLANCHA 4HP	hm	1.0000	0.4444	12.71	5.65
						6.50

Partida 01.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m3 11.15

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.18	0.61
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.90	0.51
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	14.30	0.92
						2.04
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.04	0.06
03011600010005	CARGADOR S/ LLANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	0.7500	0.0240	190.00	4.56
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0320	140.20	4.49
						9.11

Partida 01.03.01 SOLADO e=4" PARA MUROS

Rendimiento m2/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m2 45.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	19.18	1.92
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	15.90	1.59
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6000	14.30	8.58
						12.09
Materiales						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1800	80.00	14.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7200	25.00	18.00
0290130022	AGUA	m3		0.0150	5.00	0.08
						32.48
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.09	0.36
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	0.5000	0.0500	21.19	1.06
						1.42

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"				
Subpresupuesto	001	MURO DE CONCRETO ARMADO				
		Fecha presupuesto				01/04/2021

Partida	01.04.01	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2 PARA MURO
---------	----------	-------------------------------------

Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	435.29
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	19.18	10.96
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.1429	15.90	18.17
0101010005	PEON	hh	8.0000	4.5714	14.30	65.37
						94.50
Materiales						
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6000	60.00	36.00
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4800	80.00	38.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7300	25.00	243.25
0290130022	AGUA	m3		0.1850	5.00	0.93
						318.58
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	94.50	2.84
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5714	12.71	7.26
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	1.0000	0.5714	21.19	12.11
						22.21

Partida	01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 PARA MURO
---------	----------	---

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.27
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.18	0.61
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.90	0.51
						1.12
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.24	0.25
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.73	2.87
						3.12
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.12	0.03
						0.03

Partida	01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO
---------	----------	----------------------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2	54.61
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	19.18	8.52
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	15.90	14.13
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4444	14.30	6.35
						29.00
Materiales						
0201040003	PETROLEO	gal		0.1500	16.00	2.40
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2100	4.24	0.89
0204120004	CLAVOS	kg		0.1200	4.24	0.51
0222140008	DESMOLDANTE PARA MADERA CHEMALAC	gal		0.0400	120.00	4.80
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA DE 1.20 x2.40 x 19MM	pln		0.0400	122.88	4.92
0231190002	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		2.2000	5.10	11.22
						24.74
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.00	0.87
						0.87

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"				
Subpresupuesto	001	MURO DE CONCRETO ARMADO				
		Fecha presupuesto 01/04/2021				
Partida	01.04.04	JUNTAS DE DILACION EN MUROS				

Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	70.75
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	19.18	15.34
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.90	12.72
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	14.30	22.88
						50.94
Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		0.0300	5.50	0.17
0204180008	PLANCHA POLIESTIRENO EXPANDIDO E=3/4"	pln		0.3600	45.85	16.51
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0200	80.00	1.60
						18.28
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	50.94	1.53
						1.53

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1101001** "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"
 Subpresupuesto **001** MURO DE CONCRETO ARMADO
 Fecha **01/04/2021**
 Lugar **090101** HUANCAVELICA - HUANCAVELICA - HUANCAVELICA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	353.6121	19.18	6,782.28
0101010004	OFICIAL	hh	475.8478	15.90	7,565.98
0101010005	PEON	hh	646.9937	14.30	9,252.01
					23,600.27
MATERIALES					
0201040003	PETROLEO	gal	28.6350	16.00	458.16
0201040004	PINTURA ESMALTE	gal	0.0462	46.00	2.13
0201040005	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	bol	0.4620	7.80	3.60
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal	0.2850	5.50	1.57
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kq	216.6636	4.24	918.65
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kq	40.0890	4.24	169.98
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kq	3,791.6130	2.73	10,351.10
0204120004	CLAVOS	kq	24.0630	4.24	102.03
0204120005	CORDEL	m	23.1000	0.40	9.24
0204180008	PLANCHA POLIESTIRENO EXPANDIDO E=3/4"	pln	3.4200	45.85	156.81
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	31.1880	60.00	1,871.28
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	36.4804	80.00	2,918.43
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	551.1254	25.00	13,778.14
0222140008	DESMOLDANTE PARA MADERA CHEMALAC	gal	7.6360	120.00	916.32
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA DE 1.20 x2.40 x 19MM	pln	7.6360	122.88	938.31
0231190002	MADERA PARA ENCOFRADO	p2	419.9800	5.10	2,141.90
0290130022	AGUA	m3	50.1014	5.00	250.51
					34,988.16
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			707.62
0301100007	COMPACTADORA VIBR. TIPO PLANCHA 4HP	hm	94.9816	12.71	1,207.22
03011600010005	CARGADOR S/ LLANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	5.4358	190.00	1,032.80
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	7.6731	230.00	1,764.81
0301180003	ESTACION TOTAL	he	7.3920	17.00	125.66
0301180004	NIVEL TOPOGRAFICO	he	7.3920	10.00	73.92
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	7.2477	140.20	1,016.13
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	29.7014	12.71	377.50
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	32.8514	21.19	696.12
					7,001.78
				Total	S/. 65,590.21

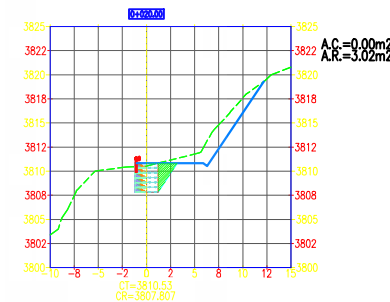
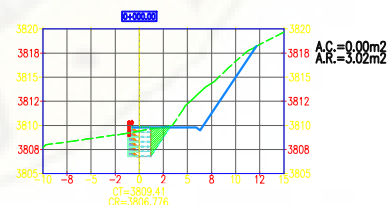
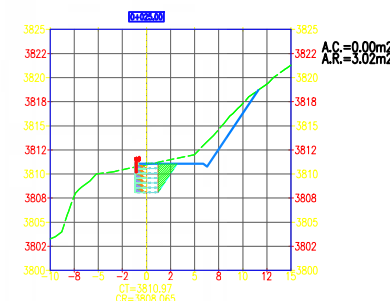
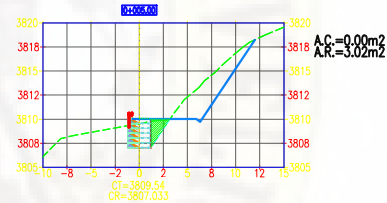
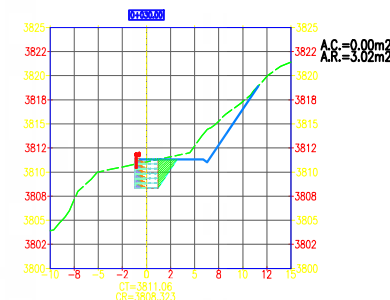
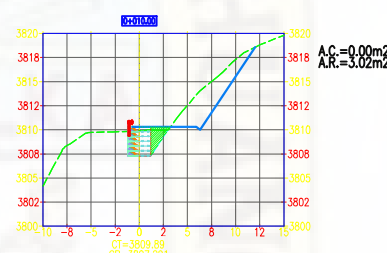
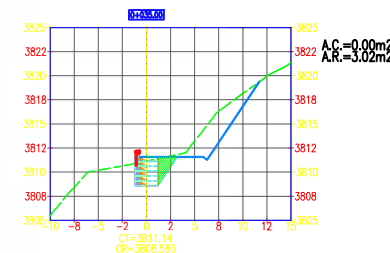
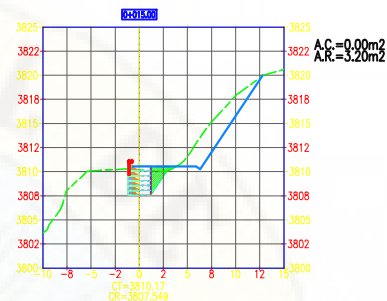
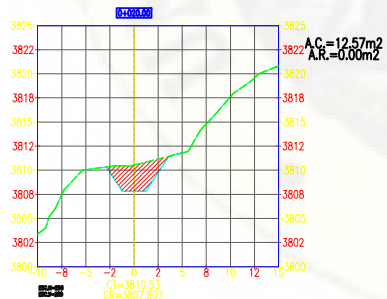
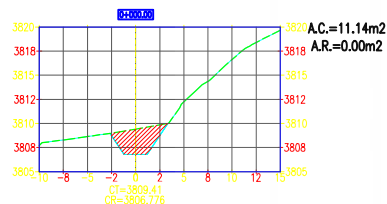
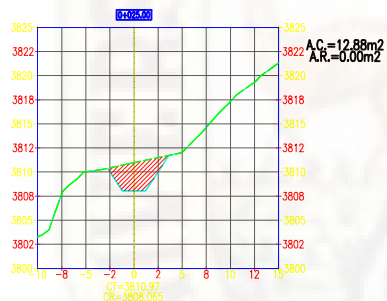
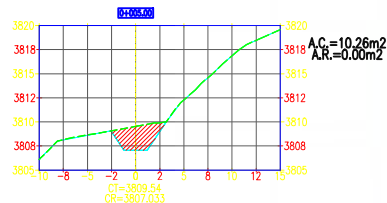
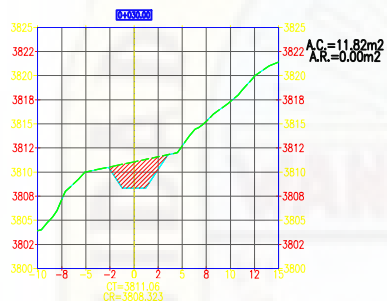
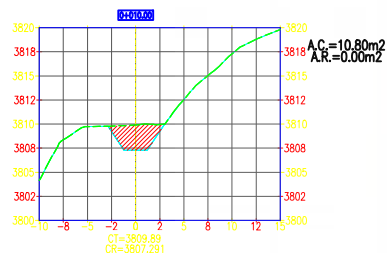
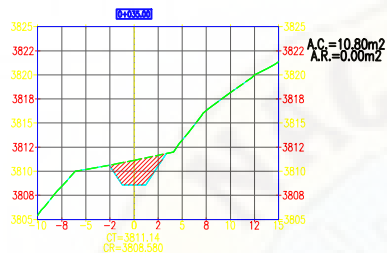
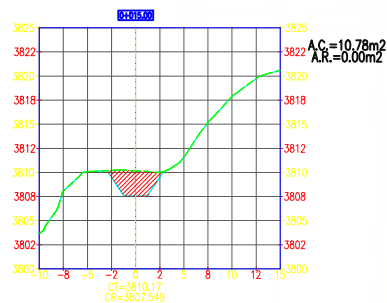
**Planos de Muros de Suelos
Reforzados con Geomalla y
Muros de Concreto Armado**



Planos de Muros de Suelos Reforzados con Geomalla

SECCIONES TRANSVERSALES (AREAS DE CORTE)

SECCIONES TRANSVERSALES (AREAS DE RELLENO)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCEVELICA
FACULTAD INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
HUANCEVELICA - PERU

SOCIEDAD PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

ASESOR:
ARG. HUGO C. SALAS TOCASA

TESIS:

BACH. ING. CIVIL : ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT
BACH. ING. CIVIL : ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON

DISEÑO Y DIBUJO:

TESIS:

"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON
GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE
TALUDES DE CARRETERAS"

LAMINA:

SECCIONES TRANSVERSALES
MURO SUELO REFORZADO
(Tramo KM 4+475+4+510)

ESCALA:

1/500

FECHA:

ABRIL - 2021

PLANO N°:

06-UNH-2018

CUADRO DE EXPLANACIONES (CORTE)

Km	Area Corte (m ²)	Area Relleno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Relleno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Relleno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+000.00	11.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005.00	10.26	0.00	53.52	0.00	53.52	0.00	53.52
0+010.00	10.80	0.00	52.65	0.00	106.17	0.00	106.17
0+015.00	10.78	0.00	53.94	0.00	160.11	0.00	160.11
0+020.00	12.57	0.00	58.37	0.00	218.48	0.00	218.48
0+025.00	12.88	0.00	63.62	0.00	282.10	0.00	282.10
0+030.00	11.82	0.00	61.77	0.00	343.87	0.00	343.87
0+035.00	10.80	0.00	56.55	0.00	400.42	0.00	400.42

CUADRO DE AEXPLANACIONES (RELLENO)

Km	Area Corte (m ²)	Area Relleno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Relleno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Relleno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+000.00	0.00	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005.00	0.00	3.02	0.00	15.10	0.00	15.10	15.10
0+010.00	0.00	3.02	0.00	15.10	0.00	30.20	30.20
0+015.00	0.00	3.20	0.00	15.55	0.00	45.75	45.75
0+020.00	0.00	3.02	0.00	15.55	0.00	61.30	61.30
0+025.00	0.00	3.02	0.00	15.10	0.00	76.40	76.40
0+030.00	0.00	3.02	0.00	15.10	0.00	91.50	91.50
0+035.00	0.00	3.02	0.00	15.10	0.00	106.60	106.60



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
HUANCAVELICA - PERU

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ASESOR:
ARG. HUGO C. SALAS TOCACCA

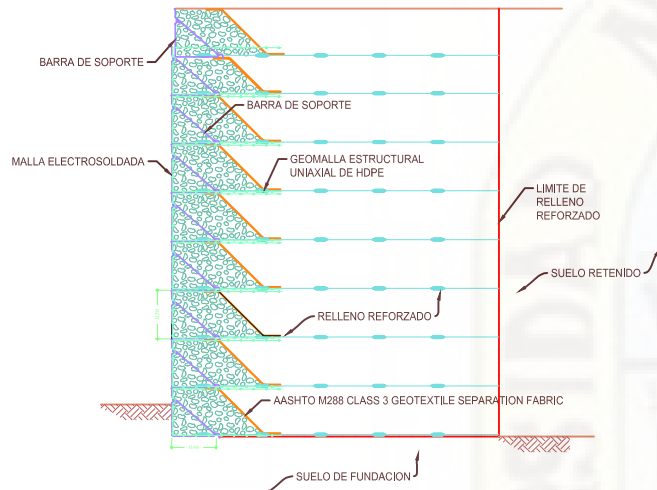
TESISTAS:
BACH. ING. CIVIL : ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT
BACH. ING. CIVIL : ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON
DISEÑO Y DIBUJO:

TESIS:
"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"

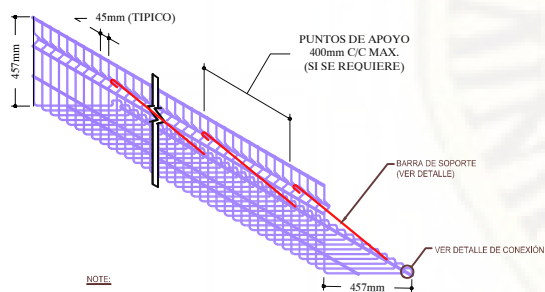
LAMINA:
CUADROS DE EXPLANACIONES
(Tramo KM 4+475+4+510)

ESCALA: 1/500
FECHA: ABRIL - 2021

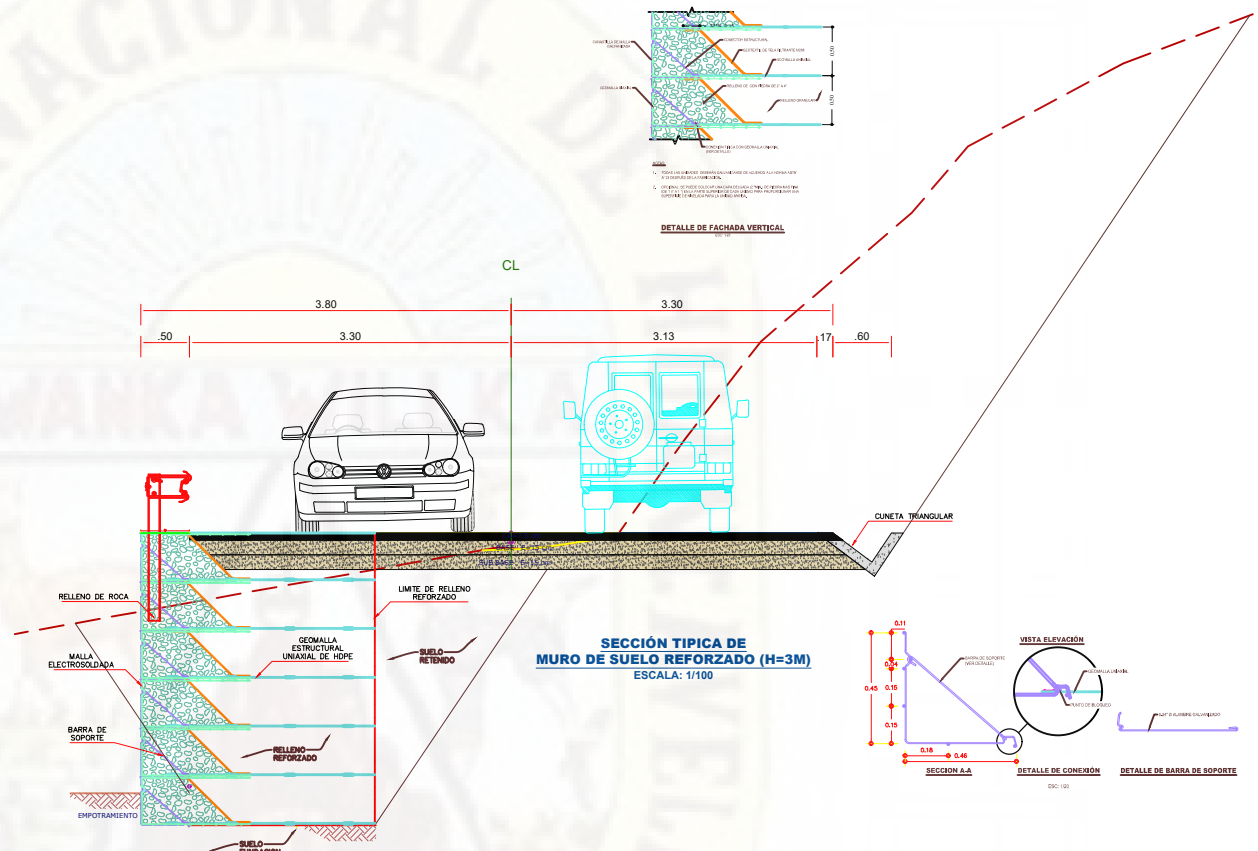
PLANO N°:
07-UNH-2018



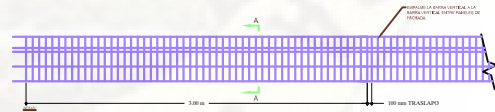
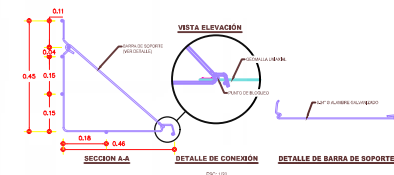
VISTA DE ELEVACION MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA
ESC. 1/50



NOTE:
TODAS LAS UNIDADES FRONTALES DEBERÁN GALVANIZARSE SEGÚN ASTM A123 DESPUÉS DE DOBLARSE.



SECCIÓN TÍPICA DE MURO DE SUELO REFORZADO (H=3M)
ESCALA: 1/100

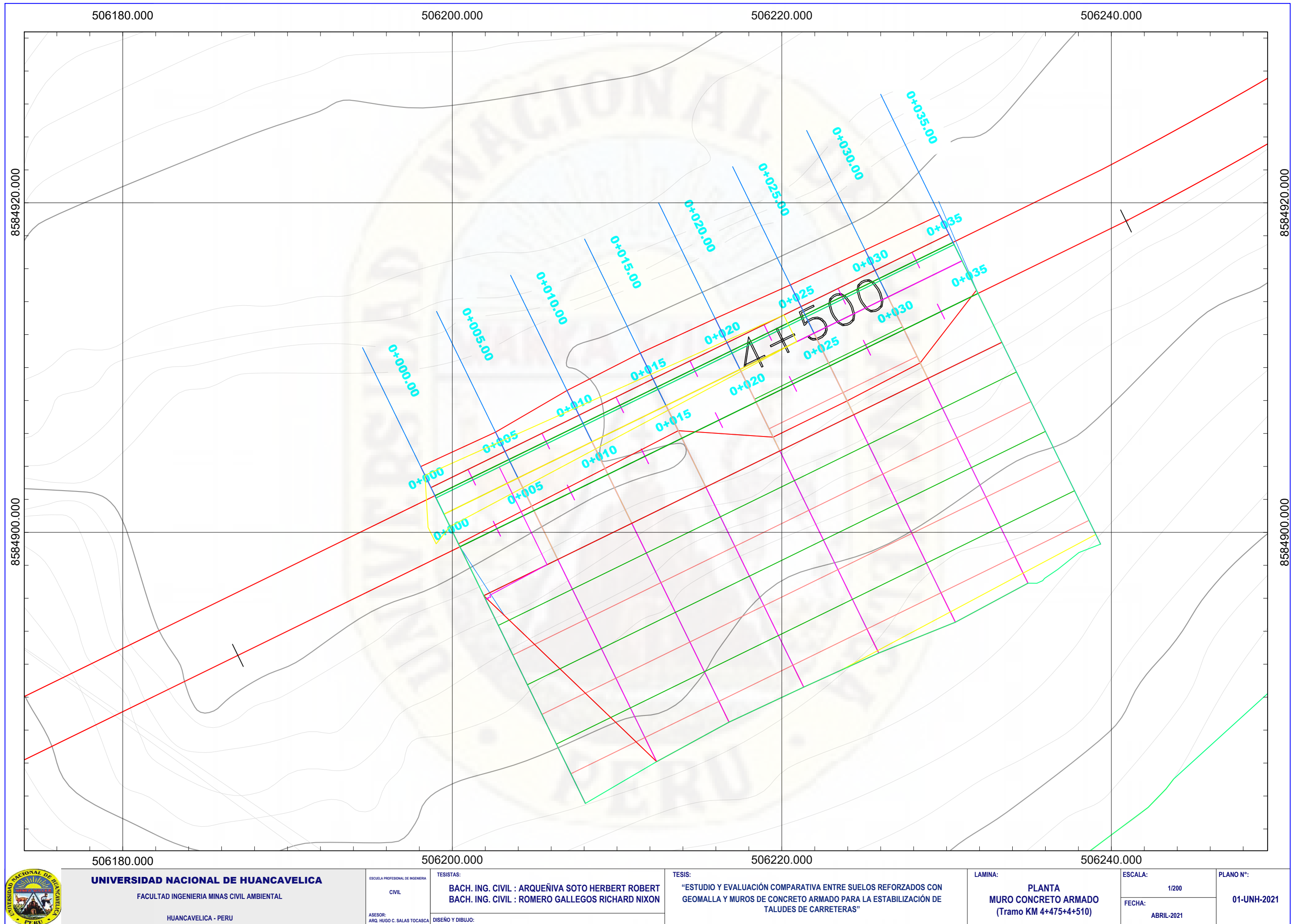


VISTA DE ELEVACION
ESC. 1/50

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCEVELICA FACULTAD INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL HUANCEVELICA - PERU	ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL ASESOR: ARG. HUGO C. SALAS YOCASCA	TESISTAS: BACH. ING. CIVIL : ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT BACH. ING. CIVIL : ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON DISEÑO Y DIBUJO:	TESIS: "ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERAS"	LAMINA: CUADROS DE EXPLANACIONES (Tramo KM 4+475+4+510)	ESCALA: 1/500	PLANO N°: 08-UNH-2018
					FECHA: ABRIL - 2021	



Planos de Muro de Concreto Armado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
HUANCVELICA - PERU

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL
ASESOR:
ARQ. HUGO C. SALAS TOCASCA

TESISTAS:
BACH. ING. CIVIL : ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT
BACH. ING. CIVIL : ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON
DISEÑO Y DIBUJO:

TESIS:
"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON
GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE
TALUDES DE CARRETERAS"

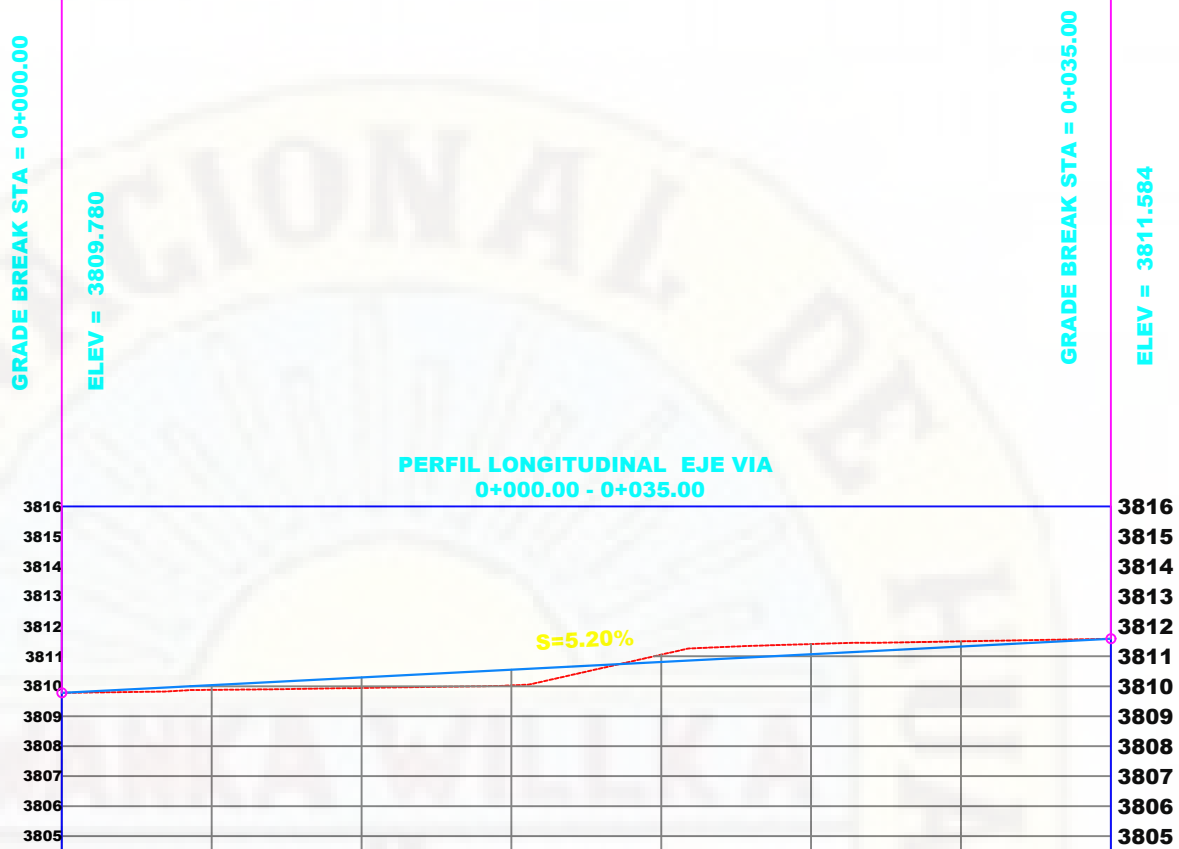
LAMINA:
**PLANTA
MURO CONCRETO ARMADO**
(Tramo KM 4+475+4+510)

ESCALA:
1/200
FECHA:
ABRIL-2021

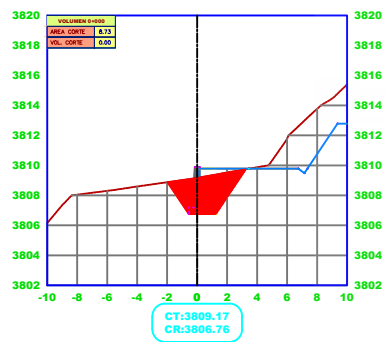
PLANO N°:
01-UNH-2021



PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025	0+030	0+035
COTA TERRENO	3809.78	3809.88	3809.94	3810.03	3811.05	3811.41	3811.50	3811.58
COTA RASANTE	3809.78	3810.04	3810.30	3810.55	3810.81	3811.07	3811.33	3811.58
ALTURA CORTE	0.00				0.24	0.34	0.17	0.00
ALTURA RELLENO	0.00	0.16	0.35	0.52				0.00
PENDIENTE	5.20% EN 35.00 m							



SECCION 0+000.00



SECCION 0+005.00

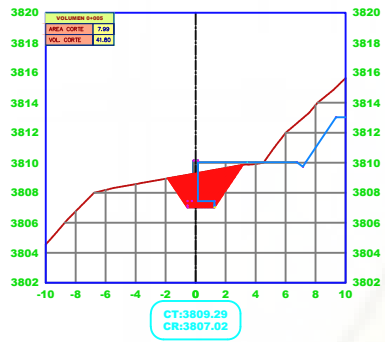
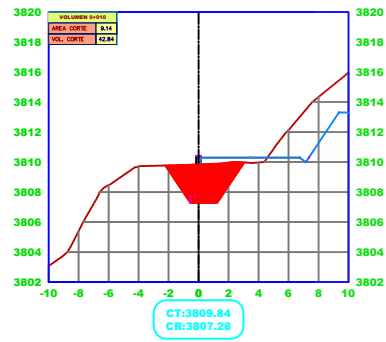
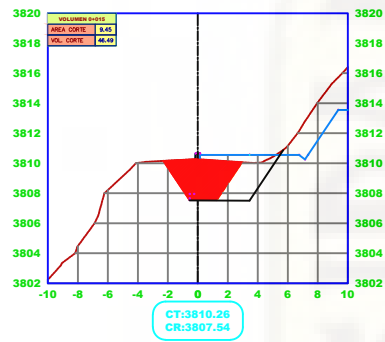


TABLA DE EXPLANACIONES (CORTE)						
PROGRESIVA	AR	AC	VR	VC	VR ACUMULADO	VC ACUMULADO
0+000.00	0.00	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005.00	0.00	7.99	0.00	41.80	0.00	41.80
0+010.00	0.00	9.14	0.00	42.84	0.00	84.63
0+015.00	0.00	9.45	0.00	46.49	0.00	131.12
0+020.00	0.00	11.00	0.00	51.13	0.00	182.25
0+025.00	0.00	11.15	0.00	55.35	0.00	237.60
0+030.00	0.00	9.84	0.00	52.46	0.00	290.06
0+035.00	0.00	8.16	0.00	45.01	0.00	335.07

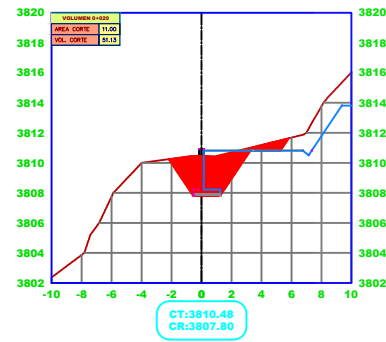
SECCION 0+010.00



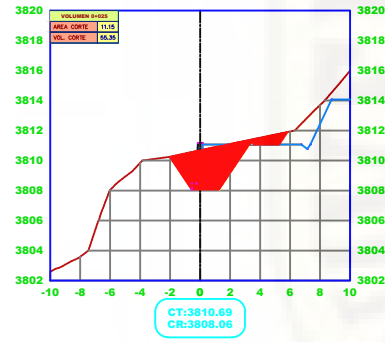
SECCION 0+015.00



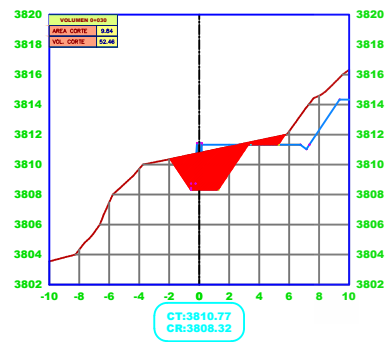
SECCION 0+020.00



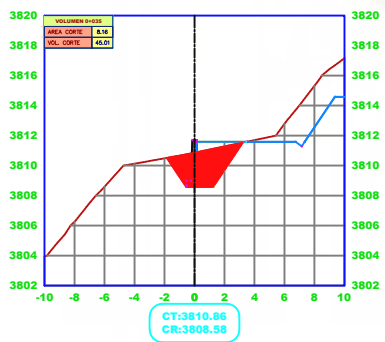
SECCION 0+025.00



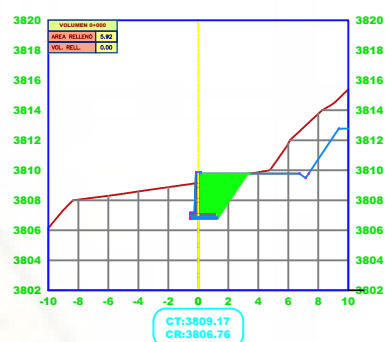
SECCION 0+030.00



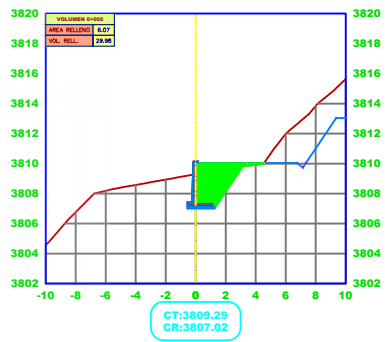
SECCION 0+035.00



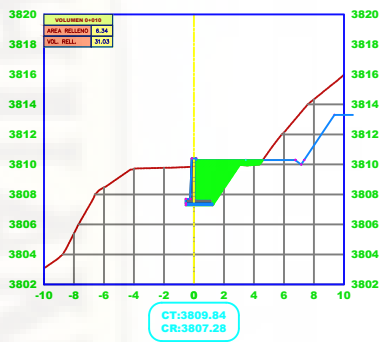
SECCION 0+000.00



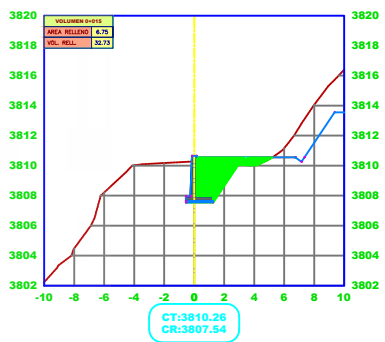
SECCION 0+005.00



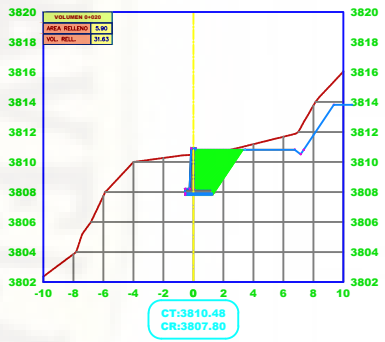
SECCION 0+010.00



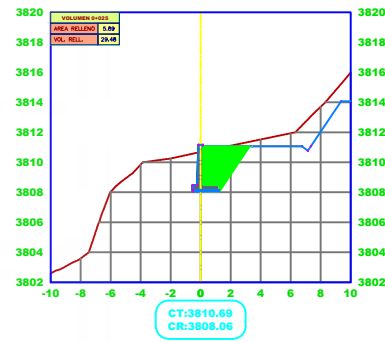
SECCION 0+015.00



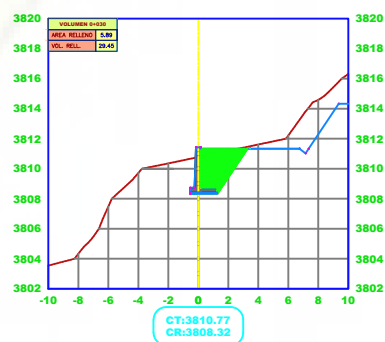
SECCION 0+020.00



SECCION 0+025.00



SECCION 0+030.00



SECCION 0+035.00

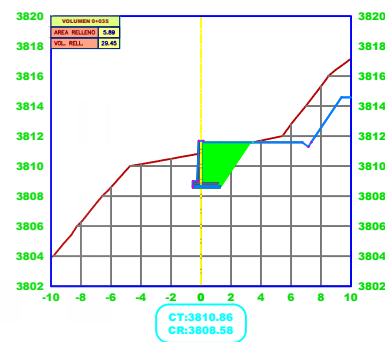
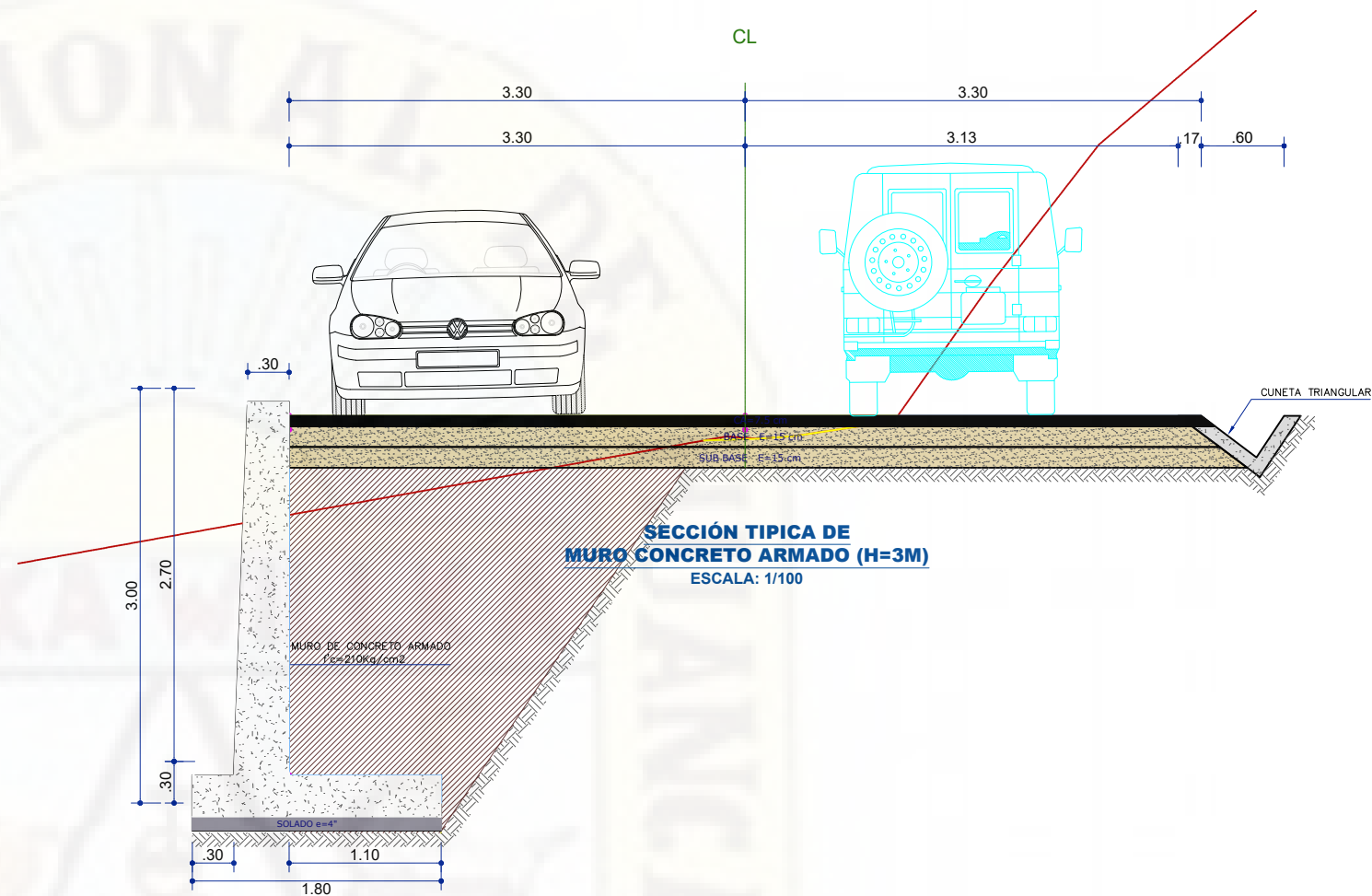
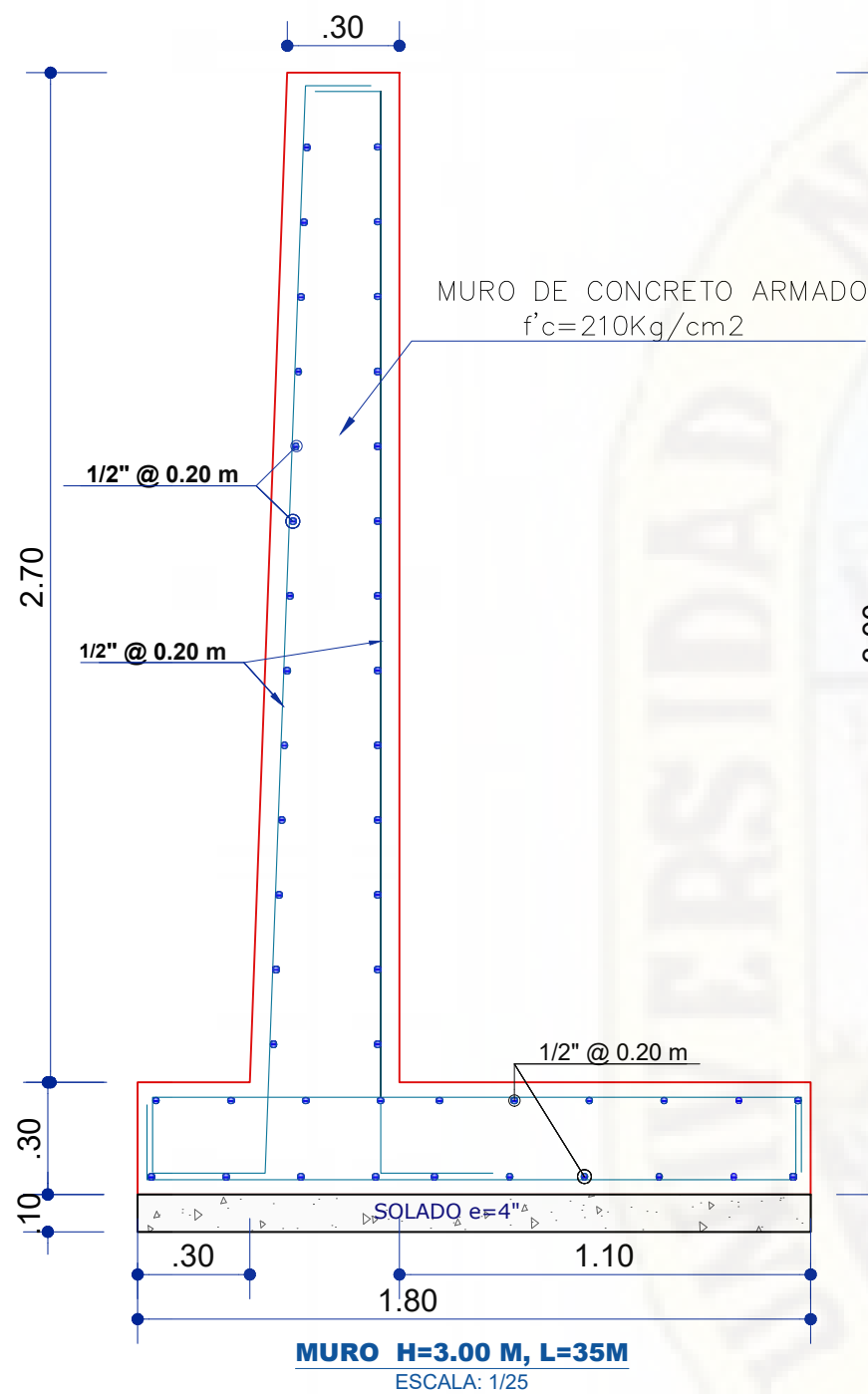


TABLA DE EXPLANACIONES (RELLENO)						
PROGRESIVA	AR	AC	VR	VC	VR ACUMULADO	VC ACUMULADO
0+000.00	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005.00	6.07	0.00	29.98	0.00	29.98	0.00
0+010.00	6.34	0.00	31.03	0.00	61.00	0.00
0+015.00	6.75	0.00	32.73	0.00	93.73	0.00
0+020.00	5.90	0.00	31.63	0.00	125.35	0.00
0+025.00	5.89	0.00	29.48	0.00	154.83	0.00
0+030.00	5.89	0.00	29.45	0.00	184.28	0.00
0+035.00	5.89	0.00	29.45	0.00	213.73	0.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

HUANCAMELICA - PERU

ESCUELA
PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

ASESOR:
ARQ. HUGO C. SALAS TOCASCAS

TESISTAS:

BACH. ING. CIVIL : ARQUEÑIVA SOTO HERBERT ROBERT
BACH. ING. CIVIL : ROMERO GALLEGOS RICHARD NIXON

DISEÑO Y DIBUJO:

TESIS:

"ESTUDIO Y EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE SUELOS REFORZADOS CON
GEOMALLA Y MUROS DE CONCRETO ARMADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE
TALUDES DE CARRETERAS"

LAMINA:

DETALLES
MURO CONCRETO ARMADO
(Tramo KM 4+475+4+510)

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

ABRIL-2021

PLANO N°:

05-UNH-2021