

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MUROS DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO
CON GEOTEXTIL
ESTUDIO TÉCNICO COMPARATIVO DE COSTOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOHN RONALD DELGADILLO MOSQUERA

Lima- Perú

2007

ÍNDICE

	PAGINA
RESUMEN.	4
LISTA DE CUADROS.	5
LISTA DE FIGURAS.	6
LISTA DE FOTOS.	8
INTRODUCCION.	9
CAPITULO 1.- GENERALIDADES.	11
1.1 DESCRIPCION DE MURO DE SUELO REFORZADO.	11
1.1.1 Definición de Muro de Contención.	11
1.1.2 Definición de Muro de Suelo Reforzado.	11
1.1.3 Elementos de un Muro de Suelo Reforzado.	12
1.2 DESCRIPCION DE CADA TIPOS DE SOLUCIONES A NIVEL DE OBRA.	14
1.2.1 Muro de Suelo Reforzado con Geotextil.	14
1.2.2 Muro de Suelo Reforzado con Geomalla.	16
1.2.3 Muro de Contención en C ^o A ^o .	17
1.3 USOS Y APLICACIONES.	19
1.3.1 Muro de suelo reforzado, usado como estribo de puente en paso a desnivel.	19
1.3.2 Muro de Contención para ganar Ancho de Vía en la Parte Superior.	20
1.3.3 Muro de Contención de Suelo Reforzado para Estabilizar Talud.	20
1.3.4 Proyecto Muro de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil Tejido.	21
CAPITULO 2.- SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL TEJIDO.	22
2.1 PARAMETROS DE DISEÑO.	22
2.1.1 Parámetros de Suelos.	22
2.1.2 Características Mecánicas del Geotextil Utilizado.	22
2.1.3 Cargas de Tránsito Vehicular de Diseño.	22
2.1.4 Factores de Seguridad.	23
2.1.5 Coeficientes Sísmicos.	23

2.2	DESCRIPCION DE ELEMENTOS DEL MURO DE SUELO REFORZADO.	24
2.2.1	Paramento.	24
2.2.2	Suelo Reforzado.	24
2.2.3	Suelo Retenido.	24
2.2.4	Suelo de Fundación.	24
2.2.5	Refuerzo de Geotextil.	24
2.3	COSTOS UNITARIOS	25
2.3.1	Relleno con Material de Préstamo.	25
2.3.2	Suministro e Instalación de Geotextil.	25
2.3.3	Encofrado y Desencofrado.	26
2.3.4	Cobertura de Fachada de Muro.	26
	CAPITULO 3- SUELO REFORZADO CON GEOMALLA.	28
3.1	PARAMETROS DE DISEÑO.	28
3.1.1	Parámetros de Suelos.	28
3.1.2	Sobrecargas.	29
3.1.3	Estabilidad Externa.	29
3.1.4	Factores de Seguridad.	30
3.2	DESCRIPCION DE ELEMENTOS DEL MURO DE SUELO REFORZADO.	31
3.2.1	Paramento.	31
3.2.2	Relleno Reforzado.	32
3.2.3	Suelo Retenido.	32
3.2.4	Losa de Nivelación.	33
3.2.5	Refuerzo - Geomalla.	33
3.3	COSTOS UNITARIOS.	34
3.3.1	Relleno con Material de Préstamo.	34
3.3.2	Suministro e Instalación de Geomalla.	34
3.3.3	Encofrado y Desencofrado.	35
3.3.4	Cobertura de Fachada de Muro.	35
	CAPITULO 4.- ALTERNATIVA DE MURO EN CONCRETO ARMADO.	37
4.1	PARAMETROS DE DISEÑO	37
4.1.1	Parámetros de Suelos.	37
4.1.2	Geometría del Muro.	37
4.1.3	Resistencia del Concreto y Acero.	38

4.2	DISEÑO DE MURO.	38
4.2.1	Dimensionamiento de la Pantalla.	38
4.2.2	Dimensionamiento de la Zapata.	39
4.2.3	Verificación de Estabilidad.	40
4.2.4	Presiones sobre el Terreno.	40
4.3	COSTOS UNITARIOS.	40
4.3.1	Movimientos de Tierras.	40
4.3.2	Concreto.	41
4.3.4	Encofrado y Desencofrado.	41
	CAPITULO 5.- ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS.	42
5.1	DESCRIPCION.	42
5.2	DISEÑOS DE ALTERNATIVAS.	42
5.2.1	Diseño de Muro de Suelo Reforzado con Geotextil Tejido.	42
5.2.2	Diseño de Muro de Suelo Reforzado con Geomalla.	50
5.3	COMPARACION DE COSTOS DE ALTERNATIVAS.	53
5.3.1	Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso ($\phi=32^\circ$).	53
5.3.2	Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso ($\phi=34^\circ$).	55
5.3.3	Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso ($\phi=36^\circ$).	56
	CONCLUSIONES	58
	RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	
	PLANOS	

RESUMEN

Las estructuras de contención de suelo reforzado con geosintéticos han sido profusamente utilizadas a nivel mundial desde inicios de los 80 no solo para estribos de puentes y contención de tierras, sino también para reducir el área de derecho de vía para terraplenes viales además de su amplia aceptación gracias a la eficiencia de las ventajas alcanzadas y a la creciente disponibilidad de materiales geosintéticos calificados en el mercado.

Siendo un tema de gran interés, por constituir un tipo de solución en obras de muro de contención, el presente estudio trata de describir en general los tres tipos de solución como son el muro de suelo reforzado con geotextil tejido, el muro de suelo reforzado con geomalla y el muro en voladizo de $C^{\circ}A^{\circ}$. con el propósito de realizar un análisis comparativo de costos. Asimismo se menciona parámetros de diseño a tener en cuenta para cada una de las alternativas de solución.

Así pues en éste análisis comparativo de costos se ha tomado como una de las variables a la altura del muro, considerándose valores de 4m, 6m, y 8m. Otra de las variables tomadas en cuenta es el ángulo de fricción del suelo de relleno, debido a que es un parámetro que va a contribuir a determinar la mejor solución a escoger.

Luego del análisis respectivo, se llega a la conclusión que los muros de suelo reforzado con geotextil tejido es la mejor alternativa de solución a nivel de costos y a nivel de tiempo de ejecución.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.	Factores de Seguridad.
Cuadro N° 2	Gradación Recomendada y Requerimiento de Plasticidad de Relleno Reforzado.
Cuadro N° 3.	Valores del Angulo de Fricción según la Clasificación del Suelo.
Cuadro N° 4.	Factores de Reducción.
Cuadro N° 5.1.	Valores típicos de ϕ para distintos Tipos de Arenas.
Cuadro N° 5.2.	Valores de Cohesión y ϕ para Suelos con contenido de finos y geotextiles tejidos de Cinta Plana.
Cuadro N° 6.	Resumen de Costos por metro lineal de las 3 Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=32^\circ$.
Cuadro N° 7.	Resumen de Costos por metro lineal de las 3 Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=34^\circ$.
Cuadro N° 8.	Resumen de Costos por metro lineal de las 3 Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=36^\circ$.

LISTA DE FIGURAS

- Figura N° 1. Sección Típica de un Muro de Suelo Reforzado con Geotextil.
- Figura N° 2. Elementos de un Muro de Suelo Reforzado.
- Figura N° 3a. Aumento de la Resistencia al Corte por Incremento en la Presión de Confinamiento debido al Refuerzo.
- Figura N° 3b. Aumento de la Resistencia al Corte por la Cohesión Aparente que genera el Refuerzo Geosintético.
- Figura N° 4. Geomalla Uniaxial.
- Figura N° 5a. Transferencia de Esfuerzos Friccionantes entre el Suelo y la Superficie del Reforzamiento.
- Figura N° 5b. Resistencia Pasiva o Trabazón Mecánica del Suelo en Contacto con los Refuerzos.
- Figura. N° 6 Muro de Contención en Voladizo de $C^{\circ}A^{\circ}$.
- Figura. N° 7 Muro de Contención con Contrafuertes.
- Figura N° 8. Formaletas de Madera.
- Figura N° 9a. Estabilidad Externa: Tipo Deslizamiento en la Base.
- Figura N° 9b. Estabilidad Externa: Tipo Vuelco.
- Figura N° 9c. Estabilidad Externa: Tipo Capacidad de Soporte.
- Figura N° 9d. Estabilidad Externa: Tipo Estabilidad Global.
- Figura N° 10. Bloques de Concreto Unidos con Conectores a Geomalla Uniaxial.
- Figura N° 11. Elementos del Muro en Voladizo.
- Figura N° 12. Predimensionamiento de la Pantalla.
- Figura N° 13. Dimensionamiento del Muro en Voladizo.
- Figura N° 14.a. Gráfico de Distribución de Longitudes (L_g y L_e).
- Figura N° 14.b. Distribución de Esfuerzos de Tracción en el Geotextil.
- Figura N° 15. Ensayo de Corte con Geotextil.
- Figura N° 16. Cargas Externas en Muro sin Talud Superior y Ubicación de Sobrecarga de Tráfico según Análisis a realizar.
- Figura N° 17.a. Falla por Rotura de Esfuerzos.
- Figura N° 17.b. Falla por Arrancamiento, Extracción o Pullout.

- Figura N° 18. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=32^\circ$.
- Figura N° 19. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=34^\circ$.
- Figura N° 20. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=36^\circ$.

LISTA DE FOTOS

- Foto N° 1. Vista Frontal de la Vía Expresa del Callao.
- Foto N° 2. Vista Lateral de la Vía Expresa del Callao.
- Foto N° 3. Muro Terramesh Chancadora Primaria - Alto Chicama (h_{máx}:23 m). Minera Barrick Misquichilca La Libertad. 2004.
- Foto N° 4. Muro Reforzado con Geotextil. ICCGSA Contratistas Generales Lima 1998.
- Foto N° 5. Ejemplo de Aplicación de Mortero en Paramento de Muro Reforzado con Geotextil.
- Foto N° 6. Ejemplo de Aplicación de Mortero en Paramento de Muro Reforzado con Geotextil.
- Foto N° 6a. Etapa de Pañeteo.
- Foto N° 6b. Fachada Terminada.

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio titulado "Muros de Contención de Suelo Reforzado con Geotextil. Estudio Técnico Comparativo de Costos" se realiza un análisis comparativo entre el método tradicional como es un muro voladizo de $C^{\circ}A^{\circ}$ frente a los muros de suelo reforzado con geotextil y geomalla.

El capítulo 1 empieza con una descripción de muro de suelo reforzado y cada uno de sus principales elementos como son el paramento frontal, suelo de relleno, suelo retenido, suelo de fundación y material de refuerzo (geosintético). También se realiza una breve descripción a nivel de obra de las tres soluciones a comparar como son el muro de suelo reforzado con geotextil tejido, el muro reforzado con geomalla y el muro de $C^{\circ}A^{\circ}$ (tipo voladizo), asimismo se muestran fotos de proyectos realizados en nuestro país donde se aplican los muros de suelo reforzado.

En el capítulo 2 se describe el muro de suelo reforzado con geotextil tejido, los parámetros de diseño, así como una descripción de los elementos principales. Se hace una breve descripción de las consideraciones que se tomaron para obtener los costos unitarios que servirán para elaborar el presupuesto en el capítulo 5, el mismo que se utilizará al momento de realizar el análisis comparativo.

En el capítulo 3 se describe el muro de suelo reforzado con geomalla, la descripción es similar a la mencionada en el capítulo 2, la diferencia está en el tipo de refuerzo que en este caso es la geomalla.

En el capítulo 4 se menciona los parámetros de diseño de un muro en voladizo de $C^{\circ}A^{\circ}$, así como el predimensionamiento y el análisis de estabilidad del muro, también se hace una breve descripción de las consideraciones asumidas para el cálculo de los costos unitarios.

En el capítulo 5 se realiza el análisis comparativo de los costos de las tres alternativas, se hace una breve descripción de los diseños de los muros de suelo reforzado de geotextil y geomalla.

En la parte final se realiza la comparación de las tres alternativas teniendo como variables la altura y el ángulo de fricción de suelo de relleno.

Por último en los anexos se muestran los cuadros de costos unitarios que sirvieron para realizar el análisis comparativo.

•

CAPITULO 1.- GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCION DE MURO DE SUELO REFORZADO

1.1.1 Definición de Muro de Contención.

Toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno se define como muro, siendo su carácter fundamental el servir de elemento de contención de un terreno, que en ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial.

1.1.2 Definición de Muro de Suelo Reforzado.

Un muro de suelo reforzado es una asociación de suelo y elementos lineales capaces de soportar fuerzas de tracción, estos últimos elementos suelen ser tiras metálicas o de plástico (geosintético). El refuerz...> da en conjunto una resistencia a la tensión que el suelo carece por si mismo, con la ventaja adicional que el refuerzo puede ser uniaxial o biaxial. La fuente de esta resistencia a la tensión es la fricción interna del suelo, debido a que las fuerzas que se producen en la masa se transfieren del suelo al refuerzo, por fricción o trabazón mecánica, dependiendo del elemento de refuerzo (geosintético).

Los muros de suelo reforzado requieren material de relleno de buena calidad para asegurar la durabilidad, drenaje y sobre todo buena interacción con los materiales de refuerzo. Muchos sistemas de Suelo Reforzado dependen de la fricción entre el suelo y los refuerzos, en tales casos, se requiere un material con características altas de fricción. Otros sistemas, en cambio, se basan en la resistencia pasiva ejercida por el relleno sobre los elementos de refuerzo, en estos casos, la calidad del material es más crítica, estos requisitos de desempeño generalmente eliminan suelos con altos contenidos de arcilla. Desde el punto de vista de la resistencia de los refuerzos, los rellenos de baja calidad podrían servir para un Muro de Suelo Reforzado, sin embargo una calidad alta en el relleno granular tiene ventajas sobre uno de baja calidad.

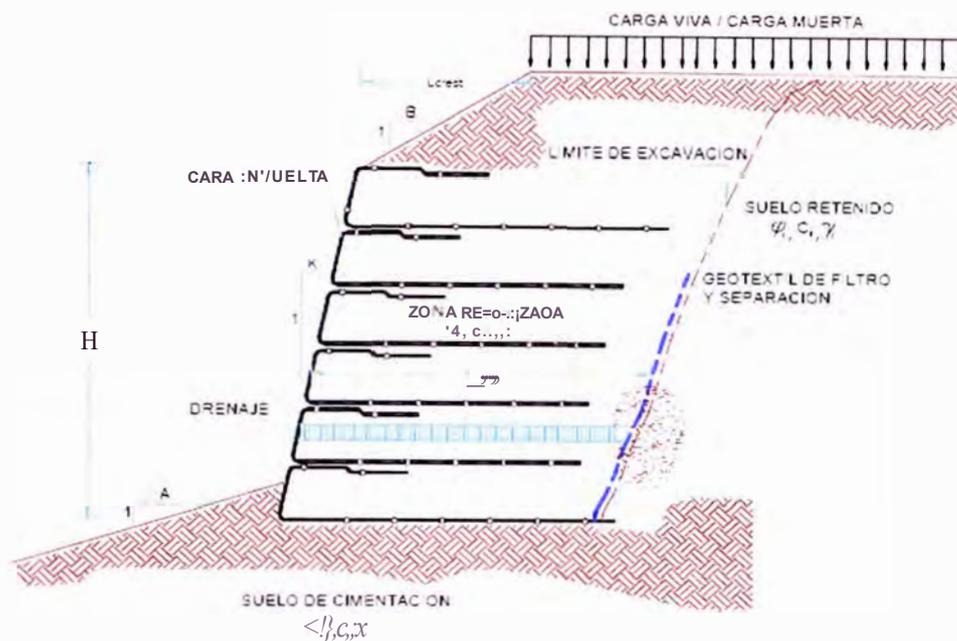


Figura N° 1 Sección Típica de un Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

1.1.3 Elementos de Un Muro de Suelo Reforzado

Los elementos de un suelo reforzado (ver Figura **N° 2**) son las siguientes:

Paramento:

Componente de los muros de suelo reforzado, que impide la pérdida de suelo por entre las capas de refuerzo y en la mayoría de las aplicaciones urbanas, sirve como elemento decorativo, y no cumple ninguna función estructural.

Los paramentos mas comunes están compuestos por: paneles y bloques de concreto prefabricado, láminas de metal, gaviones, mallas electro soldadas, concreto lanzado y paneles cubiertos por geosintéticos (geomantas).

Suelo Reforzado:

Es el material de relleno en el cual se colocan las capas de refuerzo para proporcionarle resistencia a la tracción. Trabaja externamente como un muro de gravedad convencional e internamente se basa en la interacción de los refuerzos con material. La granulometría del suelo reforzado determina el tipo de refuerzo ya sea geomalla o geotextil, considerando siempre utilizar como relleno reforzado al material de la zona.

Suelo Retenido:

Es el material localizado inmediatamente después del relleno de suelo reforzado, no se necesita un material con características especiales para este caso, generalmente es el material de la zona.

Suelo de Fundación:

Es el suelo sobre el cual irá la losa de nivelación y el relleno reforzado. La determinación de las propiedades de ingeniería para estos suelos de fundación debería estar enfocada a la capacidad portante, el asentamiento potencial, y la ubicación de niveles de aguas subterráneas.

Refuerzo-Geosintético:

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.

Geosintético es un término genérico que abarca todos los materiales polímeros flexibles usados en la ingeniería geotécnica como son geotextiles, geomembranas, geomalla, geocelda.

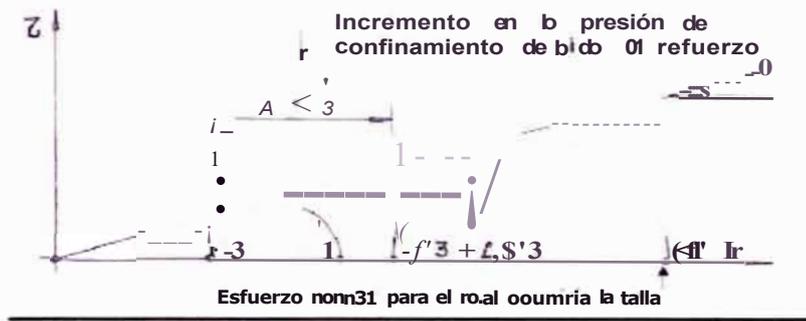


Figura N° 3a. Aumento de la Resistencia al Corte por Incremento en la Presión de Confinamiento debido al Refuerzo

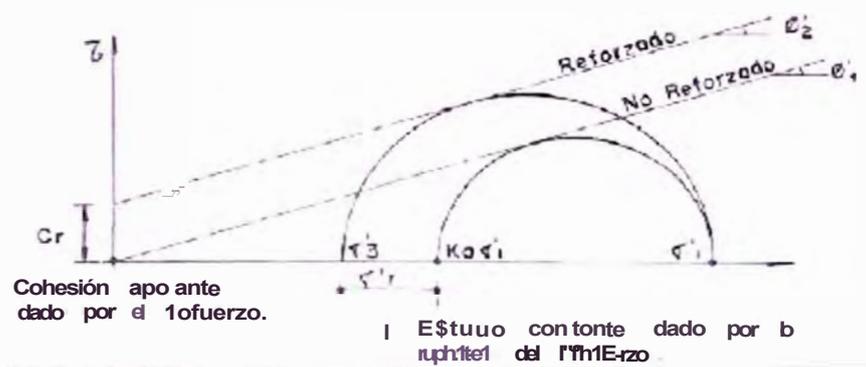


Figura N° 3b. Aumento de la resistencia al corte por la cohesión aparente que genera el refuerzo geosintético.

El suelo de relleno a usar teniendo como refuerzo geotextil no necesariamente tiene que ser granular, debido a que el geotextil básicamente trabaja a fricción, este criterio permite utilizar material de relleno de la zona, ahorrando gastos de fletes.

1.2.2 Muro de Suelo Reforzado con Geomalla

Las Geomallas son materiales en forma de matrices, con grandes espacios abiertos, llamados aberturas, los cuales típicamente son de 10 a 100mm entre costillas. (ver Figura N° 4).

Según la dirección del refuerzo la geomalla a utilizar puede ser uniaxial o biaxial. Un muro de suelo reforzado con geomalla es una asociación de tierra y elementos lineales de refuerzo capaces de soportar fuerzas de tracción importantes.

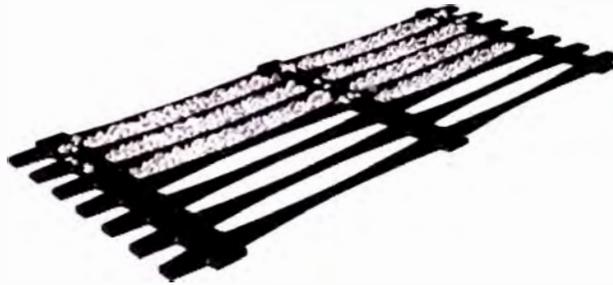


Figura N° 4. Geomalla Uniaxial

Los esfuerzos son transferidos entre el suelo y el refuerzo por fricción (Figura N° 5a) y/o resistencia pasiva (Figura N° 5b).

La fricción, se desarrolla en posiciones donde hay un desplazamiento relativo y el correspondiente esfuerzo al corte entre la superficie de suelo y del refuerzo. Los elementos de refuerzo donde la fricción es importante deberían estar alineados con la dirección del movimiento relativo del suelo reforzado.

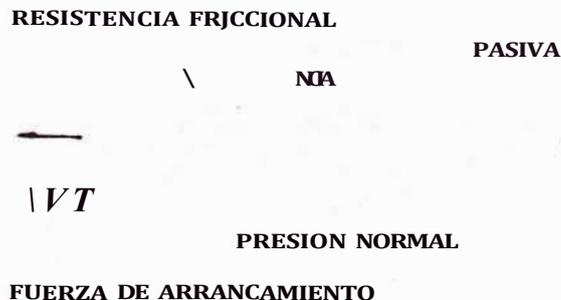


Figura N° 5a. Transferencia de Esfuerzos Friccionantes entre el Suelo y la Superficie del Reforzamiento.



Figura N° 5b. Resistencia Pasiva o Trabazón Mecánica del Suelo en Contacto con los Refuerzos.

La resistencia pasiva o trabazón, ocurre a través del tipo de esfuerzos de carga en la superficie de refuerzo transversal normal a la dirección del movimiento relativo de la masa de suelo reforzado. La resistencia pasiva es considerada para ser la interacción primaria en el caso de refuerzos de malla de alambre.

La contribución de cada mecanismo de transferencia para un refuerzo particular dependerá de la rugosidad de la superficie (la fricción de la superficie), los esfuerzos normales efectivos, dimensiones de abertura de la malla, espesor de los miembros transversales, y las características de elongación del refuerzo. Igualmente importantes para el desarrollo de interacción son las características del suelo, incluyendo tamaño de grano, distribución del tamaño de grano, distribución del tamaño del grano, forma de las partículas, densidad, contenido de agua, cohesión y rigidez.

1.2.3 Muro de Contención en C°A°

Un muro de contención es una estructura que proporciona soporte lateral a una masa de material, y en algunos casos soporta cargas verticales adicionales. (ver Figura N° 6).

Los muros de Concreto Armado, estos trabajan esencialmente a flexión y a la compresión vertical debida a su peso propio es generalmente despreciable.

La estabilidad se debe principalmente a su peso propio y al material que se encuentra directamente sobre su base.

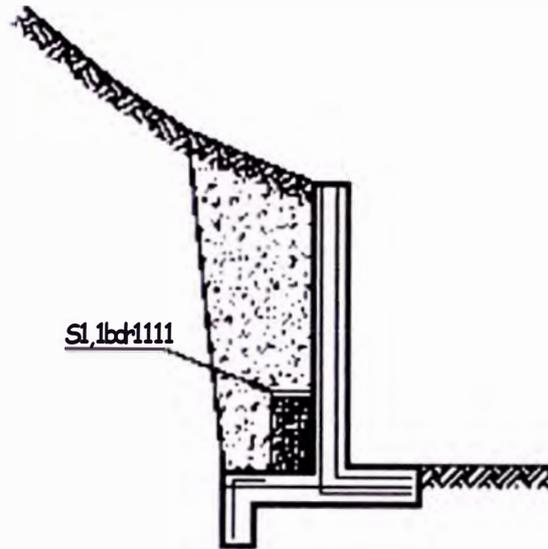


Figura N° 6. Muro de contención en Voladizo de C°A°

Los muros con contrafuertes (Ver Figura N° 7) se recomienda usarlos para alturas mayores a 8m, debido a que los contrafuertes le proporcionan mayor estabilidad a la pantalla.

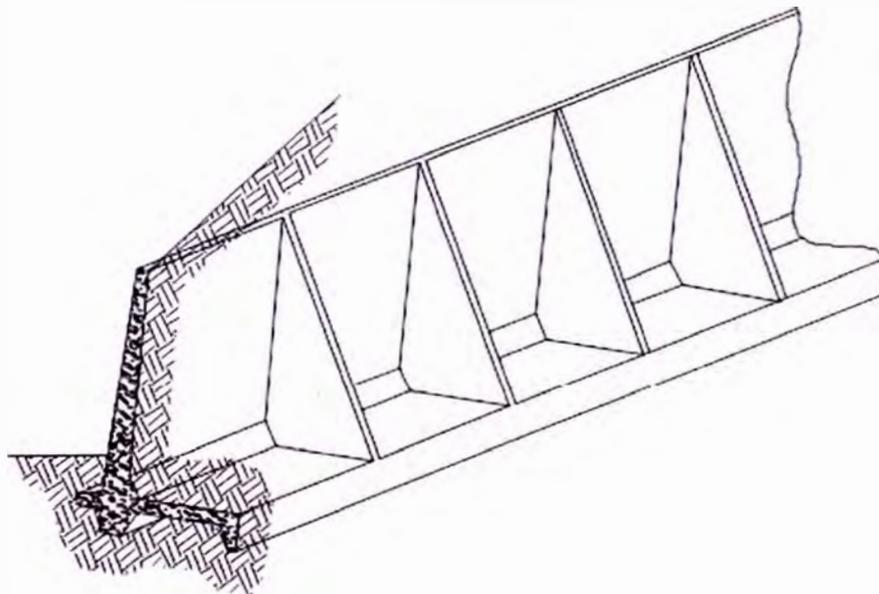


Figura N° 7. Muro de contención con contrafuertes.

1.3 USOS Y APLICACIONES EN EL PAIS

1.3.1 Muro de suelo reforzado, usado como estribo de puente en paso a desnivel



Foto N° 1 Vista Frontal de la Vía Expresa del Callao Paso a desnivel Av. Qui/ca. Lima - Perú 2004



Foto N° 2 Vista Lateral de la Vía Expresa del Callao.

1.3.2 Muro de Contención para ganar Ancho de Vía en la Parte Superior



Foto N° 3 Muro Terramesh Chancadora Primaria - Alto Chicama
(h_{máx}: 23 m). Minera Barrick Misquichilca. La Libertad. 2004

1.3.3 Muro de Contención de Suelo Reforzado para Estabilizar Talud.



Foto N° 4 Muro Reforzado con Geotextil .ICCGSA Contratistas
Generales. Lima 199

1.3.4 Proyecto Muro Contención de Suelo reforzado con Geotextil Tejido

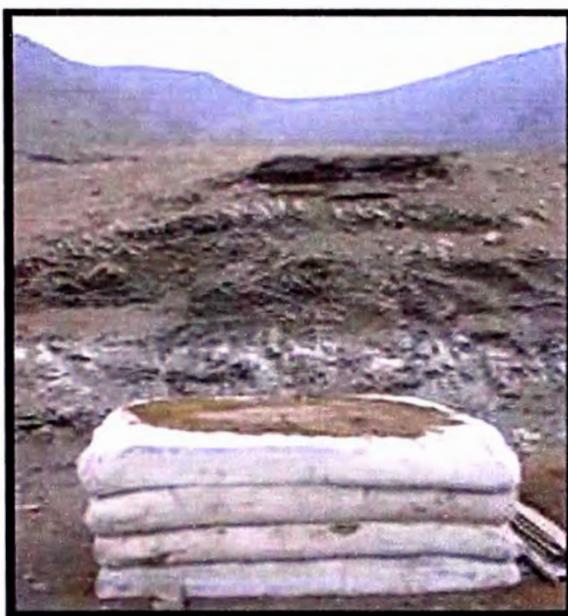


Foto N° 5 Proyecto realizado Curso de Titulación - UN. 2007

CAPITULO 2- SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL TEJIDO

2.1 PARAMETROS DE DISEÑO

El diseño procede de la siguiente manera:

- Primero se trata la estabilidad interna, para determinar el espaciamiento entre geotextiles, la longitud del geotextil y la distancia de traslape.
- Se verifica la estabilidad externa contra el volteo, deslizamiento y esfuerzo transmitido al suelo de fundación, en base a estos análisis se verifica y/o modifica el diseño interno.
- Se diseña la cara del muro.

2.1.1 Parámetros de Suelos:

Suelo de Fundación:

Los parámetros requeridos son la capacidad portante del suelo de fundación, así como su asentamiento ante cargas permanentes.

Suelo de Relleno:

Para el Suelo de Relleno se realizarán los ensayos de cono de arena, de Compactación, Granulometría y de Corte Directo todos ellos durante el proceso constructivo.

2.1.2 Características Mecánicas del Geotextil Utilizado

La resistencia a la tensión es la principal característica mecánica del geotextil, en el diseño se usa el valor dado en las especificaciones técnicas del geotextil, utilizamos el valor calculado con el Método de la tira ancha y bajo un cierto grado de deformación (resistencia última).

2.1.3 Cargas de Tránsito Vehicular de Diseño

Para el proyecto No se considera cargas de tránsito vehicular para la verificación del análisis de estabilidad de los muros de suelo reforzado; solo se está considerando una carga muerta uniformemente repartida de 1.00 ton/m² por el material que va encima del muro y que actúa en distintos lugares de el.

2.1.4 Factores de Seguridad

Para los taludes en relleno se han tomado los siguientes factores de seguridad:

- Factor de Seguridad por Daños de instalación:

Es un factor que se considera por daños al geotextil al momento de la instalación, puede ser por errores en mano de obra, o también por elementos punzantes que no fueron eliminados.

- Factor de Seguridad por Fluencia del Material:

Es el factor de seguridad denominado por *CREEP*, el geotextil va estar sometido a esfuerzos de tracción a lo largo de su vida útil, este esfuerzo permanente hace que su resistencia inicial al esfuerzo de tracción disminuya. Los valores de este factor deben ser proporcionados por el fabricante.

- Factores de Seguridad por Degradación Química y Biológica:

Son factores que se consideran si es que el terreno de fundación o el material de relleno presenta algún tipo de contaminación química o biológica, para estimar un valor se debe obtener el pH del suelo de relleno y luego de tablas proporcionadas por el fabricante del geotextil se obtienen los factores a utilizar. Estos factores de seguridad son aplicados a la resistencia última del geotextil.

- Factor de Seguridad Global: $FS = 1,3$

El factor de seguridad global es aplicado al conjunto suelo-geotextil, en el análisis de estabilidad interna.

2.1.5 Coeficientes Sísmicos

Se utiliza el plano sísmico del Perú para determinar el coeficiente sísmico de la zona. La AASHTO recomienda asumir el 50% de ese coeficiente.

La zona del proyecto es Lima, el factor de zona es 0.4, consideramos solo el 50%, entonces nuestro coeficiente es 0.2.

2.2 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

2.2.1 Paramento:

Componente del muro de suelo reforzado con geotextil, que impide la pérdida de suelo por entre las capas de refuerzo y sirve como elemento decorativo, no cumple ninguna función estructural.

El paramento está compuesto por un mortero de cemento-arena, su espesor es de 1cm, para fijar el mortero al muro de suelo reforzado se usa una malla de fierro (tipo gallinero), se verifica la cuantía mínima por temperatura.

2.2.2 Suelo Reforzado:

Es el material de relleno en el cual se colocan las capas de refuerzo para proporcionarle resistencia a la tensión. Trabaja externamente como un muro de gravedad convencional e internamente se basa en la interacción de los refuerzos con material.

2.2.3 Suelo Retenido:

Es el material localizado inmediatamente después del relleno mecánicamente estabilizado, no se necesita un material con características especiales para este caso, generalmente es el material de la zona.

En el proyecto realizado no existe material retenido.

2.2.4 Suelo de Fundación:

Es el suelo sobre el cual irá el relleno de suelo reforzado. La determinación de las propiedades de ingeniería para estos suelos de fundación debería estar enfocada a la capacidad portante, el asentamiento potencial, y la ubicación de niveles de aguas subterráneas.

2.2.5 Refuerzo-Geotextil:

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

El geotextil es un geosintético permeable conformado solamente de textiles. La gran mayoría de geotextiles están hechos de polímeros de polipropileno o poliéster formados por fibras o hebras, en una tela tejida o no tejida. Cuando se colocan sobre el terreno estas telas se denominan geotextiles.

El geotextil es el que aporta la resistencia a la tensión al suelo, en el diseño se usa el valor de resistencia dada por el fabricante, pero afectado por factores de seguridad (ver capítulo 2).

2.3 COSTOS UNITARIOS

Las partidas a considerar son:

2.3.1 Relleno con Material de Préstamo

Es una de las partidas más importantes por su incidencia en el costo total y tiempo de ejecución de la obra. Es importante definir las zonas o posibles zonas que nos servirán de cantera

En esta partida hay que considerar la distancia de la cantera de donde se extraerá el material de relleno, en este caso afirmado, el costo en el flete es importante e incide directamente al costo.

Construir un muro de suelo reforzado con geotextil resulta económico siempre y cuando el material de relleno sea de la zona, en caso contrario habría que evaluar otros sistemas constructivos.

En el cuadro anexo 1.3, se puede apreciar los rendimientos considerados, es la partida de mayor metrado en el presupuesto, esto nos da la idea de que a este tipo de proyecto se le puede considerar como una obra de movimiento de tierras.

2.3.2 Suministro e Instalación de Geotextil

En la determinación de la cantidad del geotextil se puede hacer por m. de muro o por m² de geotextil utilizado, se debe tener en cuenta el doblez requerido según planos de detalles, el costo del geotextil depende del proveedor pero varía entre 15 y 16 soles x m².

La incidencia de la mano de obra es aproximadamente el 3% costo unitario total (Ver Cuadro de anexo 1.4), esto se debe al alto rendimiento que se considero en esta partida. Los valores de rendimiento fueron proporcionados por la firma Andex del Norte.

2.3.3 Encofrado y Desencofrado

Se utilizan unas formaletas de metal, espaciadas 1.20m y atortoladas con alambre N°8 a tablonces de madera de 30cm x 2.5cm de espesor, estas formaletas son desmontables, en cada nivel de capas de relleno.

Si revisamos los cuadros de anexos 1.7, 1.8 y 1.9 podemos ver como el % de incidencia del costo del encofrado va disminuyendo conforme aumenta la altura del muro, empieza en 5.2% para una altura de 4m y termina en 3,2% para una altura de 8m. En esto es totalmente distinto a los muros de concreto armado que la incidencia del encofrado aumenta con la altura.

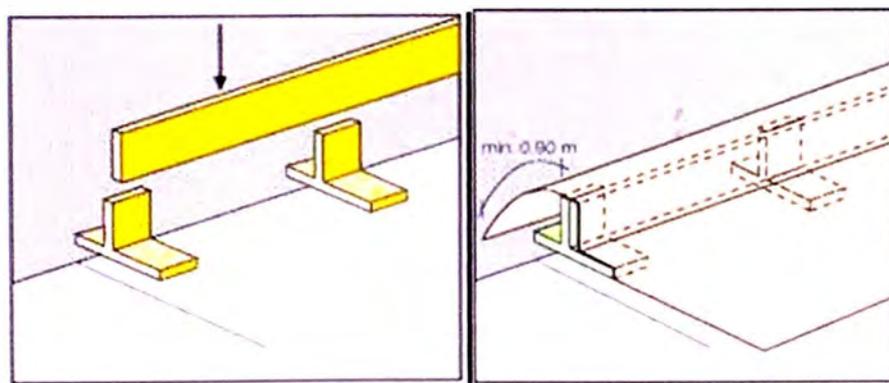


Figura N° 8. Formaletas de Madera, en el Proyecto se usaron de Metal.

2.3.4 Cobertura de Fachada de Muro

Para la cobertura se usará un mortero de cemento: arena 1:4, escarchado, con espesor de 1cm, una malla tipo gallinero servirá para fijar el mortero al muro de suelo reforzado.

En el cuadro anexo 1.6 se aprecia que la incidencia en mano de obra en esta partida es del orden del 90%, pero su peso en el presupuesto total es del orden del 5.5% al 9% (Ver cuadros anexos 1.7, 1.8 y 1.9)



**Foto N° 6 Ejemplo de Aplicación de Mortero en Paramento
de Muro Reforzado con Geotextil**

CAPITULO 3.- SUELO REFORZADO CON GEOMALLA

3.1 PARAMETROS DE DISEÑO

El diseño procede de la siguiente manera:

- Primero se trata la estabilidad interna, para determinar el espaciamiento entre capas y la longitud empotramiento
- Se verifica la estabilidad externa contra el volteo, deslizamiento y esfuerzo transmitido al suelo de fundación, en base a estos análisis se verifica y/o modifica el diseño interno.
- Se diseña la cara del muro y el drenaje en caso se requiera.

3.1.1 Parámetros de Suelos :

Se realiza trabajos de campo, de gabinete y ensayos de laboratorio para determinar los diferentes parámetros que se necesita en el diseño.

En el trabajo de campo se realizan calicatas para extraer muestras que son posteriormente analizadas en el laboratorio, además que nos sirven para determinar el perfil estratigráfico del terreno (suelo de fundación)

Los ensayos a realizar tanto para el suelo de fundación, suelo retenido y relleno reforzado son:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM 0422)
- Contenido de Humedad (ASTM 02216)
- Peso Específico Relativo de Sólidos (ASTM 0854)
- Ensayo Corte Directo (ASTM 03080)
- Ensayo Triaxial (ASTM 04767)
- Densidades Máximas y Mínimas Secas

Suelo de Fundación:

Para el suelo de fundación el estudio de suelos debe proporcionar el reporte Geotécnico, el ángulo de fricción (ϕ), cohesión, peso específico del suelo, ver el nivel freático en el suelo.

Suelo de Retenido:

Los parámetros requeridos en el suelo retenido son el ángulo de fricción, la cohesión, peso unitario y determinar si el nivel freático afecta al diseño del muro de suelo reforzado.

Relleno Reforzado:

A nivel de relleno reforzado se requiere conocer el ángulo de fricción y el peso unitario del material de relleno, la cohesión no es importante ya que el relleno reforzado para el caso de geomallas debe ser granular (no presenta cohesión), el requerir material granular incrementa el costo a este tipo de solución porque no siempre se encuentra material de esas características en todas las zonas del país.

3.1.2 Sobrecargas

Cargas Uniformes:

Como su nombre lo dice son cargas uniformemente repartidas sobre el suelo de relleno, generalmente producidas por algún tipo de cobertura aplicada al muro reforzado.

3.1.3 Estabilidad Externa

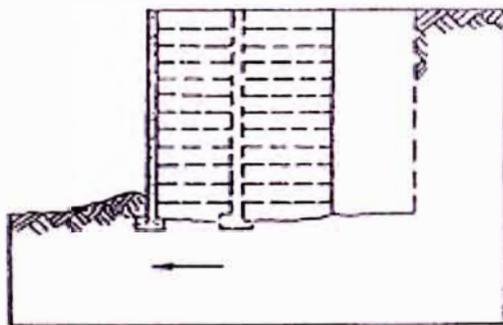


Figura N° 9a. Deslizamiento en la Base

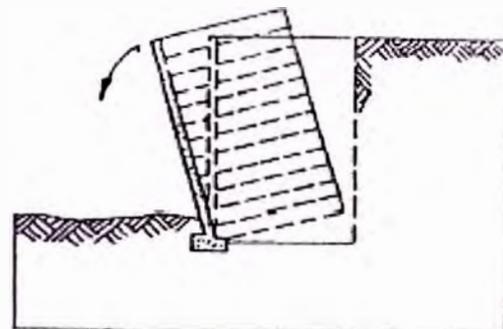


Figura N° 9b. Vuelco

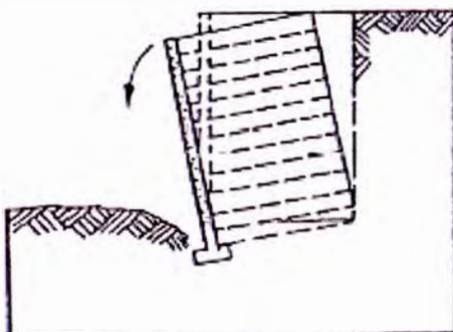


Figura N° 9c. Capacidad de Soorte

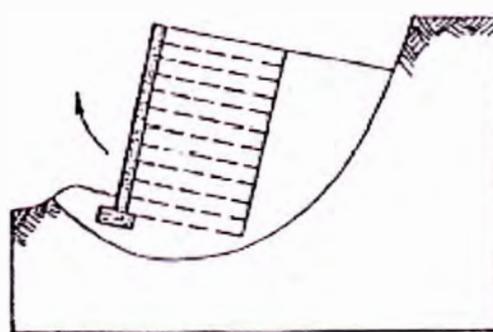


Figura N° 9d. Estabilidad Global

- **Deslizamiento:** Esta falla ocurre cuando toda la estructura sufre un desplazamiento debido a fuerzas horizontales debido al empuje del suelo retenido y por fuerzas sísmicas. (Ver Figura N° 9.a)
- **Volcamiento:** La falla se produce cuando las fuerzas horizontales producen un momento de vuelco mayor al momento resistente. (Ver Figura N° 9.b)
- **Capacidad Portante:** El suelo de fundación tiene una capacidad admisible, que es el resultado de dividir la capacidad última del suelo entre un factor de seguridad, este valor lo proporciona el Ingeniero de Suelos. (Ver Figura N° 9.c)
La falla por capacidad portante del suelo ocurre cuando el esfuerzo transmitido por la estructura es mayor a la capacidad última del suelo.
- **Estabilidad Global:** La falla por estabilidad global ocurre cuando debido a las fuerzas horizontales y verticales ocurren esfuerzos mayores a los esfuerzos resistentes en el plano de falla, y esto hace que la estructura de suelo reforzado colapse. (Ver Figura N° 9.d)

3.1.4 Factores de Seguridad.

TIPO DE FALLA	FACTORES DE SEGURIDAD
ESTABILIDAD EXTERNA	
DESLIZAMIENTO	1.5
CAPACIDAD PORTANTE	2.5
ESTABILIDAD GLOBAL	1.3

Cuadro N° 1. Factores de Seguridad

3.2 DESCRIPCION DE ELEMENTOS DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA

3.2.1 Paramento:

Su función principal será la de conformar el paramento de la estructura, detener la erosión del relleno y proveer a la estructura de un tratamiento arquitectónico adecuado.

El paramento puede ser de mortero similar al mencionado en el capítulo 2 donde se describe el muro de suelo reforzado con geotextil, otra forma de paramento usado con geomalla es el de bloques de concreto, que se unen a la geomalla a través de conectores (Ver Fig. 3.1), para la comparación de costos en el capítulo 5, usaremos el paramento de mortero, por ser más económico. Pero para fines didácticos describiremos el bloque de concreto típico que se usa en este tipo de refuerzo con geomalla.

El Bloque de concreto tiene las siguientes características:

Geometría Nominal: **8" x 18" x 11"**

Peso Aproximado: **35Kg.**

El bloque de concreto debe tener un mínimo de resistencia a la compresión a los 28 días de 28MPa. El bloque debe contar adicionalmente con una protección contra los ciclos de hielo/deshielo, limitando su absorción de agua a un 6% de su peso. Las dimensiones del bloque de concreto no deberán variar más de 1/8pulg. (3.2mm) de la dimensión publicada de fabricación.

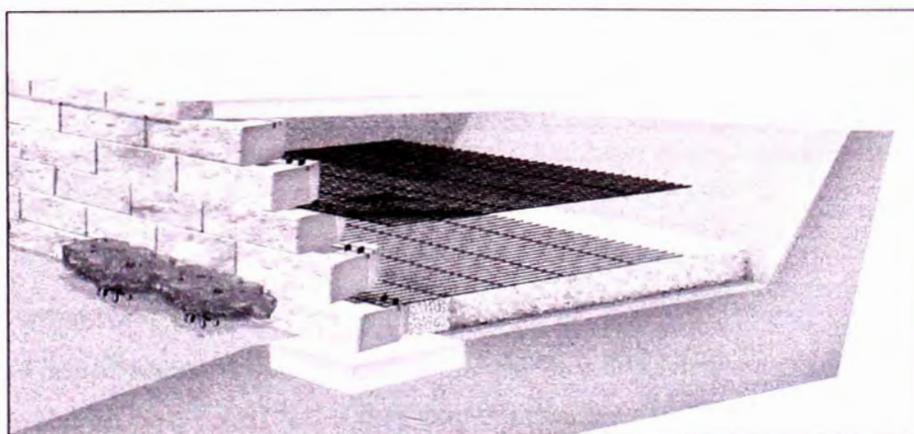


Figura N° 10. Bloques de Concreto Unidos con Conectores a Geomalla Uniaxial

3.2.2 Relleno Reforzado:

En el caso de relleno reforzado para geomallas si se debe tener en cuenta la granulometría del material, como la geomalla trabaja a trabazón se requiere conocer el ~~do~~ para determinar el tamaño de la abertura de la geomalla a utilizar, el requerir una granulometría especial para el relleno hace que esta solución tenga alguna limitación en su aplicación que podría elevar el costo del proyecto. Los parámetros requeridos son el peso unitario y el ángulo de fricción.

En el Cuadro N° 2 se muestra la granulometría recomendada por la AASHTO y la NCMA.

Según la clasificación del suelo también se puede determinar el valor del ángulo de fricción (Ver Cuadro N° 3)

AASHTO		NCMA	
MALLAN°	% QUE PASA	MALLAN°	% QUE PASA
4"	100	4"	100-75
N° 4		N° 4	100-20
N° 40	0-60	N° 40	0-60
N° 200	0-15	N° 200	0-35
Índice Plástico	<= 6	Índice Plástico	<=20

Cuadro N° 2 Gradación Recomendada y Requerimiento de Plasticidad

Clasificación	Angulo de fricción
Sedimentos (no plásticos)	26-30°
Arena de media a fina	26-30°
Arena bien graduada	30-34°
Arena y grava media	32-36°

Cuadro N° 3 Valores del Angulo de Fricción según la clasificación del Suelo

3.2.3 Suelo Retenido:

Es el material localizado inmediatamente después del relleno reforzado, no se necesita un material con características especiales para este caso, generalmente es el material de la zona.

Se requieren los siguientes parámetros:

- Peso Unitario
- Cohesión
- Angulo de fricción

3.2.4 Losa de Nivelación:

Corresponde al solado de concreto, plano de superficie horizontal, que se apoya directamente sobre el suelo natural o en el relleno y sirve de base al paramento de bloques de concreto.

En el caso de usar paramento de mortero, ya r.o es necesario la losa de nivelación, solo requerimos compactar al 95% de la MDS al suelo de fundación, con esto se reduce el costo en el presupuesto final.

3.2.5 Refuerzo-Geomalla

Las **geomallas extruidas** pueden ser uniaxiales y biaxiales.

Tanto las primeras como las segundas parten de una lámina polimérica de una poliolefina (**polipropileno o polietileno**) que tiene una serie uniforme y controlada de agujeros.

La lámina es luego inducida a esfuerzos que originan su elongación y deformación en una o ambas direcciones.

Clasificación por tipo de refuerzo:

- Unidireccional simple (emplea tiras o cintas)
- Unidireccional compuesta (emplea mallas o barras entrelazadas)
- Si-direccional compuesta (formado por láminas continuas)

Clasificación por el tipo de material de refuerzo:

- Refuerzos metálicos y no metálicos (el refuerzo es generalmente de acero dulce y refuerzos poliméricos)

Clasificación por la extensibilidad del refuerzo:

- Refuerzos extensibles (deformación en falla mayor a la del suelo)
- Refuerzos no extensibles (deformación en la falla menor a la del suelo)

3.3 COSTOS UNITARIOS

Las partidas a considerar son:

3.3.1 Relleno con Material de Préstamo

Es una de las partidas más importantes por su incidencia en el costo total y tiempo de ejecución de la obra.

De la misma forma que en el muro de suelo reforzado con geotextil en esta partida hay que considerar la distancia de la cantera de donde se extraerá el material de relleno, en este caso afirmado, el costo en el flete es importante e incide directamente al costo.

Para este caso sería conveniente que el material de relleno sea altamente granular con un d_{50} de 3 a 4cm, porque así la geomalla trabaja mejor a trabazón.

Para el análisis del presente informe se está considerando como variable el ángulo de fricción del suelo de relleno.

El costo del flete del afirmado está incluido en el precio del mismo, y se considera que se trae el material de una distancia aproximada de 15 Km.

En el análisis de costo unitario de esta partida (Cuadro anexo 2.3) se aprecia que el costo del afirmado es aproximadamente el 56% del costo unitario total, la mano de obra el 30%, equipos y herramientas el 14%.

3.3.2 Suministro e Instalación de Geomalla

En la determinación de la cantidad de geomalla se puede hacer por m. de muro o por m^2 de geomalla a utilizar, se debe tener en cuenta el doblez requerido según planos de detalles, el costo de la geomalla depende del proveedor pero varía entre 14 y 15 soles $\times m^2$ (Geomalla FortGrid UX165 - PET).

Por las aberturas que presentan la geomalla es necesario evitar pérdida de material de relleno en la cara del muro (paramento), para eso consideramos colocar un geotextil no tejido en la cara vertical del muro y en el doblez, esto evitará que ocurra pérdida del material de relleno.

En el cuadro de anexo 2.4, la incidencia del geotextil no tejido es el 22% del costo unitario total.

3.3.3 Encofrado y Desencofrado

El análisis de costos unitarios es el mismo utilizado en el muro de suelo reforzado con geotextil geotextiles, se usan tablonces, formaletas de metal, alambre # 8, etc.

3.3.4 Cobertura de Fachada de Muro

Para la cobertura se usará un mortero de cemento: arena 1:4, escarchado, con espesor de 1cm, una malla tipo gallinero servirá para fijar el mortero al muro de suelo reforzado.

En el análisis de la fachada , se consideran como si fueran 2 partidas separadas, la colocación de la malla tipo gallinero y el revestimiento con mortero.

El costo de la malla tipo gallinero representa el 53% del costo unitario total (Ver cuadro anexo 2.5)



Foto N° 7a. Etapa de Pañeteo

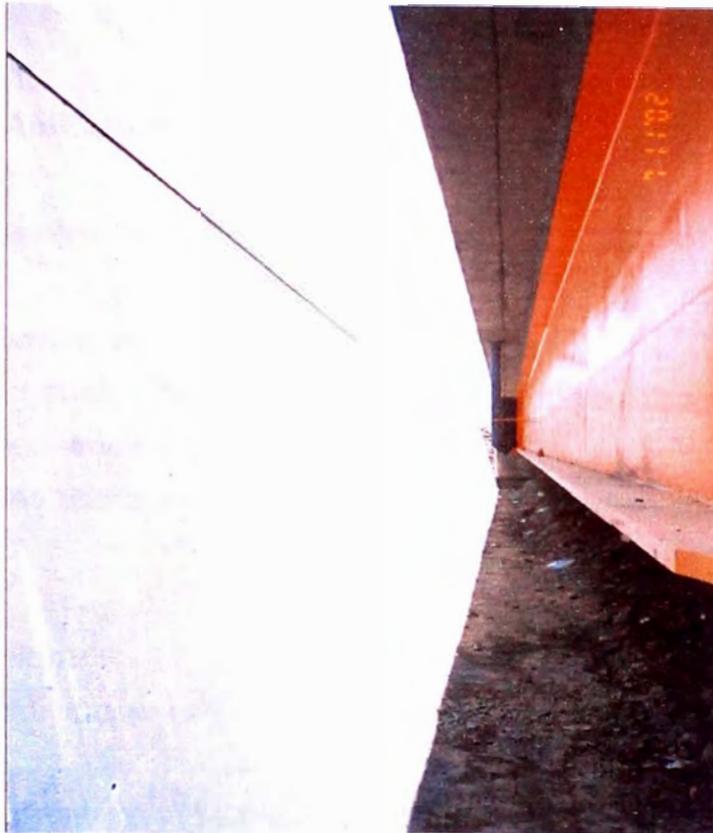


Foto N° 7b. Fachada Terminada

CAPITULO 4.- ALTERNATIVA DE MURO EN CONCRETO ARMADO

4.1 PARAMETROS DE DISEÑO

4.1.1 Parámetros de Suelos

Suelo de Fundación:

El estudio de suelos nos debe determinar la capacidad portante del suelo así como sus asentamientos.

Se realizan los mismos estudios que en los casos mencionados en los capítulos 2 y 3.

Suelo Retenido:

Los parámetros a usar son el ángulo de fricción y el peso unitario del suelo.

4.1.2 Geometría del Muro

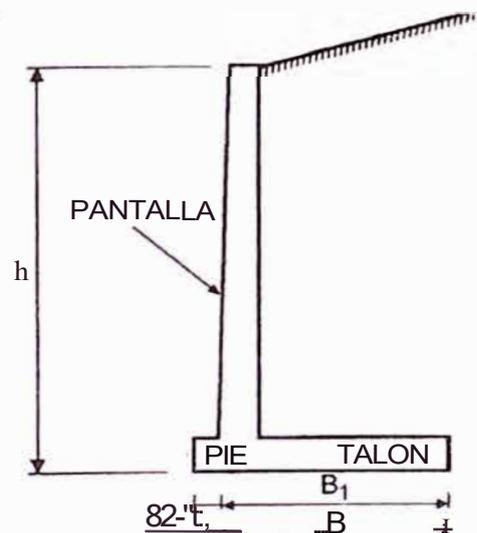


Figura N° 11. Elementos del Muro en Voladizo

La altura del muro determina el tamaño de la base y el espesor de la pantalla, claro que se debe verificar la estabilidad total de la estructura.

Para alturas grandes la base y el espesor del muro son mayores, eso implica mayor volumen de concreto y de encofrado que aumentan el costo del proyecto.

La altura recomendada para muros en voladizo sin contrafuertes es de 6m, para alturas mayores se recomienda el uso de contrafuertes, el uso de contrafuertes implica mayor metrado de concreto y de encofrado esto hace que el costo aumente, para alturas mayores se debe considerar como solución viable (económica) un muro de suelo reforzado con geotextil o con geomalla.

En muros en voladizos en C°A° la altura recomendada es 6m para vaciados "in situ".

4.1.3 Resistencia del Concreto y Acero

La resistencia a la compresión del concreto y la resistencia a la fluencia del acero, tienen importancia en el diseño, el proyectista debe definir el tipo de concreto y acero a usar en el diseño.

El diseño de las soluciones con suelo reforzado se realiza con cargas admisibles, la solución de muro en voladizo de concreto armado se diseña con cargas últimas.

4.2 DISEÑO DE MURO EN CONCRETO ARMADO

4.2.1 Dimensionamiento de la pantalla

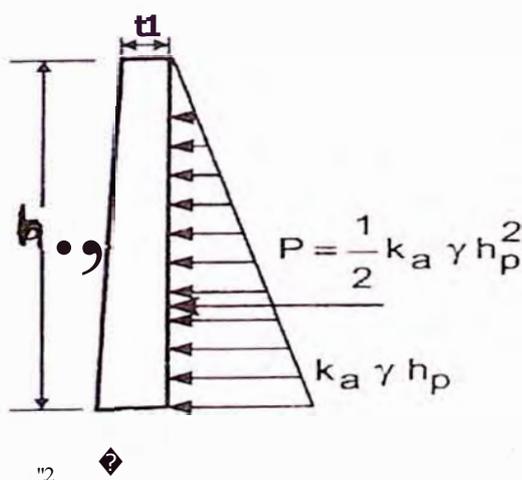


Figura N° 12 Predimensionamiento de la Pantalla

El espesor de la pantalla es mayor en el nivel inferior "t2" que en el nivel superior "t1" (Ver Figura N° 12).

El espesor t1 del muro varía de 0.25 a 0.30m para muros de hasta 5m. de alto, para alturas mayores aumenta el valor del espesor, como es obvio para alturas mayores, el espesor es muy ancho y es antieconómico para el proyecto.

El espesor t2 es calculado considerando la flexión que se produce en el muro por efecto de la presión del suelo retenido, el diseño es similar a la de una viga de concreto en flexión.

4.2.2 Dimensionamiento de la Zapata

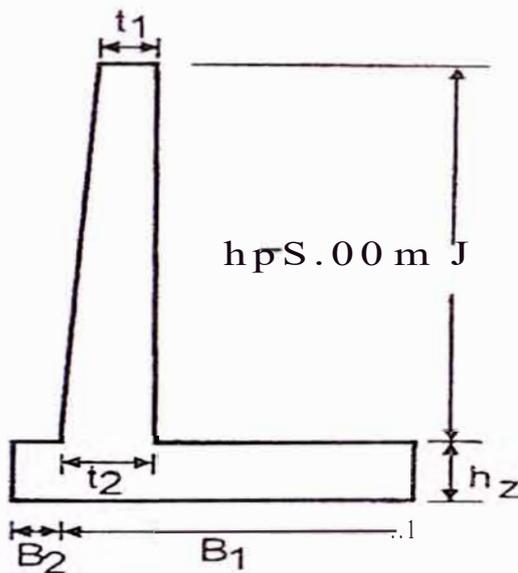


Figura N° 13. Dimensionamiento del Muro en Voladizo.

A nivel de predimensionamiento se puede considerar el valor de la altura de la zapata "hz" (Ver Figura N° 13) igual al espesor del muro "t2" aumentado en 5cm ó 10cm esto queda a criterio del diseñador.

La zapata predimensionada debe cumplir con el factor de deslizamiento.

El valor de "8/" conocido también como pie de muro, en una primera aproximación se puede considerar como la altura total del muro entre 10, pero como mínimo debe tener 0.50m.

4.2.3 Verificación de Estabilidad

Al verificar la estabilidad de la estructura se consideran 2 factores de seguridad:

FSV > 1.75 (Factor de seguridad al volteo)

FSD > 1.50 (Factor de seguridad al deslizamiento)

4.2.4 Presiones sobre el terreno

Se debe verificar que la excentricidad este dentro del tercio central, con esto aseguramos que las presiones sobre el terreno siempre sean a compresión.

La excentricidad se calcula con el valor del momento resultante dividido entre el valor resultante de las fuerzas horizontales aplicadas sobre la pantalla del muro, este valor debe ser mayor que $B/6$, donde B es el tamaño de la base.

4.3 COSTOS UNITARIOS

4.3.1 Movimiento de Tierras

4.3.1.1 Excavación :

Se considera la excavación que se realiza al terreno para anclar la zapata del muro (cimentación). La partida de excavación no es muy significativa, los valores de incidencia son del orden del 2% del costo directo total del muro de C^gA^g, esto es muy independiente de la altura del muro (Ver cuadro anexo 3.4)

4.3.1.2 Relleno

Es el suelo retenido que es soportado por el muro en concreto armado.

El costo resulta menor al relleno utilizado en los muros de suelo reforzado con geotextil y geomalla, esto se debe, que el material es netamente de la zona, no hay ninguna granulometría especial.

Para el análisis comparativo se esta considerando una compactación del 90% MDS, en las otras alternativas de solución consideramos 95% de la MDS.

4.3.2 Concreto

En zapatas

El concreto a utilizar es de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, considerando cemento Tipo I.
Para el análisis de Costos Unitarios se considera una cuadrilla compuesta por:
1 cap + 3 op + 12 peones , con un rendimiento diario de 15 m³.

Para este análisis asumimos que en la zona podemos encontrar agregados finos y gruesos para el concreto, en caso contrario el flete aumentaría el costo de la partida. El no contar con materiales en la zona del proyecto para la fabricación del concreto, nos hace pensar en otras alternativas de solución como son los muros de suelo reforzado con geotextil y geomalla.

En muro

El concreto a utilizar es de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, el acero de refuerzo es de $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, la cuadrilla considerada es la misma que en la partida de zapatas, la diferencia esta en que se ha considerado el uso de winche de 2 tambores.

Encofrado y Desencofrado

El encofrado es de madera y se calcula en m², en el presupuesto para fines prácticos se considera el encofrado y desencofrado como una sola partida.
En el análisis de costos unitarios se considero que en la zona del proyecto se puede comprar madera, no se considero flete.

CAPITULO 5.-ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS

5.1 DESCRIPCION

En este capítulo se realiza un análisis comparativo económico y cualitativo entre los muros de contención de suelo reforzado con geotextil y geomalla, frente al muro convencional de concreto armado.

Para la comparación económica se ha elaborado una serie de presupuestos estimados de muros de contención por metro de longitud; tomando en consideración la metodología de diseño planteadas en los capítulos 2, 3 y 4. Los parámetros elegidos en este análisis son: el tipo de muro utilizado, el tipo de suelo del talud y del relleno y la altura libre del muro.

TIPOS DE MUROS

- Muros de suelo reforzado con geotextil tejido.
- Muros de suelo reforzado con geomalla.
- Muro de concreto armado

ALTURA LIBRE DEL MURO

- $H = 4$ m.
- $H = 6$ m.
- $H = 8$ m.

5.2 DISEÑOS DE ALTERNATIVAS

Usando las metodologías expuestas en este informe se ha realizado el diseño de las alternativas de solución y de los escenarios elegidos.

5.2.1 DISEÑO DE MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL TEJIDO

a) Metodología de Diseño

Los geotextiles y en general los geosintéticos complementan las falencias que presentan los materiales térreos, permitiendo obtener excelentes ventajas

técnicas y económicas en la construcción de muros en suelo reforzado, taludes reforzados, terraplenes sobre suelos blandos, sistemas de subdrenaje entre otros.

Los suelos al igual que el concreto presentan una buena resistencia a la compresión pero son deficientes cuando se trata de asumir esfuerzos de tracción, por tal motivo cuando los suelos son combinados con elementos que sean capaces de absorber esfuerzos de tracción como son los geotextiles se puede lograr estructuras de suelo reforzadas.

La metodología de diseño de estructuras reforzadas considera 3 etapas, la primera de ellas es el diseño a la estabilidad interna en donde se establece los espesores de capa, longitud de refuerzo para la resistencia de diseño con base en las especificaciones técnicas del geotextil. La segunda etapa del diseño es la revisión a la estabilidad externa, por medio de un análisis de equilibrio límite se obtiene el factor de seguridad al deslizamiento, volteo y capacidad portante el cual se compara con los factores de seguridad establecidos. La tercera parte en el diseño es establecer el tipo de fachada del muro.

A. 1) Análisis de Estabilidad Interna

Este análisis consiste en verificar la posibilidad de desarrollo de un proceso de ruptura en el interior de la masa del muro, este mecanismo de ruptura inducirá esfuerzos en el elemento de refuerzo pudiendo provocar la ruptura del material por rompimiento debido a la tracción o por deficiencias del anclaje (desgarro). La verificación se efectúa sobre los valores de separación, anclaje y traslape obtenidos en el cálculo estático de la estructura, adicionando para esta verificación, las fuerzas dinámicas generadas por sismo. Para tal efecto, los factores mínimos adoptados en todos los casos son:

En la estabilidad interna, se determina:

- La cantidad de refuerzo que permita soportar mediante tensión y anclaje los empujes de tierra.
- Determinación de la separación entre capas.
- Determinación de las diferentes longitudes (L_e , L_r , L_o y L_t).

Datos que se debe conocer y cálculos a realizar para llegar a los datos finales:

- Determinar las dimensiones preliminares del muro.
- Dimensionar la base del muro. En la mayoría de los casos se asume inicialmente como $b = 0.85 \cdot \text{altura máxima}$. Esta dimensión deberá ser revisada durante el análisis de estabilidad externa.
- Desarrollar los diagramas de presión lateral de tierras para la sección reforzada. Estos se componen por la sumatoria de los valores obtenidos para el empuje lateral de tierras, por cargas muertas y cargas vivas y sísmicas.
- Calcular los máximos esfuerzos horizontales en cada capa de refuerzo.

Determinar la resistencia a la tensión admisible del geotextil.

$$T_{adm} = T_{ult} / FS$$

$$FS = (FR_o \cdot FR_{FL} \cdot FR_{oas})$$

Donde:

T_{ult} = Resistencia última del geotextil por el método de la tira ancha. (ASTM D 4595)

FS_g = Valores recomendados de 1.3 a 1.5 para condiciones estáticas; el ingeniero diseñador debe revisar y seleccionar el factor de seguridad más apropiado de acuerdo a las características de cada proyecto, según las características de los materiales y la aplicación que se le de a este tipo de estructura.

FR_d = Factor de Reducción por daños durante la instalación.

FR_{FL} = Factor de Reducción por carga continua sobre el geotextil (fluencia).

FR_{oas} = Factor de Reducción por degradación química/biológica.

Los valores recomendados para los se encuentran en el siguiente cuadro:

Area	Daños por instalación	Fluencia	Degradación Química/Biológica
	FRP	FRL	FRP9
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Caminos no pavimentados	1.1 o 2.0	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muros de contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 o 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.5
Fundaciones	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Estabilización de taludes	1.1 o 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.5
Ferrocarriles	1.5 a 3.0	1.0 a 1.5	1.5 a 2.0

Cuadro N° 4. Factores de Reducción

Determinación del espesor de capa:

$$S_v = T_{adm} / (E_h * FS)$$

T_{adm} = Tensión admisible del Geotextil.

E_h = Empuje horizontal total a la profundidad considerada.

FS = Factor de seguridad global.

(Usar 1.3).

Las longitudes de desarrollo de refuerzo de un geotextil se componen por tres longitudes, que sumadas dan la longitud total a utilizarse por capa en la sección transversal del muro.

Longitud geométrica hasta la zona de falla, L_g

$$L_g / (H-z) = \tan (45 - \phi/2)$$

$$L_g = (H-z) * \tan (45 - \phi/2)$$

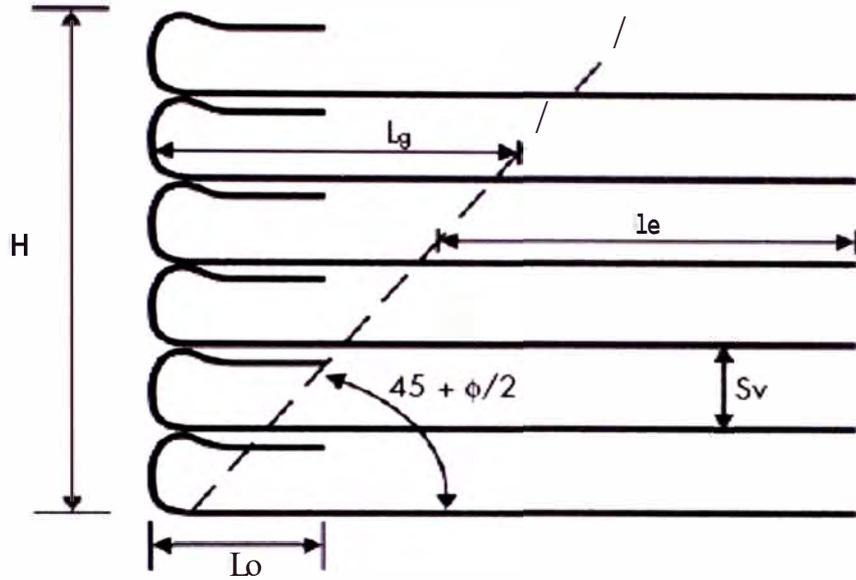


Figura N° 14.a. Gráfico de Distribución de Longitudes (L_g y L_e)

Longitud de empotramiento, L_e

Esta corresponde a la superficie de empotramiento por detrás de la zona de falla, donde debido a la interacción de suelo-geotextil o suelo-geomalla se desarrollan las fuerzas resistentes.

Las longitudes de empotramiento pueden ser mayores, dependiendo de las características de hinchamiento o contracción del suelo, valores de socavación o actividad sísmica. En cualquier caso, la longitud mínima recomendada es de 0.5 m. En muros construidos a lo largo de ríos y corrientes, el empotramiento mínimo deberá ser 0.6 m.

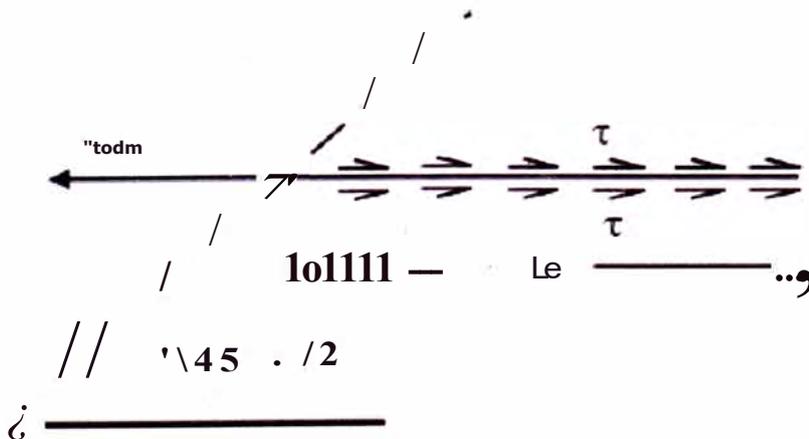


Figura N° 14.b Distribución de esfuerzos de tracción en el geotextil.

Haciendo sumatoria de fuerzas en X: $L F_x$, se obtiene:

$$a h * S_v * F_S = 2 * F_{za. Corte}$$

$$F_{za. Corte} = \tau * L_e$$

$$\tau = c + a * \tan \phi$$

$$L_e = a h * S_v * F_S / 2 (c + a * \tan \phi)$$

ϕ : ángulo de fricción entre el suelo y el geotextil

L_o = Longitud del dobléz superior. Asumirla igual a 1.0m

Donde ϕ es el ángulo de fricción entre el suelo y el geosintético de refuerzo. Obtenido por medio del método de ensayo de la norma ASTM D 5321 , con el cual se determina la resistencia al corte entre suelo - geosintético ó entre geosintético - geosintético. (Ver Figura 15)

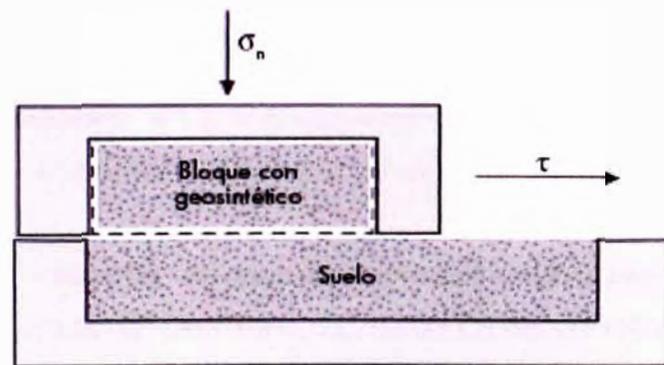


Figura N° 15. Ensayo de Corte con Geotextil

Las magnitudes de C_a y ϕ dependen directamente del tipo de geotextil y de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de relleno, tales como su granulometría, plasticidad y las más importantes la cohesión y fricción del suelo (ASTMD 5321). En los Cuadros N° 5.1 y 5.2 se referencian algunos ensayos realizados para determinar los valores de C_a y ϕ , según el tipo de suelo y el tipo de geotextil. Estos valores también son expresados en función de c y q como un porcentaje de los mismos.

Tipo De Geotextil	Arena de grano medio a grueso $\phi = 30^{\circ}$	Arena Redondeada $\phi = 28^{\circ}$	Arena limoso $\phi = 26^{\circ}$
Geotextil Tejido cmo pleno	24 ^c (77%)	24 ^c (84%)	23 ^c (87%)
Geotextil No Tejido punzonado por agujos	30 ^c (100%)	26 ^c (92%)	25 ^c (96%)

Cuadro N° 5.1 Valores típicos de ϕ para distintos tipos de arenas

Mezclas Utilizadas	Cohesión Suelo (τ/m^2)	Acilencia Suelo - Geotextil (τ/m^2)	ϕ Suelo ($^{\circ}$)	δ Suelo - Geotextil ($^{\circ}$)	Porcentaje De ϕ (%)
100% Limo - 0% Arena	1,0	1,8	37,0	34,5	93,2%
50% Limo - 50% Arena	3,5	1,5	35,4	30,8	87,0%
60% Limo - 40% Arena	3,7	1,5	33,0	29,9	90,6%
70% Limo - 30% Arena	3,7	1,5	32,0	25,6	80,0%
90% Limo - 10% Arena	3,8	1,6	28,7	21,1	73,5%

Cuadro N° 5.2: Valores de Cohesión y ϕ para suelos con contenido de finos y geotextiles Tejidos de cinta plana

Para prediseños o diseños de muros en suelo reforzado de baja altura y sometidos a cargas muertas menores, se puede tomar un valor de ϕ entre $0.7\phi_p$ y $0.85\phi_p$, siendo $0.8\phi_p$ el valor considerado en el proyecto.

A.2) Análisis de Estabilidad Externa

Las revisiones por estabilidad externa son las típicas para cualquier estructura de retención es decir, deslizamiento, volteo y capacidad de carga.

Verificación al deslizamiento

Esta verificación consiste en calcular el factor de seguridad contra el deslizamiento en la base de la estructura. Este cálculo es efectuado de modo análogo al empleado en estructuras de contención convencionales. El factor de seguridad sería dado por la razón entre las fuerzas que resisten al deslizamiento y las fuerzas que ayudan al deslizamiento.

FS (Deslizamiento):

FS (estático) > 1.5 y FS (dinámico) >1.1

$$FS_e = \frac{I: \text{Fuerzas Horizontales Resistentes}}{I: \text{Fuerzas Horizontales Actuantes}}$$

Verificación al volteo

Análogamente a los casos de estructuras de contención el análisis de volteo consiste en verificar la posibilidad de que la estructura gire alrededor de su pie. El factor de seguridad contra el volteo es definido como la razón entre la suma de los momentos, con relación al pie de la estructura, de las fuerzas que resisten y las fuerzas que ayudan al volteo.

FS (Volteo):

FS (estático) > 2.0 y FS (dinámico) >1.5

$$FS_v = \frac{\Sigma \text{ Momentos Resistentes}}{\Sigma \text{ Momentos Actuantes}}$$

Verificación de la Capacidad de Carga del Suelo de cimentación

Al ser analizado estas estructuras de retención como un cuerpo sólido, el peso del muro y las sobrecargas actuantes se calculan como un todo actuando sobre el área apoyada.

FS (Capacidad de carga)/ FS (estático) >2.5

Por medio de análisis clásicos de geotecnia se calcula la capacidad portante última y admisible y se compara frente a la presión de contacto ejercida por el muro.

Chequeo a la estabilidad global o estabilidad general

El efecto de la construcción de un terraplén genera una sobrecarga en el sitio en donde se está colocando, por tal motivo es necesario revisar la estabilidad general o global del sitio con el objetivo de garantizar la estabilidad del lugar o de la obra. Este análisis se realiza por métodos clásicos de estabilidad considerando superficies de falla y evaluando factores de seguridad o probabilidades de falla.

5.2.2 Diseño de Muros de suelo Reforzado con Geomalla.

a) Análisis de Estabilidad Externa

El análisis se realiza la misma forma que se analizó la estabilidad interna en el caso de muros reforzados con geotextil

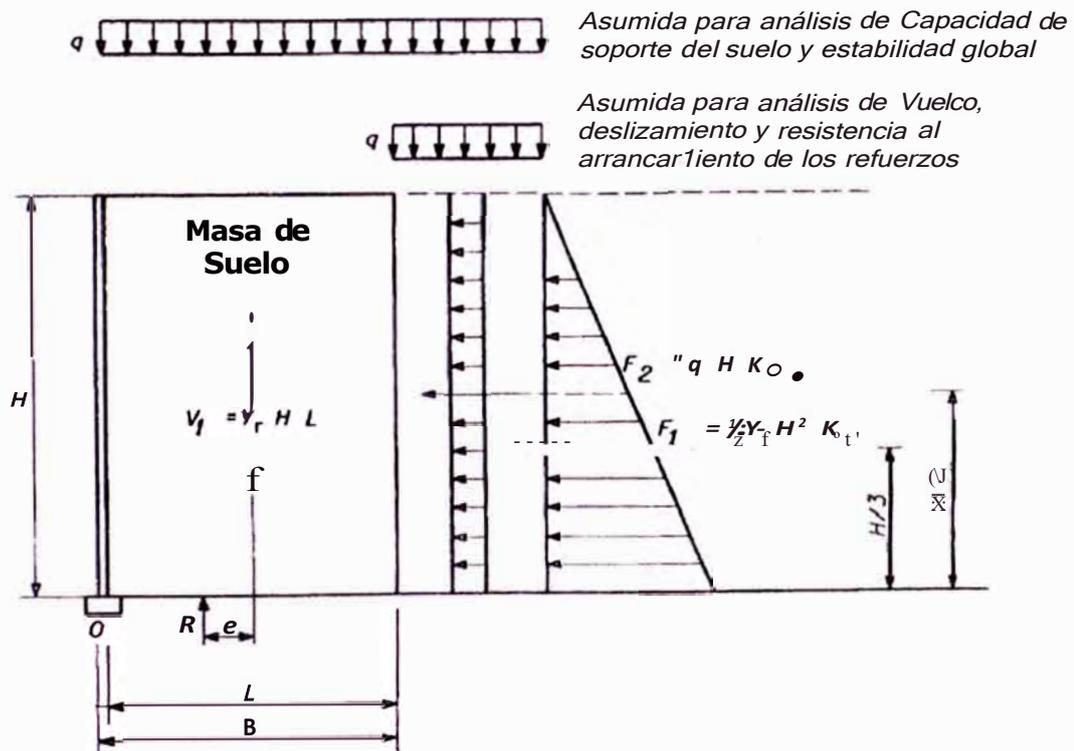


Figura N° 16. Cargas externas en muro sin talud superior y ubicación de sobrecarga de tráfico según análisis a realizar.

Fuerzas Actuantes:

Fuerza generada por el relleno retenido, en el caso del proyecto realizado esta fuerza es cero.

$$F_1 = \frac{1}{2} K_a \gamma h^2$$

Fuerza generada por la sobrecarga aplicada sobre el muro de suelo reforzado.

$$F_2 = K_a \frac{S}{C} h$$

Fuerzas Resistentes:

Las fuerzas resistentes están dadas por el peso del suelo de reforzado (V_1) y por el peso del paramento (V_2) multiplicados por el factor de fricción del suelo (μ)

$$\text{Fuerza Resistente} = (V_1 + V_2) * \mu$$

Donde $\mu = \text{mínimo} (\tan \phi_f, \tan \phi)$ (para refuerzos continuos) $\tan \phi$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\text{Fuerza Resistente}}{\text{Fuerza Actante}} \geq 1.5$$

$$FS_{\text{volco}} = \frac{\text{Momentos Resistentes}}{\text{Momentos Actantes}} > 2.0$$

Cálculo de excentricidad

La excentricidad nos sirve para determinar el esfuerzo vertical transmitido al terreno, así como la carga última del suelo de fundación. También se debe controlar que la excentricidad sea menor que el ancho de la base entre 6.

$$e = \frac{L}{2} - \frac{\text{Momentos Resistencia} - \text{Momentos Empuje}}{\text{Re accion Vertical}}$$

Los Coeficientes N_e y N_v , dependen del ángulo de fricción del suelo.

$$q_{ult} = c_f N_c + 0.5(L - 2e)(\gamma_f)(N_\gamma)$$

$$a_{v,} = \frac{\text{Re accion Vertical}}{L - 2e}$$

La carga última del suelo de fundación dividida entre el esfuerzo transmitido al terreno por cargas muertas debe ser mayor que el factor de seguridad por capacidad admisible del suelo.

Análisis de Estabilidad en caso de Sismo

Para facilidad de cálculos, se considera que el coeficiente de la aceleración por sismo es el 50% del factor de zona. Para la ciudad de Lima, el factor de zona es 0.4, entonces el coeficiente de la aceleración por sismo es 0.2.

Entonces la fuerza sísmica es 0.2 por el valor del peso total del muro de suelo reforzado.

b) Análisis de Estabilidad Interna

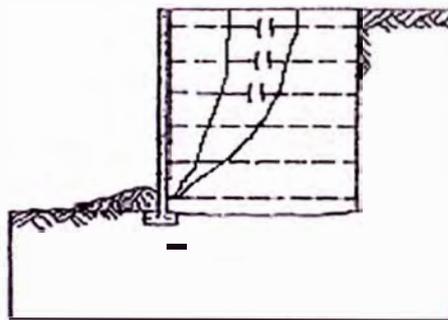


Figura N° 17.a Falla por Rotura de Esfuerzos.

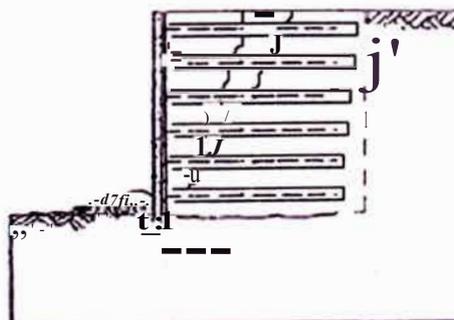


Figura N° 17.b Falla por arrancamiento, Extracción o Pul/out

b.1) Capacidad Admisible del Refuerzo

La capacidad admisible de la geomalla se calcula dividiendo el esfuerzo último entre los factores de seguridad, el cálculo es similar al de los geotextiles. Consideramos los mismos factores de seguridad asumidos en el caso del refuerzo con geotextil.

b.2) Espaciamiento de los refuerzos

Los valores de espaciamiento se calculan con el valor de esfuerzo admisible de la geomalla y del ángulo de fricción entre la geomalla y el suelo de relleno, pero por procesos constructivos se debe considerar una separación de refuerzos máxima de 0.50m, con 2 capas de relleno de suelo de 0.25m compactadas al 95%MDS.

Se puede tener espaciamientos mayores de refuerzo, pero esto implicaría compactar mas capas por separación de refuerzo, esto aumentaría el costo del precio unitario de relleno reforzado.

5.3 COMPARACION DE COSTOS DE ALTERNATIVAS

5.3.1. Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso (<1>=3)

El costo de los muros con geotextil es ligeramente menor que los muros con geomalla, y el costo de los muros de concreto armado es en promedio 23 % mayor que la alternativa con geotextil.

El costo de muro reforzado con geotextil varía entre: 451 y 614 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro con geomalla varía entre: 519 y 760 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro de concreto armado varía entre: 689 y 947 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

Del gráfico n° 18 , se aprecia que la solución de muro reforzado con geotextil es la más económica.

El costo del muro de C°A° comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 56 % mas costoso.

El costo del muro reforzado con geomalla comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 16 % más costoso.

Suelo de Relleno			Datos del Muro				Costo x mi	
ϕ	γ'	se	Tipo de Muro	Altura	Base	B/H	Total	x Metro de Altura
32	2.05	0	S.R. con Geotextil	4	3.0	0.75	1,805	451
			S.R. con Geotextil	6	4.0	0.67	2,918	486
			S.R. con Geotextil	8	5.2	0.65	5341	668
			S.R Con Geomalla	4	3.0	0.75	2,075	519
			S.R Con Geomalla	6	4.0	0.67	3,458	576
			S.R Con Geomalla	8	5.2	0.65	6081	760
			Concreto Armado	4	3	0.75	2756	689
			Concreto Armado	6	4.5	0.75	5042	840
			Concreto Armado	8	6	0.75	7575	947

Cuadro N° 6. Cuadro Resumen de Costos x mi de las 3 Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi \geq 32^\circ$.

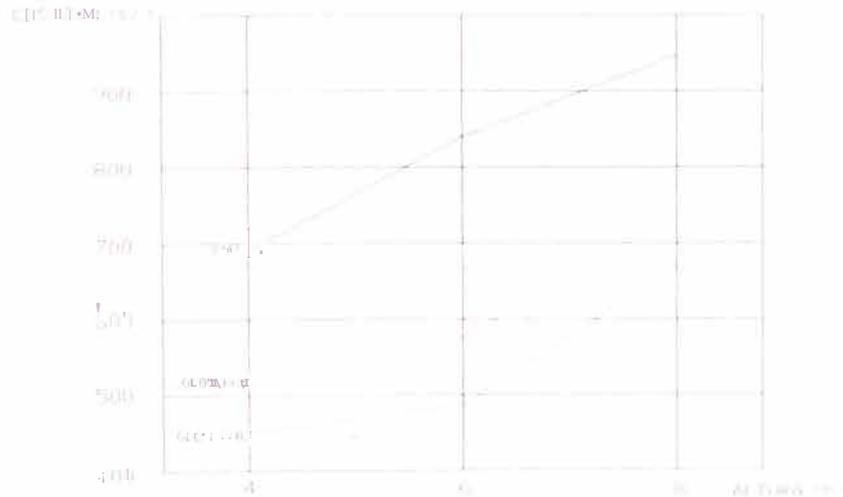


Figura N° 18. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi \geq 32^\circ$.

5.3.2. Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso ($\phi=34$)

El costo de muro reforzado con geotextil varía entre: 441 y 647 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro con geomalla varía entre: 507 y 737 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro de concreto armado varía entre: 689 y 947 soles por m² frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo del muro con geomalla es menor al muro de concreto armado para alturas mayores a 8m , debido a que las características del suelo de relleno ($\phi=34$).

Del gráfico n° 19, se aprecia que la solución de muro reforzado con geotextil es la más económica.

El costo del muro de C°A° comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 58 % mas costoso.

El costo del muro reforzado con geomalla comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 15.8 % más

Suelo de Relleno			Datos del Muro				Costo x m ²	
ϕ	γ_r	se	Tipo de Muro	Altura	Base	δ/H	Total	x Metro de Altura
34	2.05	0	S.R. con Geotextil	4	2.9	0.725	1,763	441
			S.R. con Geotextil	6	4.0	0.67	2,918	486
			S.R. con Geotextil	8	5.0	0.625	5,176	647
			S.R. Con Geomalla	4	2.9	0.73	2,027	507
			S.R. Con Geomalla	6	4.0	0.67	3,458	576
			S.R. Con Geomalla	8	5.0	0.63	5,893	737
			Concreto Armado	4	3.0	0.75	2756	689
			Concreto Armado	6	4.5	0.75	5042	840
			Concreto Armado	8	6.0	0.75	7575	947

Cuadro N° 7. Resumen de Costos x m² de las 3 Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=34$.

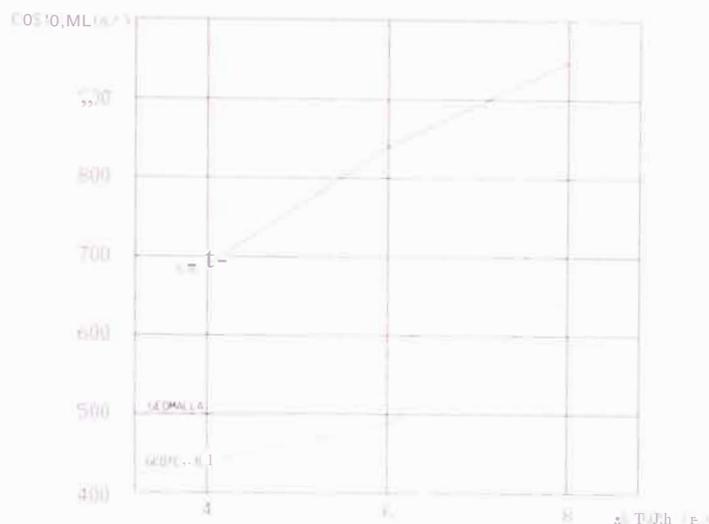


Figura N° 19. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi=34^\circ$.

5.3.3. Para Suelos de Relleno Tipo Arenoso ($\phi=36^\circ$)

El costo de muro reforzado con geotextil varía entre: 430 y 632 soles por m^2 frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro con geomalla varía entre: 495 y 719 soles por m^2 frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

El costo de muro de concreto armado varía entre: 689 y 947 soles por m^2 frontal de muro, para alturas entre 4 y 8 metros.

Del gráfico n° 20, se aprecia que la solución de muro reforzado con geotextil es la más económica.

El costo del muro de C^oA^o comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 63 % mas costoso.

El costo del muro reforzado con geomalla comparado con el costo del muro reforzado con geotextil tejido es en promedio 15.6 % más costoso.

Suelo de Relleno			Datos del Muro				Costo x mi	
ϕ_r	I_r	se	Tipo de Muro	Altura	Base	B/H	Total	x Metro de Altura
36	2.05	0	S.R. con Geotextil	4	2.80	0.70	1,721	430
			S.R. con Geotextil	6	3.80	0.63	2,798	466
			S.R. con Geotextil	8	4.85	0.61	5052	632
			S.R. Con Geomalla	4	2.80	0.70	1978	495
			S.R. Con Geomalla	6	3.80	0.63	3299	550
			S.R. Con Geomalla	8	4.85	0.61	5752	719
			Concreto Armado	4	3.0	0.75	2756	689
			Concreto Armado	6	4.5	0.75	5042	840
			Concreto Armado	8	6.0	0.75	7575	947

Cuadro N° 8. Resumen de Costos x mi de las 3 alternativas para Suelos Arenosos con $\phi \geq 36^\circ$.

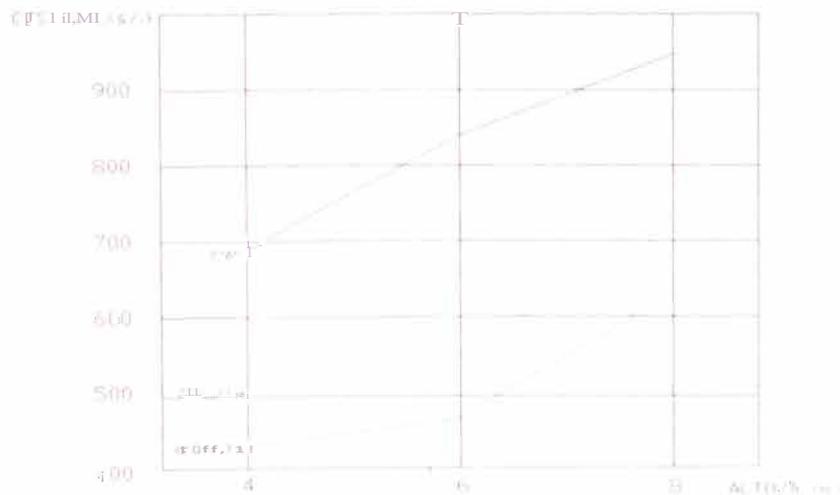


Figura N° 20. Gráfico Comparativo de las tres Alternativas para Suelos Arenosos con $\phi \geq 36^\circ$.

CONCLUSIONES

- La geomalla trabaja mejor con suelos granulares y el geotextil con suelos arenosos.
- Se puede utilizar geomalla con suelos arenosos, pero debemos utilizarlo en combinación con un geotextil no tejido, sobretodo en el doblez frontal (paramento).
- Las tensiones que se distribuyen en las capas de refuerzo se localizan en una región sujeta a plastificación localizada. Para fines de diseño puede asumirse una línea de máxima tensión que separa una zona activa y otra resistente.
- Hacer un muro reforzado con geotextil es más económico que uno de geomalla.
- El costo del muro reforzado con geomalla es mayor que el de geotextil porque se tiene que usar un geotextil no tejido en la cara frontal para contener al material.
- Construir un muro reforzado con geotextil tejido es económico siempre y cuando se disponga de suelo de relleno en la zona del proyecto, porque utilizar material de préstamo eleva el costo por metro lineal.
- En general los muros reforzados con geotextil o geomalla se pueden utilizar como alternativa de solución de muros de contención, el utilizar geomalla o geotextil, pasa por la granulometría del suelo de relleno que vayamos a utilizar.
- En relación al ángulo de fricción, cuando este aumenta de 32° a 36° , la diferencia del costo del muro de suelo reforzado con geotextil en comparación con el muro de $C^\circ A^\circ$, aumenta de 56% a 63%
- De la misma manera, cuando el ángulo de fricción aumenta de 32° a 36° , la diferencia del costo del muro de suelo reforzado con geomalla en comparación con el muro de suelo reforzado con geotextil, disminuye de 16% a 15.6%.

- En general, al aumentar la altura y el ángulo de fricción del suelo de relleno, se aprecia una considerable diferencia en costo entre los muros de suelo reforzado con geotextil y el muro de $C^{\circ}A^{\circ}$, siendo dicha diferencia alrededor de 63 % respecto al costo del muro con geotextil.
- Si el material de relleno es granular con un diámetro medio alrededor o mayor a 4 cm, se debería usar geomalla como refuerzo del suelo.
- Si el material de relleno es granular arenoso, se debe utilizar como refuerzo al geotextil tejido.

RECOMENDACIONES

- Uno de los de los criterios a tener en cuenta cuando se quiere comparar costos son los parámetros de diseño, ya que constituye una variable necesaria en la evaluación económica de las diferentes alternativas de solución.
- Para la selección del tipo de refuerzo a usar en un muro de suelo reforzado se debe tener presente la granulometría, es decir, para un suelo granular es recomendable usar la geomalla, pero para un suelo arenoso no cohesivo es recomendable usar como refuerzo el geotextil tejido.
- Es recomendable realizar estudios de ingeniería como son estudios de suelos, geotécnicos, topografía, hidrología y otras variables medio ambientales, las cuales servirán de base en el diseño y evaluación económica.

BIBLIOGRAFIA

1. Amaneo Pavco. "Manual de Diseño" .7ma edición.
2. Braja M. Das. "Principios de Ingeniería de Cimentaciones". Edamsa Impresiones S.A. de C.V. 2006.
3. Berry Meter, L Reid, David. "Mecánica de Suelos". MacGraw Hill, Interamericana. 1993.
4. García Valcárcel A. - Sacristán Fernández José A. "Manual de Edificaciones. Mecánica de los Terrenos y Cimientos". Editorial CIE Inversiones Editoriales Dossat. 2000.
5. Koerner Robert. "Designing with Geosynthetics". 5^ª Edición. 2005
6. Lambe, William - Whitman Robert. " Mecánica de Suelos". Instituto Tecnológico de Massachussets. Limusa - Noriega Editores. Mexico. 2002.
7. Morales Morales, Roberto."Diseño en Concreto Armado" Instituto de la Construcción y Gerencia ICG. 2002.
8. Peck, Hanson, Thornburn. "Ingeniería de Cimentaciones". Editorial Limusa S.A.2002.
9. Torres, Omar."Geomallas Flexibles y Geotextiles de Alto Módulo en Suelo Mecánicamente Estabilizado". 2003.
10. Víctor Elías, P - Barry, Christopher. "Mechanically Stabilized Heart Walls and Reinforced Soil Slopes Desing And Construcction Guidelines".2001.

ANEXOS

ANEXO N° 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL ($\alpha = 32^\circ$)

CUADRO ANEXO 1.1

<u>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</u>						
Unidad= m³	Costo por:m³					
Rendimiento =	15	m³ldia				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	1	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					12.16	
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8		
Operario	HH	0.53	11.76	6.3		
Peon	HH	0.53	9.51	5.1		
MATERIALES					55.67	
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	57.0	38.00		
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83		
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71		
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13		
EQUIPO					0.61	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61		
TOTAL:					68.43	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 1.2

<u>RELLENO CON MATERIAL PROPIO</u>						
Unidad= m³	Costo por: m³					
Rendimiento =	24	m³ldia				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					10.77	
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51		
Operario	HH	0.33	11.76	3.92		
Peon	HH	0.67	9.51	6.34		
MATERIALES					0.49	
Agua	M ³	0.05	1.00	0.05		
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44		
EQUIPO					4.71	
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17		
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54		
TOTAL:					15.97	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 13

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO						
Unidad= m3	Costo por: m3					
Rendimiento =	24	m3/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					10.77	
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51		
Operario	HH	0.33	11.76	3.92		
Peon	HH	0.67	9.51	6.34		
MATERIALES					20.83	
Afirmado	M3	1.13	18.00	20.34		
Agua	M3	0.06	1.00	0.06		
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44		
EQUIPO					4.71	
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17		
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54		
TOTAL:					36.31	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 14

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL FORTEX						
Unidad= m2	Costo por:m2					
Rendimiento =	800	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	2	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					0.44	
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02		
Operario	HH	0.02	11.76	0.24		
Peon	HH	0.02	9.51	0.19		
MATERIALES					14.93	
Geotextil Fortex BX90	M2	1.05	14.22	14.93		
EQUIPO					0.02	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02		
TOTAL:					15.39	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 15

MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO

Unidad= m2		Costo por: m2				
Rendimiento =	40	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					3.61	
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31		
Operario	HH	0.20	11.76	2.35		
Peon	HH	0.10	9.51	0.95		
MATERIALES					4.20	
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20		
EQUIPO					0.18	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18		
TOTAL:					7.99	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO ANEXO 16

MORTERO CEMENTO : ARENA

Unidad= m2		Costo por:m2				
Rendimiento =	8	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA					18.04	
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53		
Operario	HH	1.00	11.76	11.76		
Peon	HH	0.50	9.51	4.76		
MATERIALES					1.34	
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08		
Arena	m3	0.010	25.00	0.25		
Agua	m3	0.005	1.00	0.01		
EQUIPO					0.90	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90		
TOTAL:					20.28	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 1.7

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=3.00m, H=4.00m, L=20.00m)

PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos

UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil

FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
						SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					859.20
	Replanteo de terreno	m2	60.00	1.27	76.20	
	Limpieza del Terreno	m2	60.00	0.55	33.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					345.19
	Replanteo y nivelacion	m2	60.00	2.56	153.60	
	Relleno con material propio	m3	12.00	15.97	191.59	
03.00.00	MURO REFORZADO					22,909.12
	Relleno con material de prestamo	m3	288.00	36.31	10,456.99	
	Geotextil Froles	m2	720.00	15.39	11,083.48	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	68.43	1,368.65	
04.00.00	CONTROL DE EROSION- FACHADA					2,261.64
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	80.00	7.99	639.14	
	Mortero cemento : arena	m2	80.00	20.28	1,622.50	
	COSTO DIRECTO				SI	26,375.15
	GG+UTIL (15%)					3,956.27
	SUB TOTAL				SI	30,331.42
	IGV (19%)					5,762.97
	TOTAL				SI	36,094.39
					\$/	10,774.45

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 1.8

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingenieria - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					575.32
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m3	20.00	15.97	319.32	
03.00.00	MURO REFORZADO					37,746.63
	Relleno con material de prestamo	m3	528.00	36.31	19,171.15	
	Geotextil Fortex	m2	1100.00	15.39	16,933.10	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.45
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				SI	42,646.40
	GG+UTIL (15%)					6,396.96
	SUB TOTAL				SI	49,043.36
	IGV (19%)					9,318.24
	TOTAL				SI	58,361.60
					SI	17,421.37

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 1.9

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=5.20m, H=8.00m, L=20.00m)
 PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos
 UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
 FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					939.28
	Replanteo de terreno	m2	104.00	1.27	132.08	
	Limpieza del Terreno	m2	104.00	0.55	57.20	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					598.33
	Replanteo y nivelacion	m2	104.00	2.56	266.24	
	Relleno con material propio	m3	20.80	15.97	332.09	
03.00.00	MURO REFORZADO					71,992.36
	Relleno con material de prestamo	m3	998.40	36.31	36,250.90	
	Geotextil Frotas	m2	2144.00	15.39	33,004.15	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	78,053.24
	GG+UTIL (15%)					11,707.99
	SUB TOTAL				SI	89,761.23
	IGV (19%)					17,054.63
	TOTAL				SI	106,815.86
					SI	31,885.33

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 2

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA ($\phi=32^\circ$)

CUADRO ANEXO 2.1

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Unidad= m²		Costo por: m²			
Rendimiento =	15 ml/día				
Ecuación a usar =	0.1 CAP	1	OP	1	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					12.16
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8	
Operario	HH	0.53	11.76	6.3	
Peon	HH	0.53	9.51	5.1	
MATERIALES					55.67
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	57.0	38.00	
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83	
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71	
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13	
EQUIPO					0.61
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61	
TOTAL:					68.43

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.2

RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Unidad= m³		Costo por: m³			
Rendimiento =	24 m³/día				
Ecuación a usar =	0.1 CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peon	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					0.49
Agua	M ³	0.05	1.00	0.05	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					15.97

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.3

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO						
Unidad= m3		Costo por: m3				
Rendimiento =	24	m3/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U SI.	Parcial SI.	Sub Total SI.	
MANO DE OBRA						10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51		
Operario	HH	0.33	11.76	3.92		
Peon	HH	0.67	9.51	6.34		
MATERIALES						20.83
Afirmado	M3	1.13	18.00	20.34		
Agua	M3	0.06	1.00	0.06		
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44		
EQUIPO						4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17		
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54		
TOTAL:						36.31

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.4

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 165						
Unidad= m2		Costo por: m2				
Rendimiento =	800	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	2	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U SI.	Parcial SI.	Sub Total SI.	
MANO DE OBRA						0.44
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02		
Operario	HH	0.02	11.76	0.24		
Peon	HH	0.02	9.51	0.19		
MATERIALES						19.35
Geomalla Fortgrid UX 165	M2	1.05	14.22	14.93		
Geotextil No tejido	M2	0.35	12.64	4.42		
EQUIPO						0.02
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02		
TOTAL:						19.81

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.5

MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	40	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						3.61
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31		
Operario	HH	0.20	11.76	2.35		
Peon	HH	0.10	9.51	0.95		
MATERIALES						4.20
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20		
EQUIPO						0.18
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18		
TOTAL:						7.99

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.6

MORTERO CEMENTO : ARENA						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	8	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						18.04
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53		
Operario	HH	1.00	11.76	11.76		
Peon	HH	0.50	9.51	4.76		
Materiales						1.34
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08		
Arena	m3	0.010	25.00	0.25		
Agua	m3	0.005	1.00	0.01		
Equipo						0.90
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90		
TOTAL:						20.28

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 2.7

PRESUPUESTO						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado con Geomalla (B=3.00m, H=4.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					859.20
	Replanteo de terreno	m2	60.00	1.27	76.20	
	Limpieza del Terreno	m2	60.00	0.55	33.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos lab.)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,111.56
	Replanteo y nivelacion	m2	60.00	2.56	153.60	
	Relleno con material propio	m2	60.00	15.97	957.96	
03.00.00	MURO REFORZADO					26,094.40
	Relleno con material de prestamo	m3	288.00	36.31	10,456.99	
	Geomalla FortGrid -Geotextil Fortex	m2	72.00	19.82	14,268.76	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	68.43	1,368.65	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					2,261.64
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	80.00	7.99	639.14	
	Mortero cemento : arena	m2	80.00	20.28	1,622.50	
	COSTO DIRECTO				5/	30,326.80
	GG+UTIL (15%)					4,549.021
	SUB TOTAL				5/	34,875.82,
	IGV (19%)					6,626.41:
	TOTAL				5/	41,502.23,
					\$/	12,388.72,

Fuente: Elaboración propia

CUADRO ANEXO 2.8

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.1
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de lab.)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,852.1
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m2	100.00	15.97	1,596.60	
03.00.00	MURO REFORZADO					44,355.1
	Relleno con material de prestamo	m3	576.00	36.31	20,913.98	
	Geotextil Frotos	m2	1100.00	19.82	21,799.50	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.1
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				SI	50,532.1
	GG+UTIL (15%)					7,579.1
	SUB TOTAL				SI	58,112.1
	IGV (19%)					11,041.1
	TOTAL				SI	69,154.1
					SI	20,643.1

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 29

PRESUPUESTO

OBJETO : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=5.20m, H=8.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					939.28
	Replanteo de terreno	m2	104.00	1.27	132.08	
	Limpieza del Terreno	m2	104.00	0.55	57.20	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de lab.)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,926.70
	Replanteo y nivelacion	m2	104.00	2.56	266.24	
	Relleno con material propio	m2	104.00	15.97	1,660.46	
03.00.00	MURO REFORZADO					81,477.41
	Relleno con material de prestamo	m3	998.40	36.31	36,250.90	
	Geotextil Fortex	m2	2144.00	19.82	42,489.20	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	88,866.6E
	GG+UTIL (15%)					13,330.00
	SUB TOTAL				SI	102,196.6E
	IGV (19%)					19,417.31
	TOTAL				SI	121,614.0
					\$/	36,302.6

fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 3

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE CONCRETO ARMADO

((1)=32°)

CUADRO ANEXO 3.1

CONCRETO ARMADO -ZAPATAS

CONCRETO ARMADO -ZAPATAS					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	15	m³día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.12	139.51	
Arena Gruesa	m ³	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m ³	0.61	37.82	23.07	
Agua	m ³	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					28.08
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					304.62

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 3.2

CONCRETO ARMADO - MUROS					
Unidad= m3				Costo por:	m3
Rendimiento =	15	m3/día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U \$/	Parcial \$/	Sub Total \$/
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.12	139.51	
Arena Gruesa	m3	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.61	37.82	23.07	
Agua	m3	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					36.48
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Winche de 2 tambores y 37Hp	HM	0.53	15.76	8.41	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					313.02

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 3.3

<u>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</u>					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	9	m³dia			
Ecuación a usar =	0.05	CAP	2	OP	1
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/	Parcial S/	Sub Total S/
MANO DE OBRA					30.04
Capataz	HH	0.04	15.29	0.7	
Operario	HH	1.78	11.76	20.9	
Peon	HH	0.89	9.51	8.5	
MATERIALES					12.61
madera tornillo larga	p2	3.70	3.0	11.10	
clavos 2" a 4"	Kg	0.20	3.36	0.67	
Alambre N° 8	Kg	0.25	3.36	0.84	
EQUIPO					1.50
Herramientas Manuales	5%mo	5%	30.04	1.50	
TOTAL:					44.15

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 3.4

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=3.00m, H=4.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					886.50
	Replanteo de terreno	m2	75.00	1.27	95.25	
	Limpieza del Terreno	m2	75.00	0.55	41.25	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					5,740.00
	Excavación	m3	36.00	20.00	720.00	
	Relleno con material propio	m3	200.80	25.00	5,020.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					
	ZAPATA	m3	30.00	304.62	9,138.55	16,651.03
	MURO	m3	24.00	313.02	7,512.48	
04.00.00	ACERO					
	ZAPATA	Kg	759.00	3.20	2,428.80	5268.27
	MURO	Kg	887.33	3.20	2,839.47	
05.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					7,417.80
	ZAPATA	m2	8.00	44.15	353.23	
	MURO	m2	160.00	44.15	7,064.57	
06.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					4,320.00
	Tarrajeo con Mortero 14	m2	160.00	27.00	4,320.00	
	COSTO DIRECTO				S/	40283.6
	GG+UTIL (15%)					6042.54
	SUB TOTAL				S/	46,326.14
	IGV (19%)					8,801.97
	TOTAL				S/	55,128.11
					S/	17,445.6

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 3.5

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Concreto Armado (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
					SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					9,155.00
	Excavacion	m3	64.00	20.00	1,280.00	
	Relleno con material propio	m3	315.00	25.00	7,875.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					38,746.31
	ZAPATA	m3	64.00	304.62	19,495.58	
	MURO	m3	61.50	313.02	19,250.73	
04.00.00	ACERO					7251.20
	ZAPATA	Kg	968.00	3.20	3,097.60	
	MURO	Kg	1298.00	3.20	4,153.60	
04.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					11,126.69
	ZAPATA	m2	12.00	44.15	529.84	
	MURO	m2	240.00	44.15	10,596.85	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					6,480.00
	Tarrajeo con Mortero 1:4	m2	240.00	27.00	6,480.00	
	COSTO DIRECTO				SI	73,691.20
	GG+UTIL (15%)					11,053.68
	SUB TOTAL				SI	84,744.88
	IGV (19%)					16,101.53
	TOTAL				SI	100,846.41
					SI	31,913.42

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 3.6

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Concreto Armado (B=5.00m, H=8.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					939.28
	Replanteo de terreno	m2	104.00	1.27	132.08	
	Limpieza del Terreno	m2	104.00	0.55	57.20	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					16,125.00
	Excavacion	m3	100.00	20.00	2,000.00	
	Relleno con material propio	m3	565.00	25.00	14,125.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					60,511.77
	ZAPATA	m3	100.00	304.62	30,461.85	
	MURO	m3	96.00	313.02	30,049.92	
04.00.00	ACERO					9480.53
	ZAPATA	Kg	1254.00	3.20	4,012.80	
	MURO	Kg	1708.67	3.20	5,467.73	
04.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					15,012.20
	ZAPATA	m2	20.00	44.15	883.07	
	MURO	m2	320.00	44.15	14,129.13	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					8,640.00
	Tarraieo con Mortero 1#	m2	320.00	27.00	8,640.00	
	COSTO DIRECTO					110,708.78
	GG+UTIL (15%)					16,606.32
	SUB TOTAL				SI	127,315.10
	IGV (19%)					24,189.87
	TOTAL				SI	151,504.97
					\$/	47,944.61

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 4

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

(<1>=34º)

CUADRO ANEXO 4.1

ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	15	ml/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/	Parcial S/	Sub Total S/
MANO DE OBRA					12.16
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8	
Operario	HH	0.53	11.76	6.3	
Peon	HH	0.53	9.51	5.1	
MATERIALES					55.67
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	57.0	38.00	
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83	
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71	
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13	
EQUIPO					0.61
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61	
TOTAL:					68.43

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 4.2

RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Unidad= m³				Costo Por:	m³
Rendimiento =	24	m³/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/	Parcial S/	Sub Total S/
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peon	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					0.49
Agua	M ³	0.05	1.00	0.05	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					15.97

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 4.3

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO					
Unidad= m3					Costo por:m3
Rendimiento =	24	m3ldia			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total
			\$/	\$/	\$/
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peen	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					20.83
Afirmado	M3	1.13	18.00	20.34	
Agua	M3	0.06	1.00	0.06	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					3631

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 4.4

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL FORTEX					
Unidad= m2					Costo por: m2
Rendimiento =	800	m2ldia			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	2	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total
			\$/	\$/	\$/
MANO DE OBRA					0.44
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02	
Operario	HH	0.02	11.76	0.24	
Peen	HH	0.02	9.51	0.19	
MATERIALES					14.93
Geotextil Fortex BX90	M2	1.05	14.22	14.93	
EQUIPO					0.02
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02	
TOTAL:					1539

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 45

<u>MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO</u>						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	40	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						3.61
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31		
Operario	HH	0.20	11.76	2.35		
Peon	HH	0.10	9.51	0.95		
MATERIALES						4.20
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20		
EQUIPO						0.18
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18		
TOTAL:						7.99

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 46

<u>MORTERO CEMENTO:ARENA</u>						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	8	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						18.04
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53		
Operario	HH	1.00	11.76	11.76		
Peon	HH	0.50	9.51	4.76		
Materiales						1.34
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08		
Arena	m3	0.010	25.00	0.25		
Agua	m3	0.005	1.00	0.01		
Equipo						0.90
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90		
TOTAL:						20.28

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 4.7

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=2.90m, H=4.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					855.56
	Replanteo de terreno	m2	58.00	1.27	73.66	
	Limpieza del Terreno	m2	58.00	0.55	31.90	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					333.69
	Replanteo y nivelacion	m2	58.00	2.56	148.48	
	Relleno con material propio	m3	11.60	15.97	185.21	
03.00.00	MURO REFORZADO					22,314.25
	Relleno con material de prestamo	m3	278.40	36.31	10,108.42	
	Geotextil Frotos	m2	704.00	15.39	10,837.18	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	68.43	1,368.65	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					2,261.64
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	80.00	7.99	639.14	
	Mortero cemento : arena	m2	80.00	20.28	1,622.50	
	COSTO DIRECTO				SI	25,765.14
	GG+UTIL (15%)					3,864.77
	SUB TOTAL				SI	29,629.91
	IGV (19%)					5,629.68
	TOTAL				SI	35,259.59
					\$/	10,525.25

Fuente: Elaboración propia

CUADRO ANEXO 4.8

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA	: Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)					
PROYECTO	: Curso de Actualizacion de Conocimientos					
UBICACIÓN	: Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil					
FECHA	: Abril - 2007					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas. ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					575.32
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m3	20.00	15.97	319.32	
03.00.00	MURO REFORZADO					37,746.63
	Relleno con material de prestamo	m3	528.00	36.31	19,171.15	
	Geotextil Frotas	m2	1100.00	15.39	16,933.10	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.45
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				S/	42,646.40
	GG+UTIL (15%)					6,396.96
	SUB TOTAL				S/	49,043.36
	IGV (19%)					9,318.24
	TOTAL				S/	58,361.60
					\$/	17,421.37

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 4.9

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=5.00m, H=8.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					575.32
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m3	20.00	15.97	319.32	
03.00.00	MURO REFORZADO					69,612.89
	Relleno con material de prestamo	m3	960.00	36.31	34,856.63	
	Geotextil Froles	m2	2080.00	15.39	32,018.95	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	75,643.48
	GG+UTIL (15%)					11,346.52
	SUB TOTAL				SI	86,990.00
	IGV (19%)					16,528.10
	TOTAL				SI	103,518.10
					SI	30,900.93

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 5

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA

($\phi=34^\circ$)

CUADRO ANEXO 51

<u>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</u>						
Unidad= m ³					Costo por:	m³
Rendimiento =	15	ml/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	1	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U <i>Sl.</i>	Parcial <i>Sl.</i>	Sub Total <i>Sl.</i>	
MANO DE OBRA					12.16	
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8		
Operario	HH	0.53	11.76	6.3		
Peon	HH	0.53	9.51	5.1		
MATERIALES					55.67	
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	<i>E7.0</i>	38.00		
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83		
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71		
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13		
EQUIPO					0.61	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61		
TOTAL:					68.43	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 52

<u>RELLENO CON MATERIAL PROPIO</u>						
Unidad= m ³					Costo por:	m³
Rendimiento =	24	m³/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U <i>Sl.</i>	Parcial <i>Sl.</i>	Sub Total <i>Sl.</i>	
MANO DE OBRA					10.77	
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51		
Operario	HH	0.33	11.76	3.92		
Peon	HH	0.67	9.51	6.34		
MATERIALES					0.49	
Agua	M³	0.05	1.00	0.05		
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44		
EQUIPO					4.71	
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17		
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54		
TOTAL:					15.97	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.3

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	24	m³ldia			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peon	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					20.83
Afirmado	M³	1.13	18.00	20.34	
Agua	M³	0.06	1.00	0.06	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					36.31

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.4

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 165					
Unidad= m²				Costo por:	m²
Rendimiento =	800	m²ldia			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	2	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					0.44
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02	
Operario	HH	0.02	11.76	0.24	
Peon	HH	0.02	9.51	0.19	
MATERIALES					19.36
Geomalla Fortgrid UX 165	M ²	1.05	14.22	14.93	
Geotextil No tejido	M ²	0.35	12.64	4.42	
EQUIPO					0.02
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02	
TOTAL:					19.82

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO5.5

MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	40	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						3.61
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31		
Operario	HH	0.20	11.76	2.35		
Peon	HH	0.10	9.51	0.95		
MATERIALES						4.20
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20		
EQUIPO						0.18
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18		
TOTAL:						7.99

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.6

MORTERO CEMENTO : ARENA						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	8	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						18.04
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53		
Operario	HH	1.00	11.76	11.76		
Peon	HH	0.50	9.51	4.76		
MATERIALES						1.34
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08		
Arena	m3	0.010	25.00	0.25		
Agua	m3	0.005	1.00	0.01		
EQUIPO						0.90
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90		
TOTAL:						20.28

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.7

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=2.90m, H=4.00m, L=20.00m)
 PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos
 UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
 FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					855.56
	Replanteo de terreno	m2	58.00	1.27	73.66	
	Limpieza del Terreno	m2	58.00	0.55	31.90	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,074.51
	Replanteo y nivelacion	m2	58.00	2.56	148.48	
	Relleno con material propio	m2	58.00	15.97	926.03	
03.00.00	MURO REFORZADO					25,428.75
	Relleno con material de prestamo	m3	278.40	36.31	10,108.42	
	Geomalla FortGrid -Geotextil Frotas	m2	704.00	19.82	13,951.68	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	68.43	1,368.65	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					2,261.64
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	80.00	7.99	639.14	
	Mortero cemento : arena	m2	80.00	20.28	1,622.50	
	COSTO DIRECTO				SI	29,620.46
	GG+UTIL (15%)					4,443.07
	SUB TOTAL				SI	34,063.53
	IGV (19%)					6,472.07
	TOTAL				SI	40,535.60
					\$/	12,100.18

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.8

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,852.60
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m2	100.00	15.97	1,596.60	
03.00.00	MURO REFORZADO					44,355.86
	Relleno con material de prestamo	m3	576.00	36.31	20,913.98	
	Geotextil Frotos	m2	1100.00	19.82	21,799.50	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.45
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				SI	50,532.91
	GG+UTIL (15%)					7,579.94
	SUB TOTAL				SI	58,112.85
	IGV (19%)					11,041.44
	TOTAL				SI	69,154.29
					SI	20,643.07

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 5.9

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=5.00m, H=8.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,852.60
	Replanteo y nivelacion	m2	100.00	2.56	256.00	
	Relleno con material propio	m2	100.00	15.97	1,596.60	
03.00.00	MURO REFORZADO					78,814.81
	Relleno con material de prestamo	m3	960.00	36.31	34,856.63	
	Geotextil Frotas	m2	2080.00	19.82	41,220.87	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	86,122.68
	GG+UTIL (15%)					12,918.40
	SUB TOTAL				SI	99,041.08
	IGV (19%)					18,817.81
	TOTAL				SI	117,858.89
					\$/	35,181.76

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 6

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE CONCRETO ARMADO

($\alpha = 34^\circ$)

CUADRO ANEXO 6.1

CONCRETO ARMADO -ZAPATAS					
Unidad= m3				Costo por:	m3
Rendimiento =	15	m3/día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total
			\$/	\$/	\$/
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.12	139.51	
Arena Gruesa	m3	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.61	37.82	23.07	
Agua	m3	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					28.08
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					304.62

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 6.2

CONCRETO ARMADO - MUROS					
Unidad= m3				Costo por:	m3
Rendimiento =	15	m3/día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U \$/	Parcial \$/	Sub Total \$/
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.12	139.51	
Arena Gruesa	m3	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.61	37.82	23.07	
Agua	m3	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					36.48
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Winche de 2 tambores y 37Hp	HM	0.53	15.76	8.41	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					313.02

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 6.3

<u>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</u>					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	9	ml/día			
Ecuación a usar =	0.05	CAP	2	OP	1
		Und	Cantid.	P.U	Sub Total
Descripción				Parcial	S/.
				S/.	
MANO DE OBRA					30.04
Capataz	HH	0.04	15.29	0.7	
Operario	HH	1.78	11.76	20.9	
Peon	HH	0.89	9.51	8.5	
MATERIALES					12.61
madera tornillo larga	p2	3.70	3.0	11.10	
clavos 2" a 4"	Kg	0.20	3.36	0.67	
Alambre N° 8	Kg	0.25	3.36	0.84	
EQUIPO					1.50
Herramientas Manuales	5%mo	5%	30.04	1.50	
TOTAL:					44.15

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 6.4

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=3.00m, H=4.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					886.50
	Replanteo de terreno	m2	75.00	1.27	95.25	
	Limpieza del Terreno	m2	75.00	0.55	41.25	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					5,740.00
	Excavación	m3	36.00	20.00	720.00	
	Relleno con material propio	m3	200.80	25.00	5,020.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					
	ZAPATA	m3	30.00	304.62	9,138.55	16,651.03
	MURO	m3	24.00	313.02	7,512.48	
04.00.00	ACERO					
	ZAPATA	Kg	759.00	3.20	2,428.80	5268.27
	MURO	Kg	887.33	3.20	2,839.47	
05.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					7,417.80
	ZAPATA	m2	8.00	44.15	353.23	
	MURO	m2	160.00	44.15	7,064.57	
06.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					4,320.00
	Tarraieo con Mortero 1:4	m2	160.00	27.00	4,320.00	
	COSTO DIRECTO				S/	40283.6
	GG+UTIL (15%)					6042.54
	SUB TOTAL				S/	46,326.14
	IGV (19%)					8,801.97
	TOTAL				S/	55,128.11
					\$1	17,445.6

Fuente: Elaooración Propia.

CUADRO ANEXO 6.5

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas. ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					9,155.00
	Excavacion	m3	64.00	20.00	1,280.00	
	Relleno con material propio	m3	315.00	25.00	7,875.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					38,746.31
	ZAPATA	m3	64.00	304.62	19,495.58	
	MURO	m3	61.50	313.02	19,250.73	
04.00.00	ACERO					7251.20
	ZAPATA	Kg	968.00	3.20	3,097.60	
	MURO	Kg	1298.00	3.20	4,153.60	
04.00.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					11,126.69
	ZAPATA	m2	12.00	44.15	529.84	
	MURO	m2	240.00	44.15	10,596.85	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					6,480.00
	Tarraieo con Mortero 1:4	m2	240.00	27.00	6,480.00	
	COSTO DIRECTO				SI	73,691.20
	GG+UTIL (15%)					11,053.68
	SUB TOTAL				SI	84,744.88
	IGV (19%)					16,101.53
	TOTAL				SI	100,846.41
					\$1	31,913.42

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 6.6

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=5.00m, H=8.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					939.28
	Replanteo de terreno	m2	104.00	1.27	132.08	
	Limpieza del Terreno	m2	104.00	0.55	57.20	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					16,125.00
	Excavacion	m3	100.00	20.00	2,000.00	
	Relleno con material propio	m3	565.00	25.00	14,125.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					60,511.77
	ZAPATA	m3	100.00	304.62	30,461.85	
	MURO	m3	96.00	313.02	30,049.92	
04.00.00	ACERO					9480.53
	ZAPATA	Kg	1254.00	3.20	4,012.80	
	MURO	Kg	1708.67	3.20	5,467.73	
04.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					15,012.20
	ZAPATA	m2	20.00	44.15	883.07	
	MURO	m2	320.00	44.15	14,125.13	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					8,640.00
	Tarrajeo con Mortero 1:4	m2	320.00	27.00	8,640.00	
	COSTO DIRECTO					110,708.78
	GG+UTIL (15%)					16,606.32
	SUB TOTAL				SI	127,315.10
	IGV (19%)					24,189.87
	TOTAL				SI	151,504.97
					\$/	47,944.61

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 7

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

($\alpha = 36^\circ$)

CUADRO ANEXO 7.1

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Unidad= m³					Costo por:	m³
Rendimiento =	15	ml/dia				
Ecuación a usar =	01	CAP	1	OP	1	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total	
			SI.	SI.	SI.	
MANO DE OBRA						12.16
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8		
Operario	HH	0.53	11.76	6.3		
Peon	HH	0.53	9.51	5.1		
MATERIALES						55.67
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	57.0	38.00		
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83		
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71		
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13		
EQUIPO						0.61
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61		
TOTAL:						68.43

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 7.2

RELLENO CON MATERIAL PROPIO						
Unidad= m³					Costo por:	m³
Rendimiento =	24	m3/dia				
Ecuación a usar =	01	CAP	1	OP	2	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total	
			SI.	SI.	SI.	
MANO DE OBRA						10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51		
Operario	HH	0.33	11.76	3.92		
Peon	HH	0.67	9.51	6.34		
MATERIALES						0.49
Agua	MB	0.05	1.00	0.05		
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44		
EQUIPO						4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17		
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54		
TOTAL:						15.97

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO7.3

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO							
Unidad= m3						Costo por:	m3
Rendimiento =	24	m3/día					
Ecuación a usar =	01	CAP	1	OP	2	PE	
Descripción	Und	Cantid.	P.U \$/	Parcial \$/	Sub Total \$/		
MANO DE OBRA						10.77	
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51			
Operario	HH	0.33	11.76	3.92			
Peon	HH	0.67	9.51	6.34			
MATERIALES						20.83	
Afirmado	M3	1.13	18.00	20.34			
Agua	M3	0.06	1.00	0.06			
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44			
EQUIPO						4.71	
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17			
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54			
TOTAL:						36.31	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 74

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL FORTEX							
Unidad= m2						Costo por:	m2
Rendimiento =	800	m2/día					
Ecuación a usar =	01	CAP	2	OP	2	PE	
Descripción	Und	Cantid.	P.U \$/	Parcial \$/	Sub Total \$/		
MANO DE OBRA						0.44	
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02			
Operario	HH	0.02	11.76	0.24			
Peon	HH	0.02	9.51	0.19			
MATERIALES						14.93	
Geotextil Fortex BX90	M2	1.05	14.22	14.93			
EQUIPO						0.02	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02			
TOTAL:						15.39	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 7.5

<u>MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO</u>					
Unidad= m2				Costo por:	m2
Rendimiento =	40	m2/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					3.61
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31	
Operario	HH	0.20	11.76	2.35	
Peon	HH	0.10	9.51	0.95	
MATERIALES					4.20
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20	
EQUIPO					0.18
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18	
TOTAL:					7.99

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 7.6

<u>MORTERO CEMENTO : ARENA</u>					
Unidad= m2				Costo por:	m2
Rendimiento =	8	m2/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					18.04
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53	
Operario	HH	1.00	11.76	11.76	
Peon	HH	0.50	9.51	4.76	
MATERIALES					1.34
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08	
Arena	m3	0.010	25.00	0.25	
Agua	m3	0.005	1.00	0.01	
EQUIPO					0.90
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90	
TOTAL:					20.28

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 78

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=3.80m, H=6.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					888.32
	Replanteo de terreno	m2	76.00	1.27	96.52	
	Limpieza del Terreno	m2	76.00	0.55	41.80	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					437.24
	Replanteo y nivelacion	m2	76.00	2.56	194.56	
	Relleno con material propio	m3	15.20	15.97	242.68	
03.00.00	MURO REFORZADO					36,172.32
	Relleno con material de prestamo	m3	501.60	36.31	18,212.59	
	Geotextil Frotos	m2	1060.00	15.39	16,317.35	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.45
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				SI	40,890.33
	GG+UTIL (15%)					6,133.55
	SUB TOTAL				SI	47,023.88
	IGV (19%)					8,934.54
	TOTAL				SI	55,958.42
					SI	16,704.00

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 79

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geotextil (B=4.85m, H=8.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					926.54
	Replanteo de terreno	m2	97.00	1.27	123.19	
	Limpieza del Terreno	m2	97.00	0.55	53.35	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					558.06
	Replanteo y nivelacion	m2	97.00	2.56	248.32	
	Relleno con material propio	m3	19.40	15.97	309.74	
03.00.00	MURO REFORZADO					67,828.29
	Relleno con material de prestamo	m3	931.20	36.31	33,810.93	
	Geotextil Froles	m2	2032.00	15.39	31,280.05	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION- FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	73,836.16
	GG+UTIL (15%)					11,075.42
	SUB TOTAL				SI	84,911.58
	IGV (19%)					16,133.20
	TOTAL				SI	101,044.79
					§1	30,162.62

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 8

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOMALLA

((1)=36°)

CUADRO ANEXO 8.1

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	15	ml/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	1
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					12.16
Capataz	HH	0.05	15.29	0.8	
Operario	HH	0.53	11.76	6.3	
Peon	HH	0.53	9.51	5.1	
MATERIALES					55.67
Tablones 2"x12"x3mts	Und	0.67	57.0	38.00	
Formaletas 1.20x0.12m	Und	0.83	19.0	15.83	
clavos 3"	Kg	0.28	2.52	0.71	
Alambre N° 8	Kg	0.27	4.20	1.13	
EQUIPO					0.61
Herramientas Manuales	5%mo	5%	12.16	0.61	
TOTAL:					68.43

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.2

RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	24	m3/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peon	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					0.49
Agua	M ³	0.05	1.00	0.05	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					15.97

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.3

RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO					
Unidad= m3				Costo por:	m3
Rendimiento =	24	m3/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U SI.	Parcial SI.	Sub Total SI.
MANO DE OBRA					10.77
Capataz	HH	0.03	15.29	0.51	
Operario	HH	0.33	11.76	3.92	
Peon	HH	0.67	9.51	6.34	
MATERIALES					20.83
Afirmado	M3	1.13	18.00	20.34	
Agua	M3	0.06	1.00	0.06	
Gasolina	Gin	0.04	10.50	0.44	
EQUIPO					4.71
Plancha compactadora	HM	0.33	12.5	4.17	
Herramientas Manuales	5%mo	5%	10.77	0.54	
TOTAL:					3631

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.4

SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 165					
Unidad= m2				Costo por:	m2
Rendimiento =	800	m2/día			
Ecuación a usar =	0.1	CAP	2	OP	2
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U SI.	Parcial SI.	Sub Total SI.
MANO DE OBRA					0.44
Capataz	HH	0.00	15.29	0.02	
Operario	HH	0.02	11.76	0.24	
Peon	HH	0.02	9.51	0.19	
MATERIALES					19.36
Geomalla Fortgrid UX165	M2	1.05	14.22	14.93	
Geotextil No tejido	M2	0.35	12.64	4.42	
EQUIPO					0.02
Herramientas Manuales	5%mo	5%	0.44	0.02	
TOTAL:					1982

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.5

MALLA TIPO GALLINERO COMO REFUERZO						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	40	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						3.61
Capataz	HH	0.02	15.29	0.31		
Operario	HH	0.20	11.76	2.35		
Peon	HH	0.10	9.51	0.95		
MATERIALES						4.20
Malla Tipo Gallinero	M2	1.05	4.00	4.20		
EQUIPO						0.18
Herramientas Manuales	5%mo	5%	3.61	0.18		
TOTAL:						7.99

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.6

MORTERO CEMENTO : ARENA						
Unidad= m2					Costo por:	m2
Rendimiento =	8	m2/día				
Ecuación a usar =	0.1	CAP	1	OP	0.5	PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U S/.	Parcial S/.	Sub Total S/.	
MANO DE OBRA						18.04
Capataz	HH	0.10	15.29	1.53		
Operario	HH	1.00	11.76	11.76		
Peon	HH	0.50	9.51	4.76		
MATERIALES						1.34
Cemento	BLS	0.076	14.29	1.08		
Arena	m3	0.010	25.00	0.25		
Agua	m3	0.005	1.00	0.01		
EQUIPO						0.90
Herramientas Manuales	5%mo	5%	18.04	0.90		
TOTAL:						20.28

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.7

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=2.80m, H=4.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					851.92
	Replanteo de terreno	m2	56.00	1.27	71.12	
	Limpieza del Terreno	m2	56.00	0.55	30.80	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,037.46
	Replanteo y nivelacion	m2	56.00	2.56	143.36	
	Relleno con material propio	m2	56.00	15.97	894.10	
03.00.00	MURO REFORZADO					24,763.10
	Relleno con material de prestamo	m3	268.80	36.31	9,759.86	
	Geomalla FortGrid -Geotextil Froles	m2	688.00	19.82	13,634.59	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	68.43	1,368.65	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					2,261.64
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	80.00	7.99	639.14	
	Mortero cemento : arena	m2	80.00	20.28	1,622.50	
	COSTO DIRECTO				S/	28,914.12
	GG+UTIL (15%)					4,337.12
	SUB TOTAL				S/	33,251.24
	IGV (19%)					6,317.74
	TOTAL				S/	39,568.97
					S/	11,811.63

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.8

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=3.80m, H=6.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U 5/	PARCIAL 5/	TOTAL 5/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					888.32
	Replanteo de terreno	m2	76.00	1.27	96.52	
	Limpieza del Terreno	m2	76.00	0.55	41.80	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,407.98
	Replanteo y nivelacion	m2	76.00	2.56	194.56	
	Relleno con material propio	m2	76.00	15.97	1,213.42	
03.00.00	MURO REFORZADO					42,517.45
	Relleno con material de prestamo	m3	547.20	36.31	19,868.28	
	Geotextil Frotos	m2	1060.00	19.82	21,006.79	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	82.12	1,642.38	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					3,392.45
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	120.00	7.99	958.71	
	Mortero cemento : arena	m2	120.00	20.28	2,433.74	
	COSTO DIRECTO				5/	48,206.20
	GG+UTIL (15%)					7,230.93
	SUB TOTAL				5/	55,437.13
	IGV (19%)					10,533.05
	TOTAL				S/	65,970.18
					\$/	19,692.59

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 8.9

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Suelo Reforzado Con Geomalla (B=4.85m, H=8.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					926.54
	Replanteo de terreno	m2	97.00	1.27	123.19	
	Limpieza del Terreno	m2	97.00	0.55	53.35	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	BASE DE NIVELACION					1,797.02
	Replanteo y nivelacion	m2	97.00	2.56	248.32	
	Relleno con material propio	m2	97.00	15.97	1,548.70	
03.00.00	MURO REFORZADO					76,817.86
	Relleno con material de prestamo	m3	931.20	36.31	33,810.93	
	Geotextil Froles	m2	2032.00	19.82	40,269.62	
	Encofrado y desencofrado	mi	20.00	136.87	2,737.31	
04.00.00	CONTROL DE EROSION - FACHADA					4,523.27
	Malla tipo gallinero como refuerzo	m2	160.00	7.99	1,278.28	
	Mortero cemento : arena	m2	160.00	20.28	3,244.99	
	COSTO DIRECTO				SI	84,064.69
	GG+UTIL (15%)					12,609.70
	SUB TOTAL				SI	96,674.39
	IGV (19%)					18,368.13
	TOTAL				SI	115,042.53
					\$/	34,341.05

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 9

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

MURO DE CONCRETO ARMADO

($\alpha = 36^\circ$)

CUADRO ANEXO 9.1

CONCRETO ARMADO -ZAPATAS					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	15	m³día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U <i>\$/</i>	Parcial <i>\$/</i>	Sub Total <i>\$/</i>
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.42	139.51	
Arena Gruesa	m ³	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m ³	0.61	37.82	23.07	
Agua	m ³	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					28.08
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					304.62

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 9.2

CONCRETO ARMADO - MUROS

CONCRETO ARMADO - MUROS					
Unidad= m3				Costo por:	m3
Rendimiento =	15	m3/día			
Ecuación a usar =	0.2	CAP	3	OP	12
					PE
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total
			\$/	\$/	\$/
MANO DE OBRA					100.13
Capataz	HH	0.11	15.29	1.6	
Operario	HH	1.60	11.76	18.8	
Operador	HH	1.60	11.76	18.8	
Peon	HH	6.40	9.51	60.9	
MATERIALES					176.41
Cemento Portland Tipo I Sol	Bis	9.88	14.12	139.51	
Arena Gruesa	m3	0.47	21.9	10.27	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.61	37.82	23.07	
Agua	m3	0.18	1.90	0.34	
Aceite	Gin	0.01	41.17	0.41	
Gasolina 84 Octanos	Gin	0.30	8.40	2.52	
Grasa	Kg	0.02	14.71	0.29	
EQUIPO					36.48
Herramientas Manuales	5%mo	5%	100.13	5.01	
Vibradora de concreto	HM	0.53	31.50	16.80	
Winche de 2 tambores y 37Hp	HM	0.53	15.76	8.41	
Mezcladora	HM	0.53	11.76	6.27	
TOTAL:					313.02

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 9.3

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Unidad= m³				Costo por:	m³
Rendimiento =	9	ml/día			
Ecuación a usar =	0.08	CAP	2	OP	1
Descripción	Und	Cantid.	P.U	Parcial	Sub Total
			\$/	\$/	\$/
MANO DE OBRA					30.04
Capataz	HH	0.04	15.29	0.7	
Operario	HH	1.78	11.76	20.9	
Peon	HH	0.89	9.51	8.5	
MATERIALES					12.61
madera tornillo larga	p2	3.70	3.0	11.10	
clavos 2" a 4"	Kg	0.20	3.36	0.67	
Alambre N° 8	Kg	0.25	3.36	0.84	
EQUIPO					1.50
Herramientas Manuales	5%mo	5%	30.04	1.50	
TOTAL:					44.15

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 9.4

PRESUPUESTO

OBRA : Muro de Concreto Armado (B=3.00m, H=4.00m, L=20.00m)
PROYECTO : Curso de Actualización de Conocimientos
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil
FECHA : Abril - 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U SI	PARCIAL SI	TOTAL SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					886.50
	Replanteo de terreno	m2	75.00	1.27	95.25	
	Limpieza del Terreno	m2	75.00	0.55	41.25	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					5,740.00
	Excavación	m3	36.00	20.00	720.00	
	Relleno con material propio	m3	200.80	25.00	5,020.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					
	ZAPATA	m3	30.00	304.62	9,138.55	16,651.03
	MURO	m3	24.00	313.02	7,512.48	
04.00.00	ACERO					
	ZAPATA	Kg	759.00	3.20	2,428.80	5268.27
	MURO	Kg	887.33	3.20	2,839.47	
05.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					7,417.80
	ZAPATA	m2	8.00	44.15	353.23	
	MURO	m2	160.00	44.15	7,064.57	
06.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					4,320.00
	Tarrajeo con Mortero 1:4	m2	160.00	27.00	4,320.00	
	COSTO DIRECTO				SI	40283.6
	GG+UTIL (15%)					6042.54
	SUB TOTAL				SI	46,326.14
	IGV (19%)					8,801.97
	TOTAL				SI	55,128.11
					SI	17,445.6

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 9.5

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=4.00m, H=6.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT	P.U	PARCIAL	TOTAL
				SI	SI	SI
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					932.00
	Replanteo de terreno	m2	100.00	1.27	127.00	
	Limpieza del Terreno	m2	100.00	0.55	55.00	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					9,155.00
	Excavacion	m3	64.00	20.00	1,280.00	
	Relleno con material propio	m3	315.00	25.00	7,875.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					38,746.31
	ZAPATA	m3	64.00	304.62	19,495.58	
	MURO	m3	61.50	313.02	19,250.73	
04.00.00	ACERO					7251.20
	ZAPATA	Kg	968.00	3.20	3,097.60	
	MURO	Kg	1298.00	3.20	4,153.60	
04.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					11,126.69
	ZAPATA	m2	12.00	44.15	529.84	
	MURO	m2	240.00	44.15	10,596.85	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					6,480.00
	Tarrajeo con Mortero 1#	m2	240.00	27.00	6,480.00	
	COSTO DIRECTO				SI	73,691.20
	GG+UTIL (15%)					11,053.68
	SUB TOTAL				SI	84,744.88
	IGV (19%)					16,101.53
	TOTAL				SI	100,846.41
					\$/	31,913.42

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO ANEXO 96

<u>PRESUPUESTO</u>						
OBRA : Muro de Concreto Armado (B=5.00m, H=8.00m, L=20.00m)						
PROYECTO : Curso de Actualizacion de Conocimientos						
UBICACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ing Civil						
FECHA : Abril - 2007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					939.28
	Replanteo de terreno	m2	104.00	1.27	132.08	
	Limpieza del Terreno	m2	104.00	0.55	57.20	
	Estudios geotecnicos (calicatas, ensayos de laboratorio)	gbl	1.00	250.00	250.00	
	Transporte de materiales y equipos a obra	gbl	1.00	500.00	500.00	
02.00.00	EXCAVACIONES					16,125.00
	Excavacion	m3	100.00	20.00	2,000.00	
	Relleno con material propio	m3	565.00	25.00	14,125.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					60,511.77
	ZAPATA	m3	100.00	304.62	30,461.85	
	MURO	m3	96.00	313.02	30,049.92	
04.00.00	ACERO					9480.53
	ZAPATA	Kg	1254.00	3.20	4,012.80	
	MURO	Kg	1708.67	3.20	5,467.73	
04.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					15,012.20
	ZAPATA	m2	20.00	44.15	883.07	
	MURO	m2	320.00	44.15	14,129.13	
05.00.00	REVESTIMIENTO DE MURO					8,640.00
	Tarrajeo con Mortero 1:4	m2	320.00	27.00	8,640.00	
	COSTO DIRECTO					110,708.78
	GG+UTIL (15%)					16,606.32
	SUB TOTAL				S/	127,315.10
	IGV (19%)					24,189.87
	TOTAL				S/	151,504.97
					S/	47,944.61

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 10

EJEMPLO DE DISEÑO DE MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL ($H= 4\text{m}$ y $\alpha=32^\circ$)

DISEÑO MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

1.00 GEOMETRÍA DEL MURO

Datos del Proyecto

Altura del muro	H	4.00 m
Longitud	L	20.00 m
Inclinación de la cara	B	90 °

2.00 PARAMETROS GEOTÉCNICOS

MATERIAL DE RELLENO

(Ver anexo N° Ensayos de suelos de Relleno)

Cohesión	C	0.00 T/m ²
Ángulo de fricción interna	ϕ	32.5 °
Límite Líquido	LL	25
Límite Plástico	LP	15
Pasa Tamiz N° 200	%finos	13.09 %
Contenido humedad natural	w_n	0.3 %
Máxima densidad seca	ρ_{dmax}	2.25 T/m ³
Densidad de control (95% MDS)	ρ_d	2.14 T/m ³
Contenido humedad óptimo	w_{opt}	5.9 %

SUELO DE FUNDACIÓN

(Ver Anexo de Ensayo de Suelo de Fundación)

Cohesión	C	31.00 T/m ²
Ángulo de fricción interna	ϕ	36 °
Límite Líquido	LL	
Límite Plástico	LP	
Pasa Tamiz N° 200	%finos	
Densidad (Peso específico)	ρ_d	2.59 T/m ³

(Se calcula el promedio de las tres muestras Ver Anexo de Ensayos de Suelo de Fundación)

3.00 EVALUACIÓN DE CARGAS

Carga uniforme 0.55 T/m²
(No se esta considerando carga vehicular, solo una sic por el material que va encima del muro y que actúa en distintos puntos de el)

4.00 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD INTERNA

Estimación de la base $8 = 0.7 \times H =$ 2.80 m
(Se estima el 70% de la altura del muro)

DATOS DEL MATERIAL DE REFUERZO

Geotextil FORTEX BX90

Resistencia a la tracción (método de la tira ancha) ASTM 04595 Tult 106.30 KN/m

FACTORES DE REDUCCIÓN

Por Creep FR creep **1.62**
Es un factor de reducción par esfuerzo constante, como el material es sensible al flujo plástico (polimero). Tiempo de vida util de 75 años.
Se toma como referencia la Hoja Técnica de Geotextiles FORTEX (ver anexo)

Por Daños durante la instalación FRid 1.10
Es un factor de reducción por daños causados en el geotextil al momento de instalar considerando el uso de equipos y maquinaria no pesada durante la construcción.
Se toma como referencia la Guía de instalación y diseño del fabricante. (ver anexo)

Por durabilidad química y biológica FR qb **1.05**
Es un factor que considera tos daños por degradación química y biológica, en este proyecto el geotextil no va estar expuesto a degrada.:ión química ni biológica, por eso consideramos como factor 1.05

CALCULO DE Tadmisible

$$T_{adm} = \frac{T_u/lima}{FR_{creep} * FR_{id} * FR_{qb}}$$

Tadm 56.81 KN/m
que equivale a: Tadm **5.68 T/m**

(ver hoja 2 con tabla de espesores y longitudes de capa)

5.00 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EXTERNA

5.10 ESTABILIDAD A I DESLIZAMIENTO

- FUERZAS HORIZONTALES RESISTENTES:

Base final $B = 3.00$ m

Esfuerzo vertical $\sigma V = CM + \gamma d * H$

$\sigma v = 9.10$ T/m²

Esfuerzo cortante $\tau = c + \sigma_v * \tan \phi$

δ :

Angulo de fricción entre el geotextil y el suelo de relleno.
Se considerará el 80% del angulo de fricción interna del suelo de relleno.

$$\delta = 0.8 * 32.5 = 26.0$$

$\tau = 4.44$ T/m²

Fuerza cortante $L * \tau = 13.32$ T/m

- FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES:

Coefficiente de Presión Activa

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$K_a = 0.301$

Relleno de confinamiento

$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma d * (H)^2$$

$P_a = 5.15$ T/m

Carga muerta

$$P_{cm} = \gamma d * K_a * H$$

$P_{cm} = 0.66$ T/m

Factor de seguridad al deslizamiento

$$FS = \frac{\sum \text{Resistentes}}{\sum \text{Factuantes}}$$

$FS = 2.29$

Según la FHWA DEMO 82 el $FS \geq 1.5$
Es mayor que 1.50, entonces OKI

5.20 ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO

MOMENTOS RESISTENTES:

Momento generado por carga muerta

$$M_{cm} = C M * B * B \cdot 12$$

$$M_{cm} = 2.48 \text{ T.m/m}$$

Momento generado por el peso propio

$$M_{pp} = y d * H * B * B \cdot 12$$

$$M_{pp} = 38.49 \text{ T.m/m}$$

MOMENTOS ACTUANTES:

Momento por la presión de tierras

$$M_{pt} = P_a * \frac{H}{3}$$

$$M_{pt} = 6.87 \text{ T.m/m}$$

Momento por carga muerta extra

$$M_{cm} = C M$$

$$M_{cm} = 1.32 \text{ T.m/m}$$

Según la FHWA DEVD 82 el FS ≥ 2.00
Es mayor que 2.00, entonces OK

$$FS = 5.00$$

$$FS = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}}$$

5.30 CALCULO DE EXCENTRICIDAD

FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES

Coefficiente de Presión Activa

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

$$K_a = 0.301$$

Empuje estático

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

$$P_a = 5.15 \text{ T/m}$$

Carga muerta

$$P_{cm} = y d * K_a * H$$

$$P_{cm} = 0.66 \text{ T/m}$$

FUERZAS VERTICALES ACTUANTES

Peso de Suelo reforzado

$$V1 = \gamma \times B \times H$$

$$V1 = 25.66 \text{ T/m}$$

Peso de carga muerta

$$V2 = CM \times B$$

$$V2 = 1.65 \text{ T/m}$$

Según FHWA DEMO 82, la excentricidad "e" debe ser menor de B/6

$$e \text{ permitido} = B/6 = 0.50 \text{ m}$$

Calculando la excentricidad:

$$e = \frac{Pa \times H/3 + Pcm \times H/2}{V1 + V2}$$

$$e = 0.30 \text{ m}$$

Entonces la excentricidad "e" esta OK!

5.40 CALCULO DE PRESION ADMISIBLE

MÁXIMA PRESIÓN VERTICAL APLICADA EN LA BASE DEL MURO

Según la Sección 4.2d - FHWA DEMO 82, el esfuerzo vertical transmitido en la base del muro es ejercida sobre un ancho menor al del muro, el cual se calcula de

$$L' = B - 2e$$

Entonces:

$$L' = 2.40 \text{ m}$$

Luego el esfuerzo vertical que le ejerce el muro en su base es:

$$\sigma_{base} = \frac{V1 + V2}{L'}$$

Entonces:

$$a_{base} = 11.38 \text{ T/m}^2$$

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Se expresa de la siguiente manera:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Donde:

- e: cohesión del suelo de fundación
- N_c , N_q , N_γ : factores de capacidad de carga (función del ángulo de fricción interna del suelo)
- γ : peso específico del suelo de fundación
- q : γ x profundidad de la cimentación. En nuestro caso $q = 2.59 \text{T/m}^2 \times 0.00 \text{m} = 0.00 \text{T/m}^2$

Para $\phi = 32.5^\circ$ se tienen los siguientes:

$N_c =$	37.07
$N_q =$	24.64
$N_\gamma =$	32.71

La cohesión del suelo de fundación es $C = 31.00 \text{ T/m}^2$

Entonces la capacidad de carga última es: $q_u = 1276.25 \text{ T/m}^2$

Entonces el factor de seguridad será:

$$FS = \frac{q_u}{q_{adm}}$$

$FS = 112.16$

Según la FHWA DEMO 82 el $FS \geq 2.5$

Es mayor que 2.50, entonces OKI

5.50 ANALISIS CON CARGAS DINÁMICAS

Coefficientes sísmicos

Según la norma E.060 el factor de zona para Lima es $Z=0.40$

Según la FHWA-DEMO 82 podemos usar el 50% de Z y podemos asumir $A_v = 0$

A_h	0.20
A_v	0.02

Coefficiente de Presión Activa $K_{as} = 0.44$

(Ver Anexo - cálculo de presiones según Mononobe-Okabe)

ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO CON CARGAS DINÁMICAS

Fuerzas Resistentes:

Fuerza cortante ($t \cdot x \cdot B$) 13.321 T/m

Fuerzas Actuantes:

Relleno de confinamiento Pa 7.51 T/m

Sobrecarga P_{se} 0.97 T/m

$$FS = \frac{\sum F_{resistentes}}{\sum F_{actuantes}}$$

Factor de seguridad FS **1.571**

Según la Federal Highway Administration (FHWA) se debe considerar un FS > 1.125

Es mayor que 1.125, entonces OK

ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO CON CARGAS DINÁMICAS

Momentos resistentes:

Por la carga muerta M_{cm} 2.48 T.m/m

Por peso propio del muro M_{pm} 38.49 T.m/m

Momentos actuantes:

Por la presión lateral de tierras M_{pt} 10.02 T.m/m

Por la carga muerta M_{cm} 1.93 T.m/m

FS **3.43**

$$FS = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}}$$

Factor de seguridad

Según la Federal Highway Administration (FHWA) se debe considerar un FS > 1.50

Es mayor que 1.5, entonces OK

CALCULO DE ESPESORES Y LONGITUDES DE CAPA

e	(°)		(T/m2)	(m)	(T/m)	(T/m3)	(T/m2)		(m)	(T/m2)	
N°	↔	tan RO	e	H	Tadm	opt	SIC	Ka	z	sh	FS
8	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	0.50	0.49	1.3
7	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	1.00	0.81	1.3
6	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	1.50	1.13	1.3
5	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	2.00	1.45	1.3
4	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	2.50	1.77	1.3
3	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	3.00	2.10	1.3
2	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	3.50	2.42	1.3
1	32.5	0.488	0.00	4.00	5.68	2.14	0.55	0.301	4.00	2.74	1.3

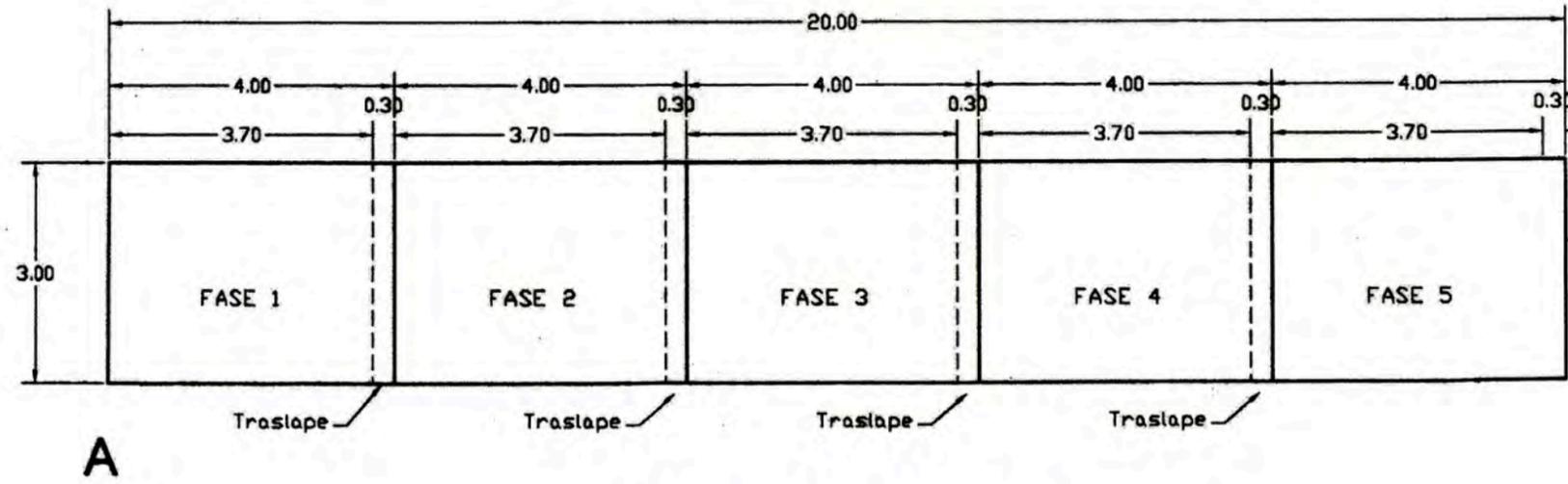
e	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
N°	Sv	Sv a usar	Lg	Le	Le mim	L	L (obra)	Lo	Lt (a usar)
8	8.97	0.50	1.92	0.30	1.00	2.92	3.00	1.00	4.50
7	5.40	0.50	1.65	0.25	1.00	2.65	3.00	1.00	4.50
6	3.86	0.50	1.37	0.23	1.00	2.37	3.00	1.00	4.50
5	3.01	0.50	1.10	0.23	1.00	2.10	3.00	1.00	4.50
4	2.46	0.50	0.82	0.22	1.00	1.82	3.00	1.00	4.50
3	2.08	0.50	0.55	0.22	1.00	1.55	3.00	1.00	4.50
2	1.81	0.50	0.27	0.22	1.00	1.27	3.00	1.00	4.50
	1.59	0.50	0.00	0.21	1.00	1.00	3.00	1.00	4.50

$\tan RO = \tan(0.8 \cdot \frac{H}{w} / 180)$

PLANOS

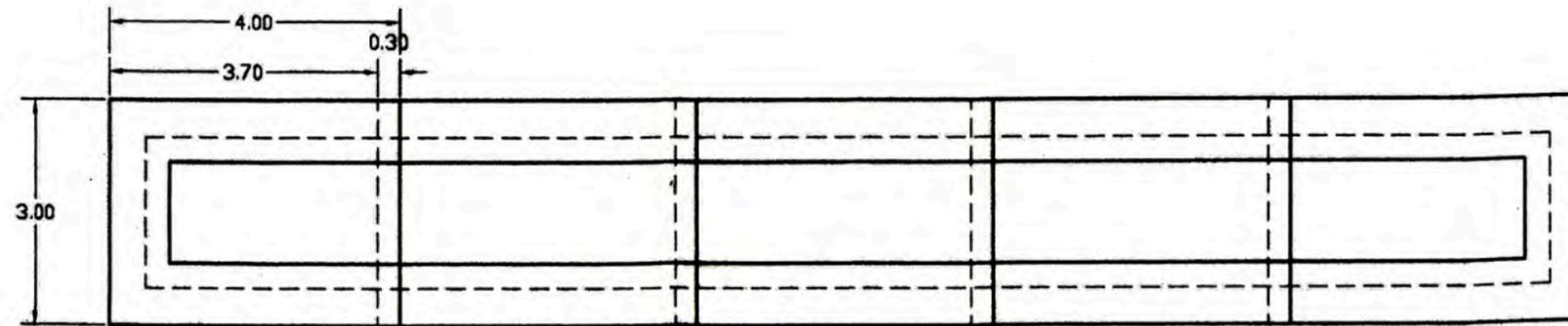
PLANO

PLANTA GENERAL



A

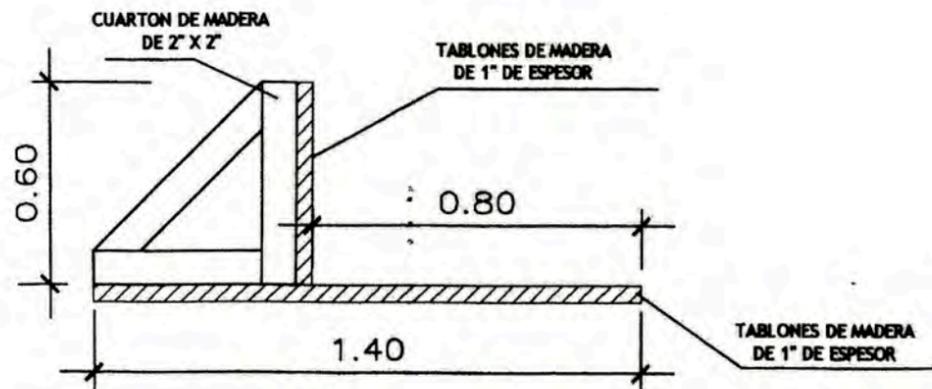
DISTRIBUCION DE CAPAS



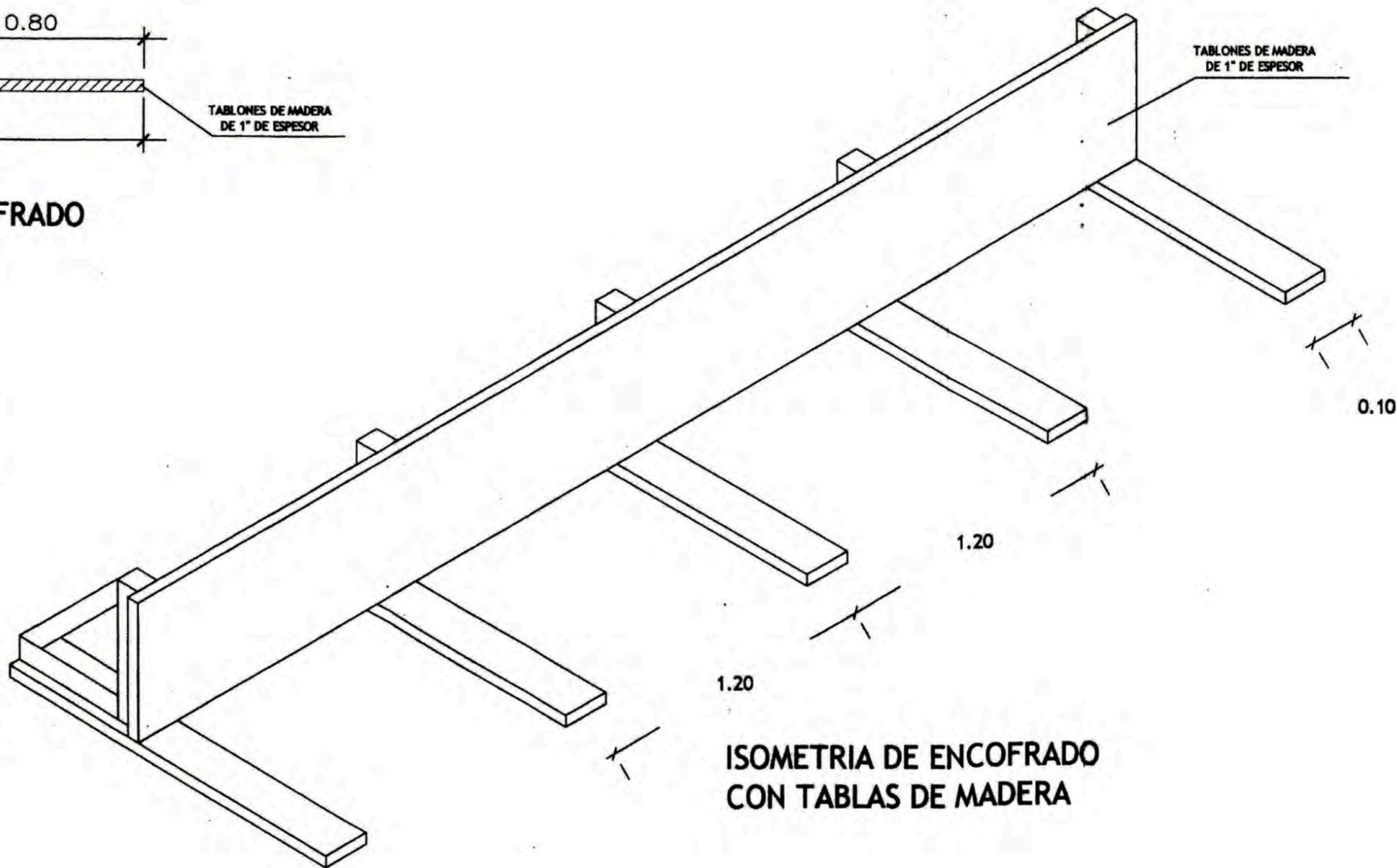
A

PRIMERA ETAPA

DESCRIPCION	Responsable	FIRMA	DA	ME	ARO	CLIENTE:	PROYECTO:
INGENIERIA			04	04	2007	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	MURO REFORZADO APLICACION GEOTEXTIL GRUPO 7
APROV.							TITULO:
DRWG CHK						FECHA PRESENTACION: 31/03/2007	TRASLAPES - GEOTEXTIL TEJIDO
DRWG						FECHA APROBACION:	ESCALA:
DES CHK						FIRMA :	INDICADA
DES							PLANO :
						APROBADO POR:	DIS-G07-003



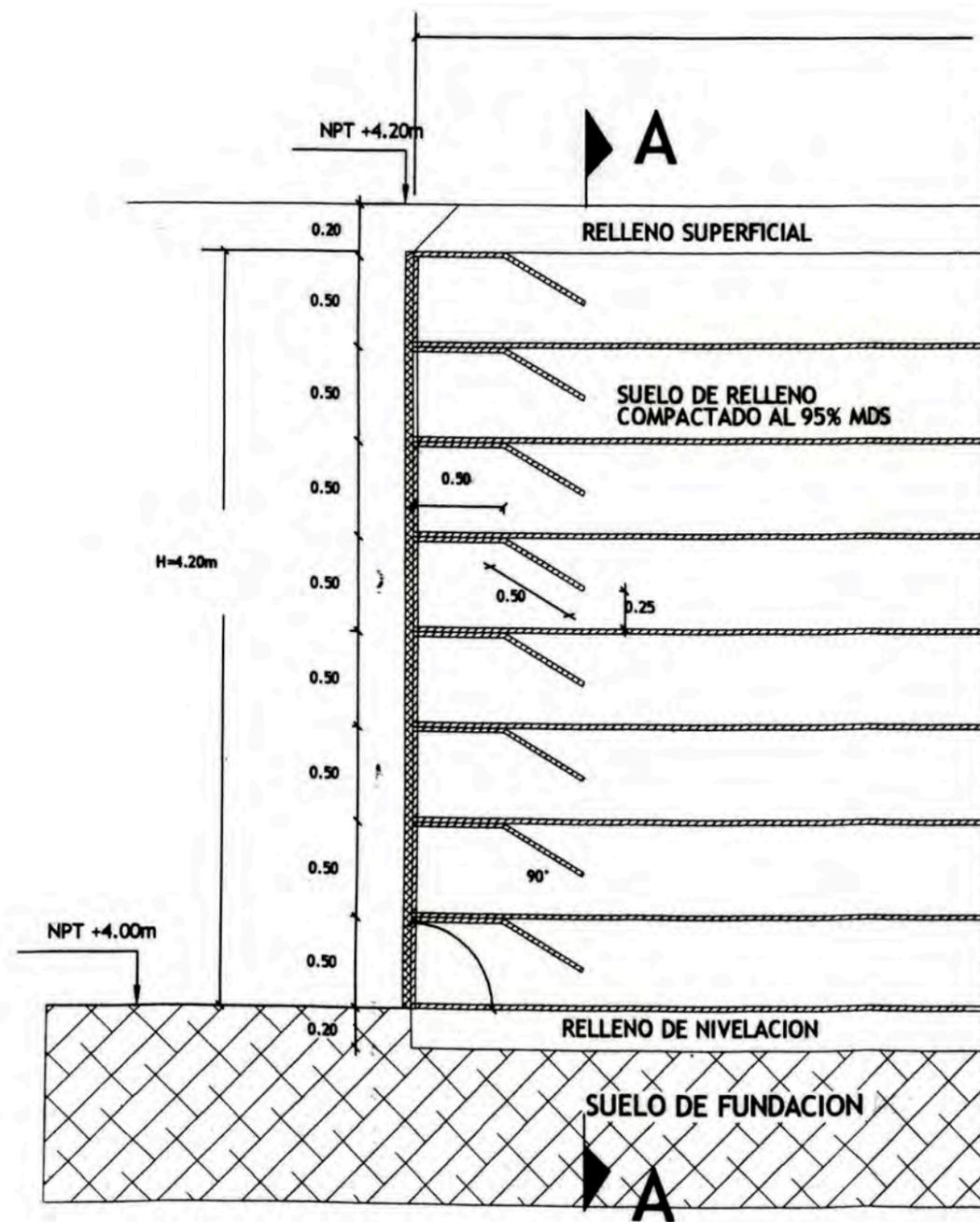
ENCOFRADO



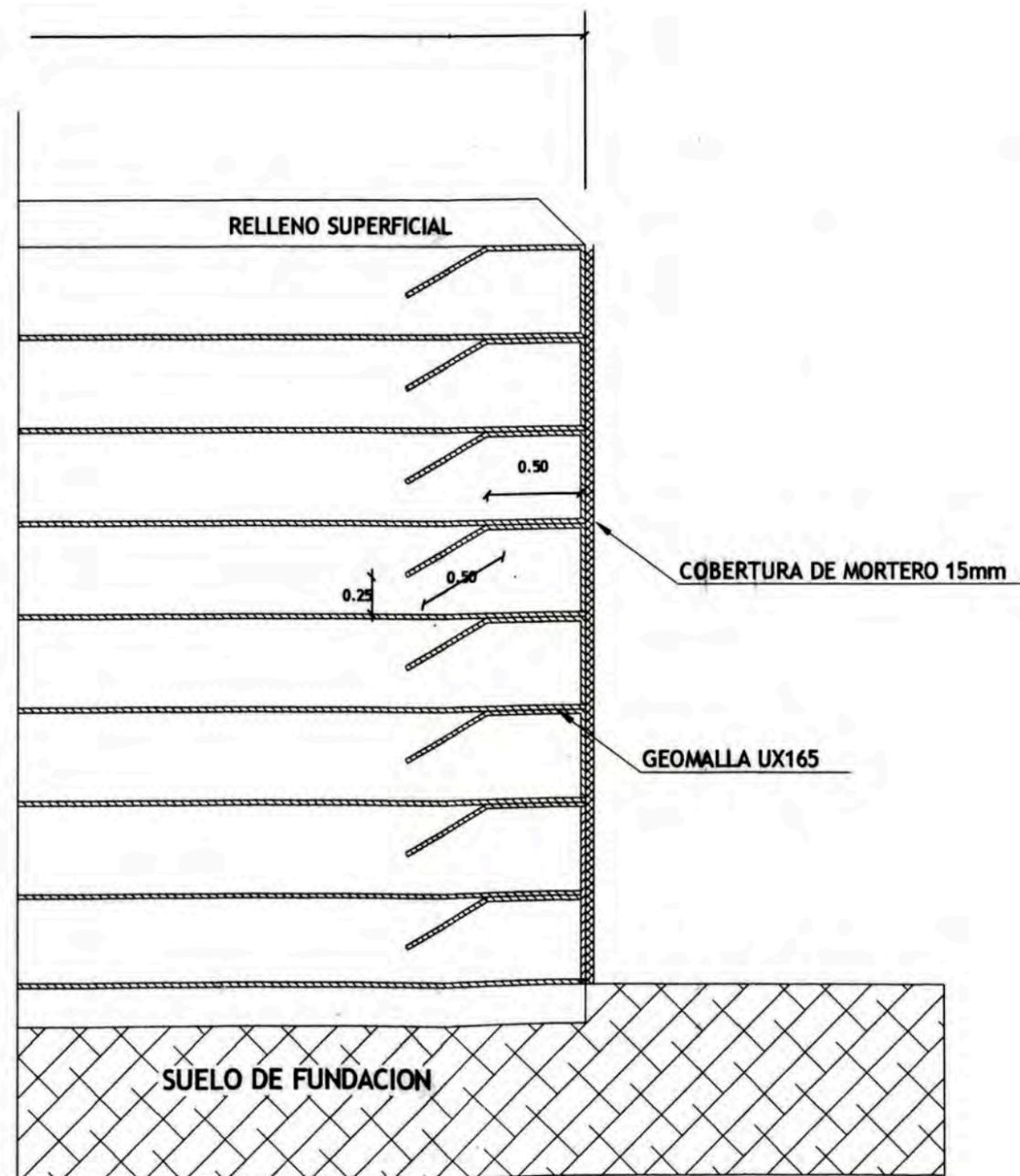
**ISOMETRIA DE ENCOFRADO
CON TABLAS DE MADERA**

FORMALETA DE MADERA DE 1"

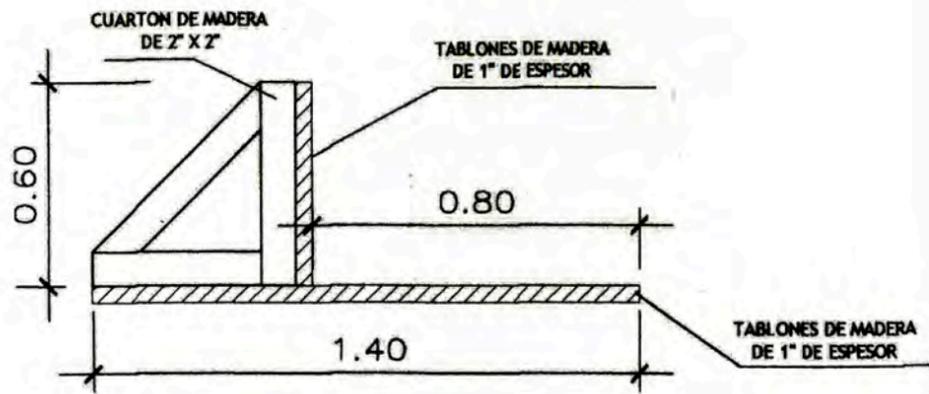
DESCRIPCION	Responsable	FIRMA	DA	ME	AO	CLIENTE:	PROYECTO:
APV.P/CONS						UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	MURO REFORZADO APLICACION GEOTEXTIL
APROV.					FECHA PRESENTACION:		TITULO:
DRW CHK						17/07/2007	DETALLE DE FORMALETA
DRW						FECHA APROBACION:	FIRMA :
DES CHK	J.D.M		17	07	2007	APROBADO POR:	ESCALA:
DES	J.D.M		15	02	2007		S/E
							PLANO :
							DET-4



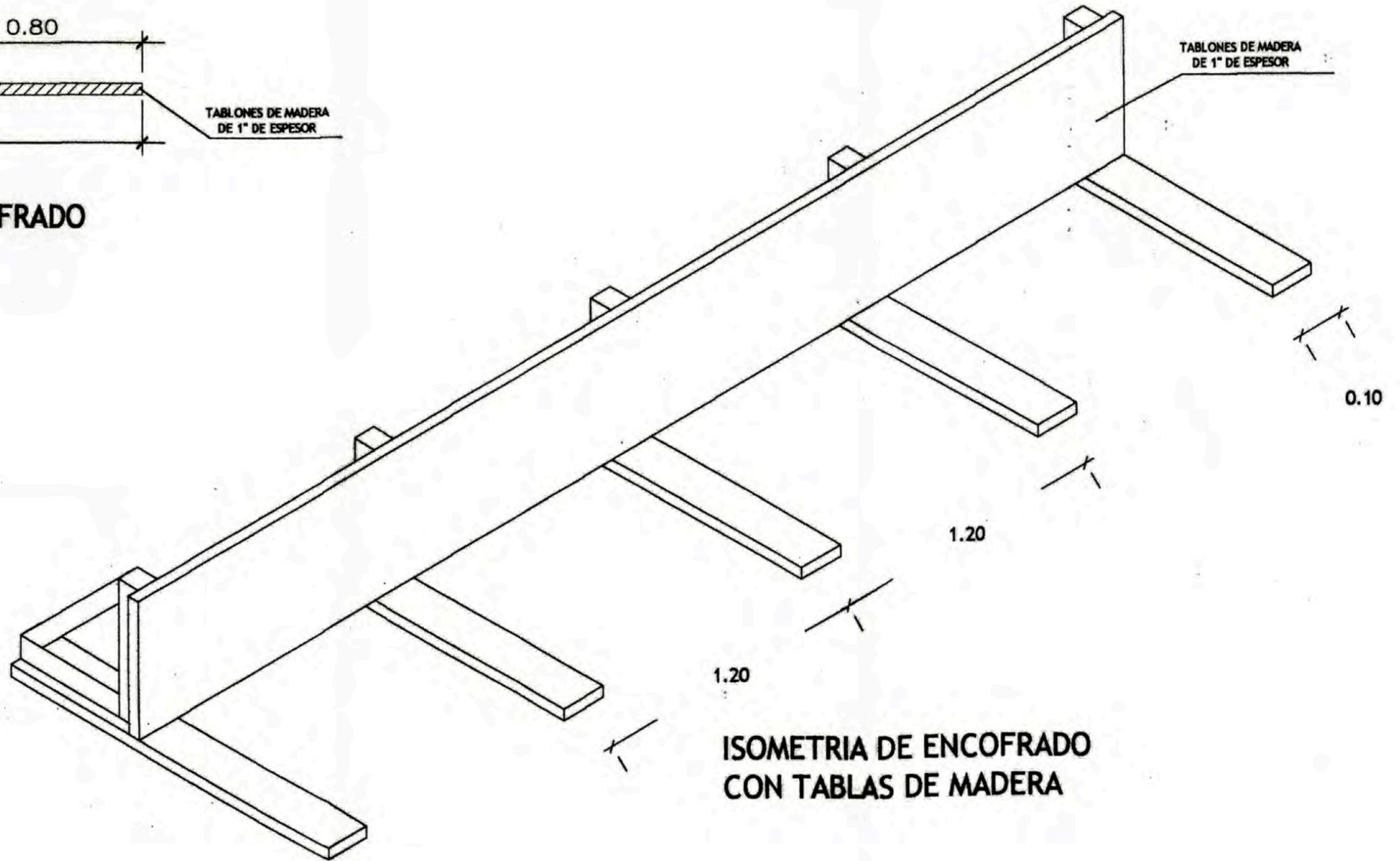
20m.



DESCRIPCION	Responsable	FIRMA	DA	MES	ARO	CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		PROYECTO: MURO REFORZADO APLICACION GEOMALLA	
APV.P/CONS						FECHA PRESENTACION: 17/07/2007		TITULO: SECCION LONGITUDINAL EJE DEL MUR	
APROV.						FECHA APROBACION:		FIRMA :	
DRAW CHK						APROBADO POR:		ESCALA: S/E	
DES CHK	J.D.M		17	07	2007			PLANO : GEM-2	
DES	J.D.M		15	02	2007				



ENCOFRADO



**ISOMETRIA DE ENCOFRADO
CON TABLAS DE MADERA**

FORMALETA DE MADERA DE 1"

DESCRIPCION	Responsable	FIRMA	DIAS	MESES	AÑOS	CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PROYECTO: MURO REFORZADO APLICACION GEOMALLA	
APV.P/CONS						FECHA PRESENTACION: 17/07/2007		TITULO: DETALLE DE FORMALETA	
APROV.						FECHA APROBACION:		FIRMA:	
DRW/CHK						APROBADO POR:		ESCALA: S/E	
DRW								PLANO: DET-3	
DES CHK	J.D.M		17	07	2007				
DES	J.D.M		18	02	2007				

