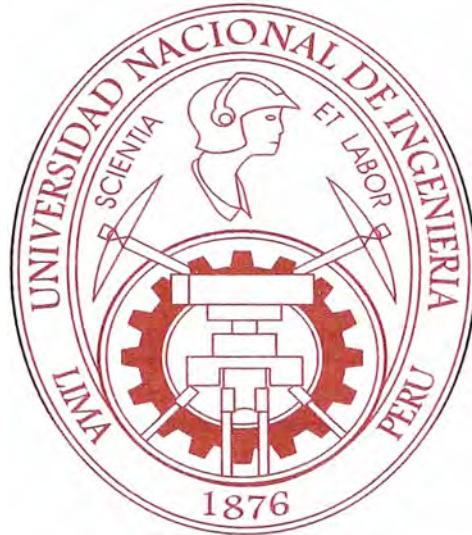


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON
EL SISTEMA GEOWEB
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALEXIS ALBERTO UGARRIZA ECHEVARRIA

Lima-Perú

2,007

INDICE

Resumen	03
Lista de Cuadros	04
Lista de Figuras	05
Introducción	07
Capítulo I Definiciones Generales	08
1.1 Geosintéticos.....	08
1.1.1 Definición.....	08
1.1.2 Clasificación.....	10
1.1.3 Materiales Poliméricos.....	19
1.2 Sistema Geoweb de soporte de carga.....	20
1.2.1 Componentes clave del sistema geoweb.....	22
Capítulo II Aspectos Técnicos del Sistema Geoweb	26
2.1 Aplicaciones del sistema.....	26
2.2 Características y ventajas del sistema.....	27
2.3 Identificación de los problemas de soporte de carga.....	29
Capítulo III Aspectos Operativos del Sistema Geoweb	32
3.1 Presupuesto de obra.....	32
3.2 Partidas del presupuesto.....	32
3.2.1 Limpieza de zona de trabajo.....	32
3.2.2 Trazo, nivelación y replanteo.....	33
3.2.3 Movilización y desmovilización de equipos y herramientas.....	33
3.2.4 Poza de prueba para degradación de suelo.....	34
3.2.5 Excavación de zona de trabajo.....	35
3.2.6 Perfilado y refine de terreno excavado.....	35
3.2.7 Construcción de muro de separación.....	36
3.2.8 Conformación de material degradado.....	36
3.2.9 Instalación de geotextil de separación.....	36
3.2.10 Aplicación de la geocelda (subbase y base).....	37

3.2.11	Conformación de capa de 2" de material de afirmado.....	37
3.3	Cronograma de ejecución de obra.....	38
3.4	Herramientas y equipos a utilizar.....	38
Capítulo IV	Procedimiento Constructivo.....	39
4.1	Preparación de la subrasante.....	39
4.1.1	Caso general.....	39
4.1.2	Caso particular.....	41
4.2	Colocación del Sistema Geoweb.....	50
4.2.1	Caso general.....	50
4.2.2	Caso particular.....	54
Capítulo V	Protocolos y controles de calidad.....	56
5.1	Certificado de fabricación.....	56
5.2	Certificado del producto.....	57
5.3	Garantía del producto.....	57
5.4	Composición del geoweb.....	58
5.5	Propiedades y ensamblajes de las fajas.....	59
5.5.1	Fajas / Celdas perforadas.....	59
5.5.2	Faja / Celda texturizada sin perforar.....	60
5.5.3	Ensamblaje.....	61
5.6	Protocolos de control de calidad.....	62
	Conclusiones.....	63
	Recomendaciones.....	64
	Bibliografía.....	65
	Anexo I Fotografías	
	Anexo II Planos	
	Anexo III Ensayos de Laboratorio	
	Anexo IV Presupuesto	
	Anexo V Programación de Obra	
	Anexo VI Formato de Protocolo de Control de Calidad	

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia tratará sobre el Procedimiento Constructivo del Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb, para lo cual en un principio se detallará algunas definiciones básicas sobre los geosintéticos, así como también el concepto del sistema de soporte de carga.

Seguidamente se tocará los aspectos técnicos y operativos del sistema, los cuales abarcan entre otras cosas las aplicaciones, las características y ventajas del sistema, el presupuesto, la programación de obra y los equipos y herramientas a utilizar, para continuar con la parte principal que es el Procedimiento Constructivo, en el cual se ahondará las distintas modalidades de preparación de la subrasante y la colocación del sistema Geoweb, tanto para un caso general como para uno particular.

Como siguiente punto se mencionará los protocolos y controles de calidad que se realizan para la correcta ejecución del sistema para finalmente emitir algunas conclusiones y recomendaciones al respecto.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1... Densidad, conductividad térmica y eléctrica de diferentes polímeros

Cuadro 1.2... Longitud, Ancho, Densidad y Área Referencial de celdas

Cuadro 1.3... Profundidad de las celdas

Cuadro 1.4... Espesor total de una base de arena gruesa o grava

Cuadro 3.1... Herramientas para la instalación de un sistema Geoweb

Cuadro 4.1... Profundidad de calicatas

Cuadro 4.2... Resultados de ensayos de laboratorio de calicatas

Cuadro 4.3... Resultados de ensayos de laboratorio de muestras

Cuadro 4.4... Resultados obtenidos de anexo III

Cuadro 4.5... Parámetros geotécnicos para el diseño

Cuadro 4.6... Resultados de ensayos de laboratorio de subrasante

Cuadro 5.1... Longitud de las fajas y espaciamiento entre soldaduras

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.....	Ejemplo de Control de Erosión
Figura 1.2.....	Ejemplo de Drenaje
Figura 1.3.....	Ejemplo de Filtración
Figura 1.4.....	Ejemplo de Sellado
Figura 1.5.....	Ejemplo de Protección
Figura 1.6.....	Ejemplo de Refuerzo
Figura 1.7.....	Ejemplo de Separación
Figura 1.8.....	Vista Microscópica de Geotextil
Figura 1.9.....	Geotextil como refuerzo
Figura 1.10.....	Geotextil como separación
Figura 1.11.....	Geomalla Uniaxial
Figura 1.12.....	Geomalla Biaxial
Figura 1.13.....	En refuerzo de pavimentos
Figura 1.14.....	Unidades de polímeros utilizadas en la fabricación de Geosintéticos.
Figura 1.15.....	Geocompuestos de drenaje
Figura 1.16.....	Geocompuestos de refuerzo
Figura 1.17.....	Geocompuestos de impermeabilización
Figura 1.18.....	Celda vista de arriba
Figura 1.19.....	Sección típica de Geoweb
Figura 1.20.....	Celdas de Geoweb perforadas
Figura 2.1.....	Aplicación en pavimentos porosos
Figura 2.2.....	Uso en arena de playas
Figura 2.3.....	Componentes del sistema geoweb
Figura 2.4.....	Relleno de geoweb con material local
Figura 2.5.....	Sistema de distribución de carga con relleno compactado
Figura 2.6.....	Caso de subrasante blanda
Figura 2.7.....	Problema de Estabilidad de superficie
Figura 2.8.....	Relleno de geoweb con tierra vegetal
Figura 4.1.....	Anclaje con estacas
Figura 4.2.....	Llenado de celdas perimetrales
Figura 4.3.....	Utilización de Marco tensor (bastidor)
Figura 4.4.....	Engrapado neumático

Figura 4.5.....Colocación de relleno con cargador frontal
Figura 4.6.....Colocación de relleno con excavadora
Figura 4.7.....Compactación del relleno
Figura 5.1.....Ensayo de resistencia al desgaste superficial
Figura 5.2.....Caso de celda perforada
Figura 5.3.....Caso de celda texturizada

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del presente Informe de Suficiencia se escogieron cinco capítulos generales. En el Capítulo I tenemos las Definiciones Generales, en el cual se mencionan las definiciones de las diversas variedades de geosintéticos, así como también su clasificación y materiales poliméricos que lo conforman; y sin obviar el concepto general del sistema geoweb de soporte de carga.

En el Capítulo II denominado Aspectos Técnicos del Sistema Geoweb, se mencionan las aplicaciones del sistema, las características y ventajas del mismo y los problemas de soporte de carga con una solución convencional y otra con una solución utilizando el sistema geoweb.

El Capítulo III hace referencia a los Aspectos Operativos del Sistema Geoweb, que son básicamente el presupuesto de la obra en ejecución, las partidas que componen el mismo, el cronograma de ejecución de trabajo y los equipos y herramientas a utilizar.

El Procedimiento Constructivo viene a ser el Capítulo IV; en éste se describe las secuencias más importantes del proceso constructivo como son la preparación de la subrasante y la colocación del sistema geoweb. En ambos casos se detalla para una forma general y particular.

Como último capítulo tenemos los Protocolos y Controles de Calidad, donde se menciona los certificados de calidad y cartas de garantía de los productos involucrados en el sistema, así como también se presenta un formato de protocolo de colocación del sistema para ser utilizado en obra.

CAPÍTULO I

DEFINICIONES GENERALES

1.1. GEOSINTÉTICOS

1.1.1. Definición

Etimológicamente la palabra Geosintético proviene de:

GEO: Tierra, suelo como material de construcción o fundación.

SÍNTESIS: Materiales obtenidos de la síntesis química o por procesos industriales.

GEOSINTÉTICO: Material sintético que interactúa con el suelo para mejorarlo.

Según la Norma ASTM 4439, Geosintético es un producto planar manufacturado de material polimérico usado en contacto con: suelos, rocas, tierra u otro material relacionado con la ingeniería geotécnica, al mismo tiempo que forma parte integral de un proyecto hecho por el hombre.

Entre las funciones que presentan los geosintéticos podemos mencionar:

Mecánicas:

Refuerzo (capacidad de tracción).

Separación (suelos disímiles).

Hidráulicas:

Filtración (sistema suelo – agua).

Drenaje (transmisividad planar).

Impermeabilización (barrera hidráulica).

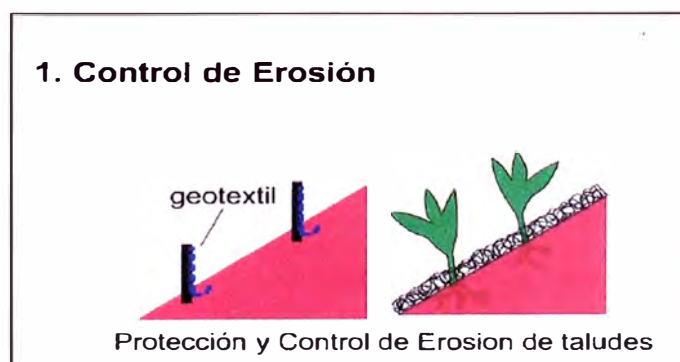


Figura 1.1 Ejemplo de Control de Erosión

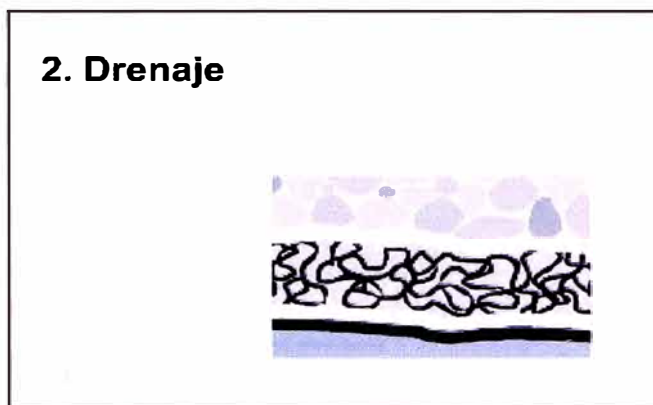


Figura 1.2. Ejemplo de Drenaje

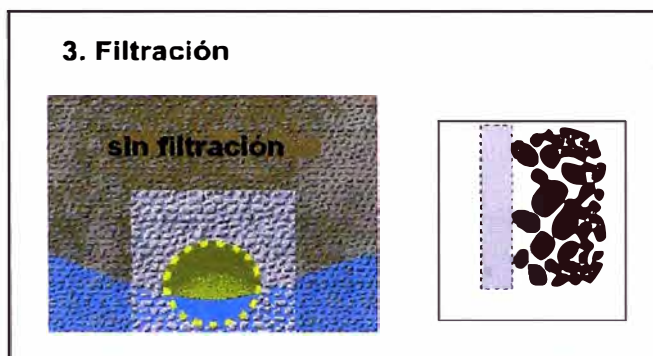


Figura 1.3. Ejemplo de Filtración

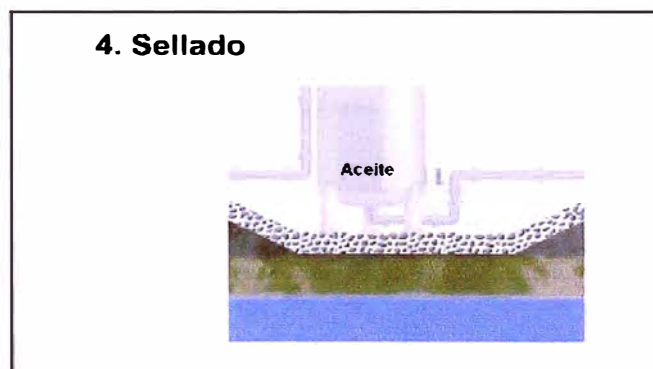


Figura 1.4. Ejemplo de Sellado



Figura 1.5. Ejemplo de Protección

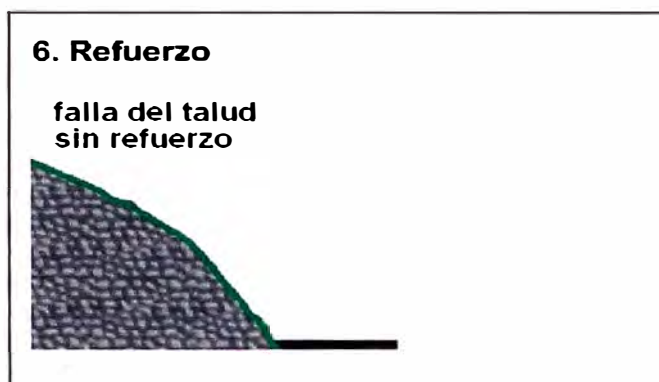


Figura 1.6. Ejemplo de Refuerzo



Figura 1.7. Ejemplo de Separación

Así como también tiene entre sus ventajas:

- ❖ Simplificación constructiva
- ❖ Reducción de plazos
- ❖ Evitar diseños tradicionales complejos
- ❖ Disminución de costos
- ❖ Mano de obra no calificada
- ❖ Empleo de materiales homogéneos de calidad
- ❖ Cumplimiento con exigencias legales
- ❖ Restricción del uso de materiales naturales.

1.1.2. Clasificación

Entre las variedades de geosintéticos tenemos:

GEOTEXTILES

Comúnmente conocido como “tela filtrante”, es un geosintético permeable que consiste exclusivamente de textiles. Los geotextiles son usados en suelo, rocas,

tierra y cualquier otro material geotécnico, como parte integral de un proyecto, estructura o sistema hecho por el hombre. (ver figura 1.8).

Por el proceso de fabricación, los geotextiles pueden ser:

Tejidos: son estructuras planas y regulares producidas a través del entrelazamiento, generalmente en ángulos rectos, de dos o más juegos de hilos en dos direcciones preferenciales, que constituyen así los hilos de urdidura (paralelos al sentido de producción) y los hilos de la trama (perpendiculares a los hilos de urdidura).

No Tejidos: son estructuras planas formadas por fibras o filamentos, orientados aleatoriamente, interligados por procesos mecánicos, térmicos o químicos.

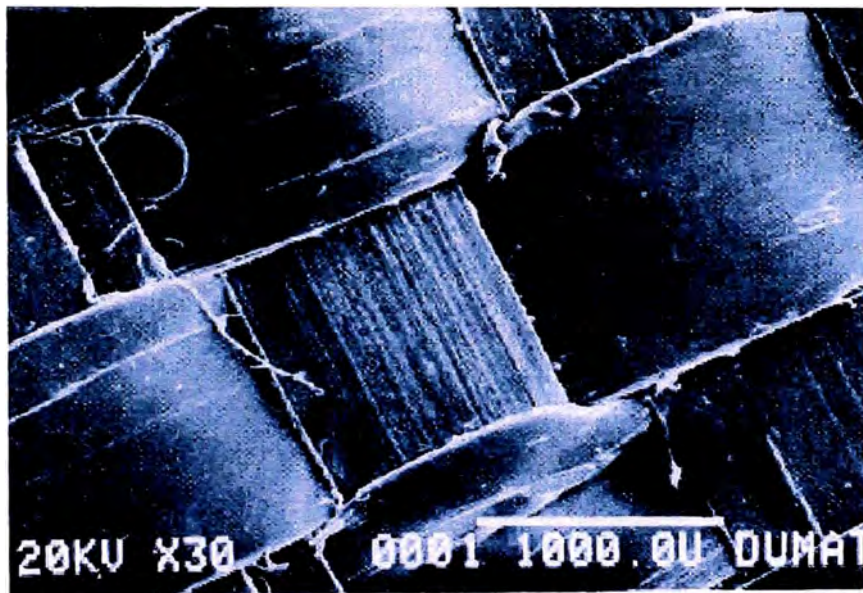


Figura 1.8 Vista Microscópica de Geotextil

El geotextil es el geosintético más versátil. Es usado para separación, filtración, drenaje, refuerzo, impermeabilización y protección de geomembranas.

Como separador de suelos de diferentes granulometrías:

- ✓ Subrasante y base de un pavimento. (ver figura 1.10).
- ✓ Diversas zonas de una presa de tierra.

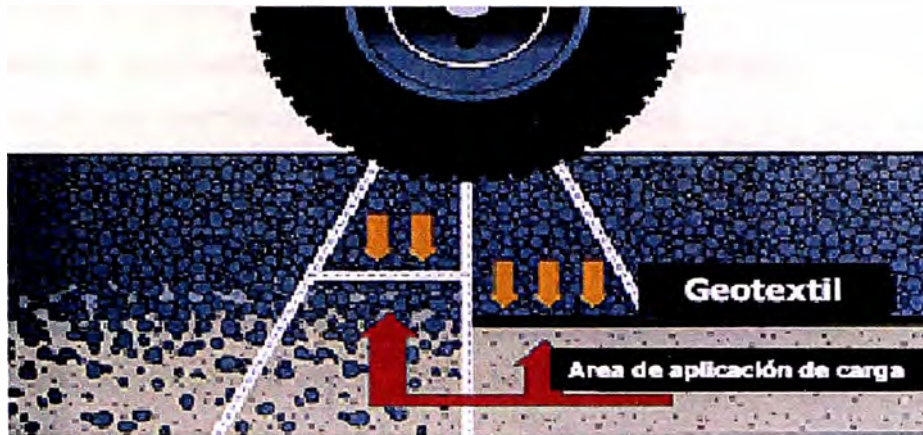


Figura 1.9 Geotextil como refuerzo

Como filtro:

- ✓ Envoltorio de dren (francés) longitudinal.
- ✓ Detrás de muros de gaviones.

Como dren:

- ✓ Detrás de muro de contención de concreto.
- ✓ Como capa de detección de fugas en depósitos.

Como impermeabilizante:

- ✓ Impregnado de asfalto en una repavimentación.
- ✓ Como manta asfáltica en canales y reservorios.

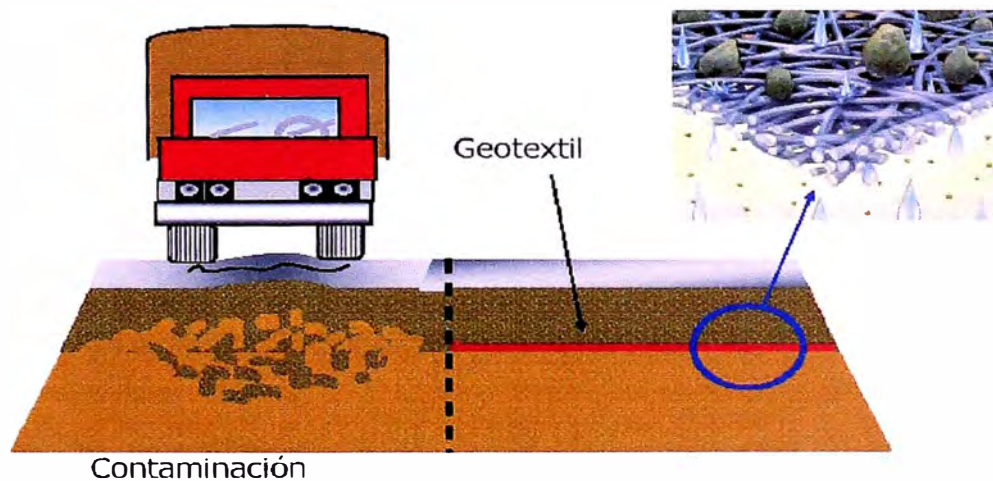


Figura 1.10 Geotextil como separación

Como protector de geomembranas:

- ✓ Debajo de geomembrana en subrasantes irregulares.
- ✓ Sobre la geomembrana para grandes rellenos.

GEOMALLAS

Conocido por ser “una malla de refuerzo”, es un material geosintético que consiste de juegos de costillas paralelas conectadas, con aperturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante.

Las geomallas extruídas pueden ser:

Uniaxiales: Es cuando los agujeros circulares producidos en una lámina de polietileno de alta densidad, llegan a ser elipses alargadas. (ver figura 1.11). Su aplicación es principalmente cuando la dirección de los esfuerzos principales mayores es conocida.

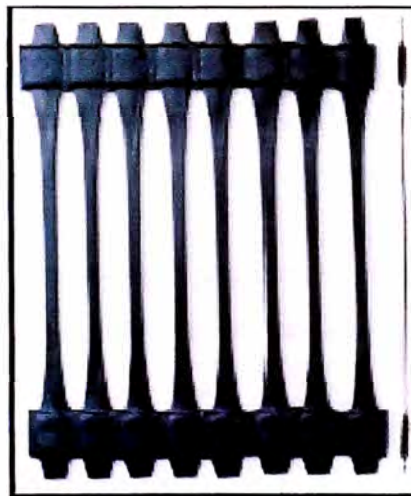


Figura 1.11 Geomalla Uniaxial

Biaxiales: Cuando los agujeros cuadrados en una lámina de polipropileno, forman finalmente aberturas cuasi cuadradas o rectangulares; así la resistencia se incrementa en ambas direcciones. (ver figura 1.12)

Existen también geomallas soldadas, que están constituidas de muchas fibras de poliéster de alta tenacidad que se mantienen unidas mediante una cobertura envolvente de polipropileno, donde las uniones se logran mediante el pegado por

fusión; y las geomallas tejidas, las cuales poseen una estructura básica obtenida por un proceso de tejido de fibras de poliéster de alta tenacidad que forman las costillas, las cuales son posteriormente unidas en las juntas mediante el sistema Knit – stitched o simplemente enredadas.

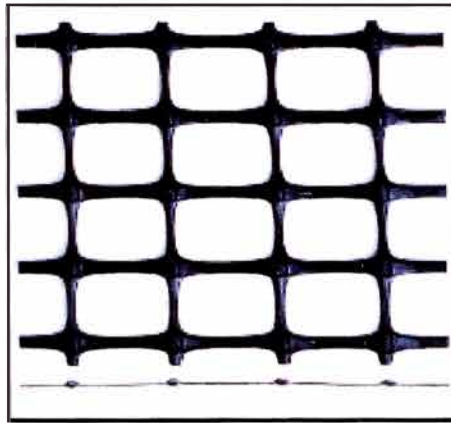


Figura 1.12 Geomalla Biaxial

La geomalla es el geosintético de refuerzo por excelencia.

Es usado para refuerzo de fundaciones, de pavimentos, mejoramiento de subrasantes, rellenos reforzados, estabilidad de taludes y estabilidad de terraplenes sobre suelos blandos.

Para refuerzo de fundaciones:

- ✓ Debajo de zapatas poco profundas en edificaciones.
- ✓ Superficies de trabajo para construcción de terraplenes sobre suelos blandos.

En Pavimentos:

- ✓ Como refuerzo de bases.
- ✓ Como refuerzo de carpetas asfálticas.
- ✓ Como mejoramiento de subrasantes.

En diques, terraplenes y taludes:

- ✓ Como refuerzo de fundaciones.
- ✓ Para mejorar la estabilidad.
- ✓ Para empinar taludes.

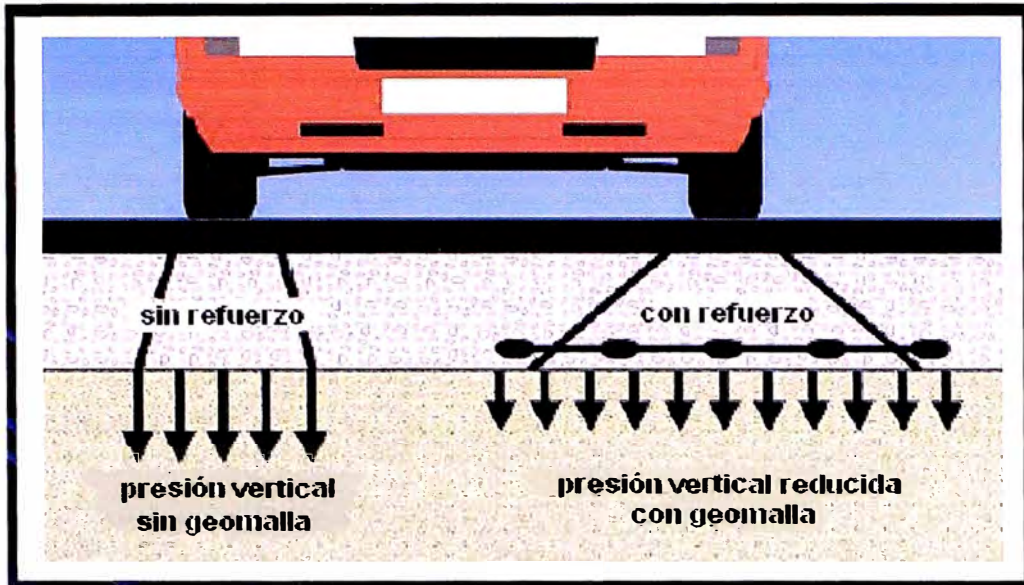


Figura 1.13 En refuerzo de pavimentos

GEOMEMBRANAS

Conocido como “barrera hidráulica”, es una membrana sintética de muy baja permeabilidad usada como barrera o revestimiento de un material geotécnico, para el control de la migración de fluido, en un proyecto, estructura o sistema hecho por el hombre.

Las geomembranas más usadas comercialmente son las poliméricas; las cuales mencionaremos a continuación:

Geomembranas Poliméricas: Láminas relativamente delgadas de materiales poliméricos termoplásticos flexibles tales como:

- ✓ Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
- ✓ Polietileno muy flexible (VFPE)
- ✓ Polivinil Cloruro (PVC)
- ✓ Polipropileno flexible reforzado (RPP)
- ✓ Polipropileno flexible no reforzado (UPP)
- ✓ Polietileno clorosulfonado reforzado (CSPE – R)

POLIMERO	UNIDAD REPETIDA	TIPOS DE GEOSINTETICOS
Polietileno(PE)	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \right]_n$	Geotextiles, Geomembranas Geomallas, Geotubos, Georedes, Geocompuestos
Polipropileno(PP)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array} \right]_n$	Geotextiles, Geomembranas Geomallas Geocompuestos
Cloruro de polivinilo Poli(cloruro de vinilo) (PVC)	$\left[\text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH} \end{array} \right]_n$	Geomembranas Geocompuestos Geotubos

Figura 1.14 Unidades de polímeros utilizadas en la fabricación de geosintéticos

A continuación se mencionará algunas propiedades de los principales polímeros:

a) Polietileno (PE):

- Excelente resistencia química a varias clases de agentes de sustancias químicas.
- Baja preocupación de degradación microbiológica.
- Sensibilidad a la tensión ambiental que se resquebraja en presencia de un agente sensible.
- La oxidación (sobre todo térmica y la fotooxidación) deja la cuestión más crítica y requiere la estabilización material con antioxidantes y estabilizadores UV.

b) Polipropileno (PP):

- Excelente resistencia química.
- No es sensible al rompimiento de tensión ambiental.
- Tiene una mejor resistencia a la reorganización de cadena interna que el polietileno, sobre todo en la alta temperatura.
- Las preocupaciones de degradación microbiológicas son bajas, como es para el polietileno.

- Es muy sensible a la oxidación y también debe ser estabilizado con pigmentos, antioxidantes y/o estabilizadores UV para prevenir la degradación.

c) Polivinil Cloruro (PVC):

- Buena resistencia química a varias clases de sustancias químicas.
- La termo y fotooxidación son preocupaciones y requieren la estabilización material. No es recomendable la exposición material a la alta temperatura.
- La pérdida de plastificantes es la preocupación principal a ser considerada. Hay tres mecanismos básicos para la pérdida de plastificante: volatilización, extracción y ataque microbiológico.

Cuadro 1.1 Densidad, conductividad térmica y eléctrica de diferentes polímeros

Material	Densidad (g/cm ³)	Conductividad térmica (W/Mk)	Conductividad eléctrica (S)
Plásticos	0.9-2.3	0.15-0.5	-----
Polietileno (PE)	0.9-1.0	0.32-.0.4	-----
Polivinil Cloruro (PVC)	1.2-1.4	-----	0.01
Acero	7.8	17.5	5.6
Aluminio	2.7	211	38.5
Aire	-----	0.05	-----

La geomembrana es el geosintético utilizado como barrera impermeable.

Es usada para impedir el paso del agua u otros líquidos de un punto a otro.

- ✓ Para impermeabilización de canales y reservorios.
- ✓ Para encapsular materiales que generen lixiviados tóxicos.
- ✓ Para cubrir materiales y zonas contaminantes.
- ✓ Para aislar cimentaciones del subsuelo.

GEOCOMPUESTOS

Es un geosintético compuesto por una combinación de un geotextil y una geomalla; una geomalla y una geomembrana; o un geotextil, una geomalla, y una geomembrana; o cualquiera de estas tres con otro material (por ej. láminas de plástico, cables de acero o cables de anclaje).

Los geocompuestos pueden ser:

Geocompuestos de Drenaje: Son constituidos por la asociación en fase de producción de una geomanta contenido entre dos capas de geotextil en forma de lámina o de tiras. La geomanta tiene la función drenante y de separación y los geotextiles tiene una función filtrante. (ver figura 1.15).



Figura 1.15 Geocompuestos de drenaje

Geocompuestos de refuerzo: Son estructuras producidas industrialmente, constituidas por un geotextil, que tiene la función de separación y una geomalla con función de refuerzo. (ver figura 1.16).

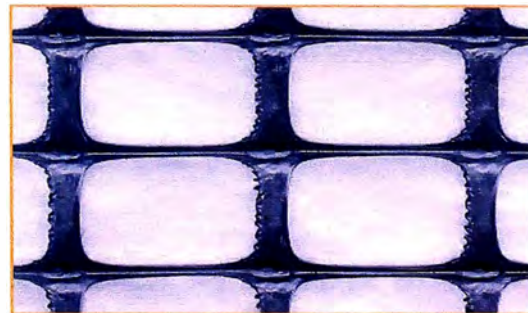
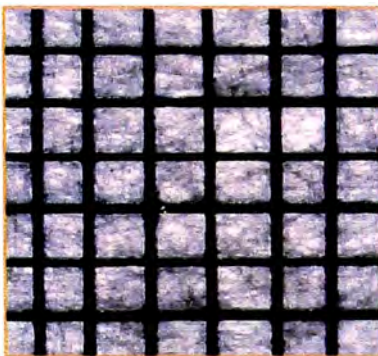


Figura 1.16 Geocompuestos de refuerzo

Geocompuestos de impermeabilización: Son estructuras formadas por productos geosintéticos de los cuales por lo menos uno de los componentes sea una geomembrana. (ver figura 1.17).

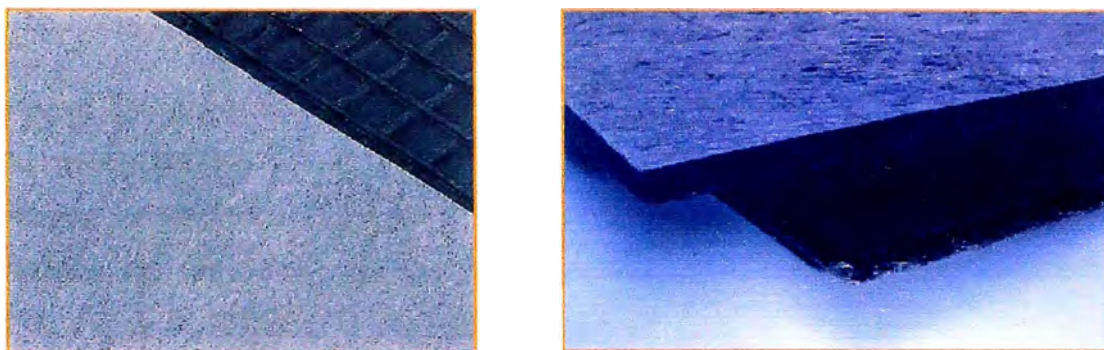


Figura 1.17 Geocompuestos de impermeabilización

1.1.3. Materiales Poliméricos

La gran mayoría de los geosintéticos son fabricados con materiales poliméricos. En general, la estructura y la composición de los polímeros y su comportamiento molecular, influyen en las propiedades físicas, mecánicas y/o hidráulicas del geosintético y, por tanto, en su comportamiento como material de construcción. La palabra polímero proviene del griego poli = muchos y meros = partes.

El polímero es un material de origen orgánico compuesto por moléculas gigantes denominadas macromoléculas o también plásticos. Estos polímeros se forman a partir de moléculas mas pequeñas unidas entre sí mediante enlaces covalentes que reciben el nombre de monómeros.

Son pocos los polímeros los que sirven de base para la fabricación de geosintéticos, destacando los siguientes:

- ✓ Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
- ✓ Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
- ✓ Polipropileno (PP)
- ✓ Poliamida (PA – nylon)
- ✓ Cloruro de Polivinilo (PVC)
- ✓ Poliéster (PET)
- ✓ Poliestireno (PS)

1.2. SISTEMA GEOWEB DE SOPORTE DE CARGA

El Sistema Geoweb de Soporte de Carga consiste en un conjunto de fajas de polietileno conectadas por una serie de cordones de soldadura ultrasónica desfasados, a todo lo ancho de la faja, alineados perpendicularmente al eje longitudinal de las fajas. Al extenderse, las fajas interconectadas forman las paredes de una estructura de confinamiento celular que se puede llenar con material de relleno granular (geoceldas).

Las geoceldas son estructuras en forma de panal con celdas hechas mediante un proceso de extrusión de polietileno (PE) totalmente continuo. La estructura se abre como acordeón y por lo tanto puede ser transportada y almacenada con un mínimo de espacio, y posteriormente abierta durante la instalación creando una serie de celdas interconectadas.

Longitud, Ancho, Densidad y Área Referencial de celdas

Las dimensiones de las celdas de la sección Geoweb variarán dependiendo de su grado de extensión. El cuadro 1.2 muestra las variaciones en las dimensiones y densidad de las celdas.

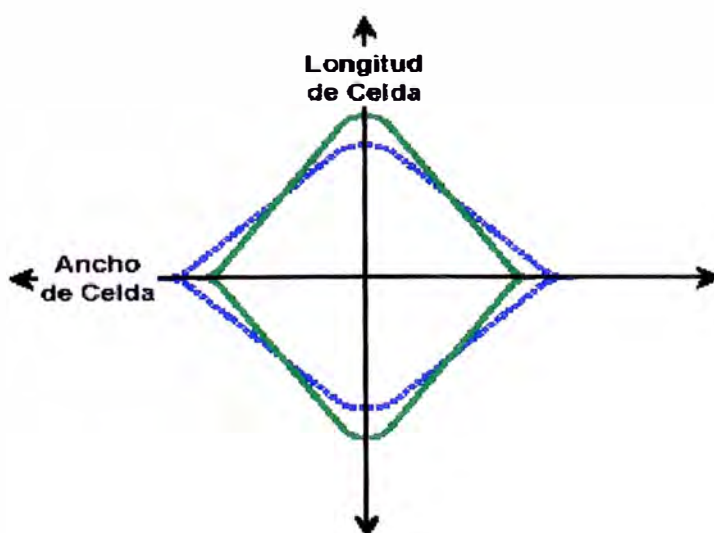


Figura 1.18 Celda Vista de Arriba

Cuadro 1.2 Longitud, Ancho y Densidad de celdas			
Tipo (TT)	Dimensiones Referenciales		Densidad por m2 (yd2)
	Longitud	Ancho	
GW 20V	224mm (8.8 pulg.)	259mm (10.2 pulg.)	34.6 (28.9)
GW 30V	287mm (11.3 pulg.)	320mm (12.6 pulg.)	21.7 (18.2)
GW 40V	475mm (18.7 pulg.)	508mm (20.0 pulg.)	8.3 (6.9)

También la sección de geoweb tendrá una profundidad. (ver cuadro 1.3)

Cuadro 1.3 Profundidad de las celdas				
Profundidad (D) =	200mm	150mm	100mm	75mm

De acuerdo a nuestro diseño, utilizaremos la sección GW30V con una profundidad de 150mm. La figura 1.19 presenta la sección típica de Geoweb.

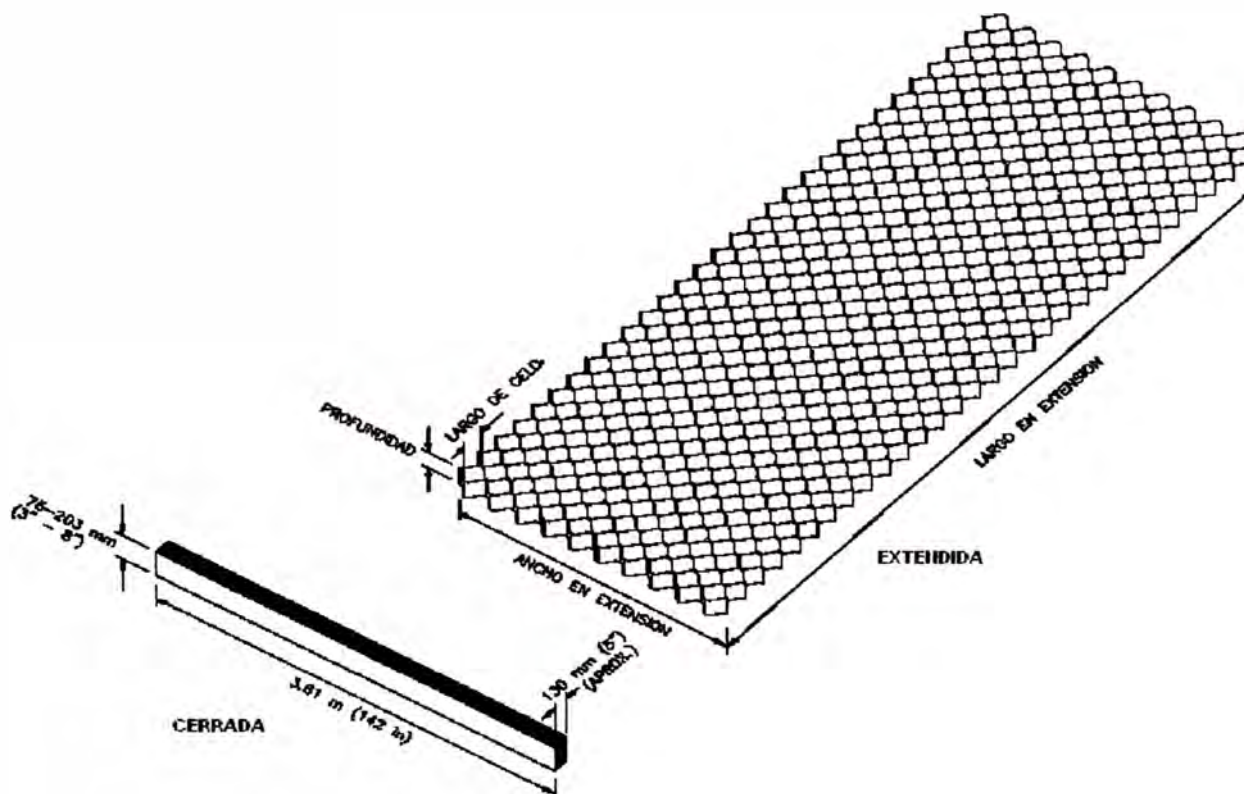


Figura 1.19 Sección típica de Geoweb

1.2.1 Componentes Clave del Sistema Geoweb

Sistema Geoweb Texturizado

Las fajas de polietileno diseñadas con una superficie texturizada, que se utilizan en la fabricación de las secciones de Geoweb aumentan la interacción de fricción entre las paredes de las celdas de Geoweb y los materiales de relleno granular. El aumento de la fricción entre las paredes de las celdas y el relleno proporciona ventajas estructurales en algunas aplicaciones del sistema Geoweb.

En las aplicaciones como soporte de carga, al aumentar la fricción entre las paredes de las celdas y el relleno, aumenta también la resistencia del suelo de relleno a las deformaciones verticales en relación con la estructura celular. En consecuencia, se produce una transferencia más eficiente del esfuerzo vertical a las celdas vecinas. Esto a su vez se traduce en una reducción adicional del esfuerzo vertical sobre la subrasante en comparación con lo que ocurre con las celdas de Geoweb de paredes lisas. Para algunas combinaciones de carga de ruedas y propiedades del material de relleno, la textura de la superficie de polietileno permite el espesor total del pavimento granular en comparación con las celdas de paredes lisas.

Los resultados de las pruebas de corte directo a pequeña y gran escala, sobre rellenos de arena y de piedra con Geoweb texturizado han mostrado que la relación de coeficientes máximos es, el coeficiente de fricción máximo de contacto del Geoweb texturizado dividido por el coeficiente de fricción máximo de contacto del relleno granular en aislamiento, varía entre 0.63 (piedra chancada) y 0.81 (arena gruesa) comparado con 0.64 (piedra chancada) y 0.61 (arena gruesa) con Geoweb liso. Hay que notar que con algunos rellenos de piedra chancada, la textura no aumenta la fricción en la superficie de contacto. No debe confundirse la relación de coeficientes máximos con la relación de ángulos de fricción máximos.

Sistema Geoweb Perforado

Pruebas similares utilizando rellenos de arena y de piedra con el Geoweb perforado han demostrado que las características de fricción en la superficie de contacto son parecidas, o en algunos casos mejores, que con las celdas de Geoweb texturizadas. Específicamente, la relación de coeficientes máximos del

geoweb perforado con relleno de piedra chancada y arena gruesa resultó ser de 0.75 y 0.89 respectivamente. (ver figura 1.20).



Figura 1.20 Celdas de Geoweb perforadas

Estos resultados indican que las paredes de celdas perforadas pueden aumentar la fricción de contacto en forma tan efectiva como las paredes texturizadas. En consecuencia, la capacidad estructural como soporte de carga del sistema Geoweb perforado relleno con algunas arenas o gravas es mayor que con el sistema Geoweb texturizado. Puesto que las perforaciones ofrecen además la ventaja del drenaje lateral, que es particularmente útil sobre subrasantes impermeables, se recomienda el sistema Geoweb perforado para numerosas aplicaciones de pavimento. Los valores del cuadro 1.4 muestran lo ventajoso

Cuadro 1.4 Espesor total de una base de arena gruesa o grava. incluyendo la sección de geoweb						
CBR de Subrasante %	Carga de Ruedas		Celda Lisa	Celda Texturizada	Celda Perforada	Grava no Confinada
	kN	(lbf)				
Espesor Total Relativo de la Base de la Carretera						
0.2	27	(6.000)	32%	28%	27%	100%
	53	(12.000)	59%	25%	25%	100%
	111	(25.000)	72%	23%	23%	100%
	222	(50.000)	80%	22%	22%	100%
0.5	27	(6.000)	46%	40%	40%	100%
	53	(12.000)	43%	38%	37%	100%
	111	(25.000)	40%	35%	34%	100%
	222	(50.000)	38%	33%	32%	100%
1.0	27	(6.000)	58%	54%	54%	100%
	53	(12.000)	55%	49%	48%	100%
	111	(25.000)	52%	45%	44%	100%
	222	(50.000)	49%	43%	42%	100%
2.0	27	(6.000)	81%	81%	81%	100%
	53	(12.000)	65%	58%	58%	100%
	111	(25.000)	59%	52%	51%	100%
	222	(50.000)	60%	52%	51%	100%

que resultan con textura o perforación en las paredes de las celdas.

Materiales de Relleno

Los materiales de relleno para las aplicaciones de soporte de carga con Geoweb deberían siempre ser predominantemente granulares con un tamaño máximo de partículas de 50mm (2 pulg.). Para resultados óptimos, la fracción de finos (materiales que pasan por la malla # 200 - 75µm) no debe ser mayor de 10%. Los suelos con más de 10% de finos son de baja permeabilidad y pierden toda la resistencia cuando están mojados. Los materiales netamente granulares no se ven afectados por las fluctuaciones de humedad pero no son tan estables como los materiales granulares con un contenido de 5% a 10% de finos. Una pequeña fracción de finos aumenta la estabilidad al reducir la relación de vacíos y ligar el suelo.

El sistema Geoweb de confinamiento celular incrementa muy efectivamente la estabilidad de los rellenos granulares de baja calidad tales como arenas y gravas de graduación pobre. Con el confinamiento celular, pueden utilizarse los rellenos granulares de baja calidad como material superficial – o casi superficial – de los caminos de acceso donde la velocidad vehicular es relativamente baja y la comodidad del recorrido no tiene demasiada importancia. Para pavimentos con superficie granular donde las velocidades del recorrido son mayores y se requiere de una superficie de rodadura mas suave, se recomienda el uso de agregados de mayor calidad. Generalmente, estos están constituidos por piedra chancada o gravas con un tamaño máximo de partículas de 40mm (1.5pulg.) y menos de 8% en peso pasando por la malla # 200. Para una durabilidad a largo plazo, la fracción del material grueso del agregado debe tener un desgaste menor de 5% en la prueba de Abrasión de Los Ángeles. La fracción de finos (que pasan la malla # 200) no debe ser mayor que dos tercios de la fracción que pasa por la malla #40, y el límite líquido de la fracción que pasa por la malla #40 no debe ser mayor de 25%. El índice de plasticidad debe ser inferior a 6%.

Subcapa de Geotextil

Cuando se trata de colocar la sección de Geoweb directamente sobre una subrasante de suelo fino o cohesivo, se recomienda generalmente el uso de un geotextil que sirva de separación entre el suelo natural y el relleno granular. Esta separación es importante para evitar la contaminación y pérdida de resistencia al corte del relleno granular y para evitar la penetración o la migración del material

de relleno en la subrasante. Con una capa de geotextil, el material de relleno se encuentra totalmente confinado de todos los lados y al fondo de cada celda.

Cuando el diseño específico requiere de una subbase granular debajo de la sección de Geoweb, puede ser recomendable el uso de un geotextil tejido o no tejido que actúe tanto como separador que como soporte de carga provisional durante la colocación de la capa de subbase. Si la subbase está conformada por material granular con buena compactación, no suele ser necesario el geotextil entre la subbase y el relleno del Geoweb.

Materiales de Superficie

A fin de evitar que se transite directamente encima de las paredes de las celdas del Geoweb, el Manual de Presto Products Company recomienda colocar un espesor mínimo de 50mm (2 pulg.) de revestimiento granular encima del Geoweb. El material superficial será una piedra chancada de graduación densa, resistente a la formación de baches. En el caso de un alto volumen de tránsito, un tratamiento superficial bituminoso puede aumentar la estabilidad de la superficie de rodadura.

Asimismo, si el diseño pide colocar un recubrimiento de concreto asfáltico u otra capa superficial encima de la base de Geoweb rellena, debe haber un espesor de material granular de 25mm (1 pulg.) mínimo encima de las paredes de las celdas para efectos menores de consolidación del material de relleno y a fin de evitar un contacto directo del polietileno con la mezcla caliente de concreto asfáltico.

CAPÍTULO II

ÁSPECTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA GEOWEB

2.1. APLICACIONES DEL SISTEMA

El sistema Geoweb de soporte de carga puede ser aplicado para los siguientes casos:

- ✓ En caminos de acceso de material granular. (nuestro caso).
- ✓ En caminos de acceso de hierba.
- ✓ En pavimentos porosos. (ver figura 2.1).
- ✓ En subbases de pavimentos.
- ✓ En arenas de playas. (ver figura 2.2).
- ✓ En patios de almacenamiento.
- ✓ En rampas para botes.
- ✓ En cimientos ensanchados de muros de contención.
- ✓ En colchones de cimentación.
- ✓ Para estabilización de solera de zanja.
- ✓ En cruces a bajo nivel.

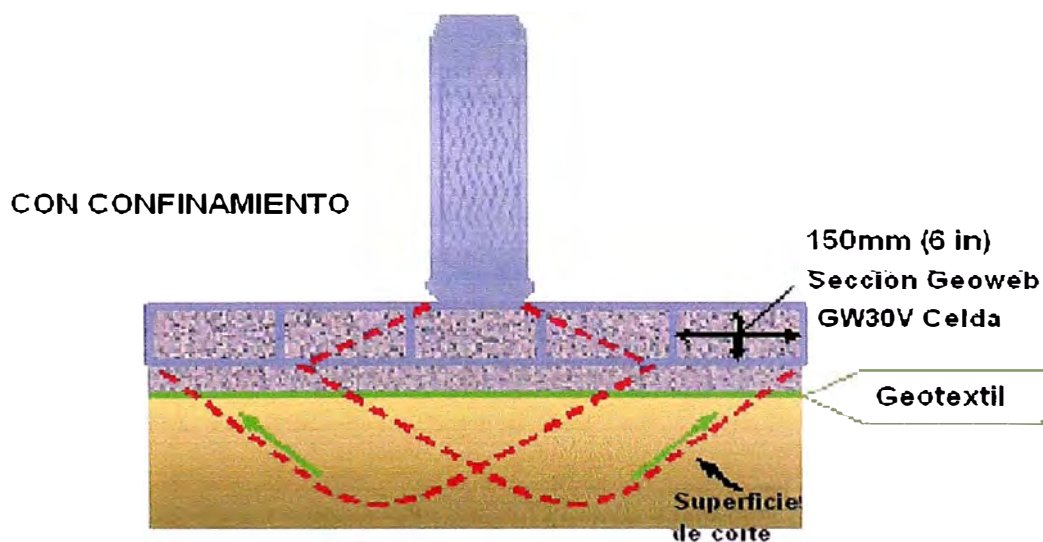


Figura 2.1 Aplicación en pavimentos porosos



Figura 2.2 Uso en arena de playas

2.2. CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL SISTEMA

El sistema Geoweb de confinamiento celular aumenta la resistencia a la deformación bajo cargas de los materiales granulares de relleno gracias a la resistencia tangencial de cada celda, la resistencia pasiva del material de relleno en las celdas adyacentes y la transferencia del esfuerzo vertical a las celdas adyacentes. En comparación con los materiales bidimensionales del refuerzo, la rigidez del sistema tridimensional de Geoweb es mucho mayor y no necesita de una deformación inicial para soportar la carga de diseño.

El sistema Geoweb de confinamiento celular incrementa sustancialmente la resistencia al corte de los rellenos granulares, permitiendo el uso de agregados de menor calidad (por ejemplo: arena, grava) para soportar cargas concentradas que en otra forma requerirían de piedra chancada o mezclas bituminosas para evitar fallas por corte localizadas y cercanas a la superficie. Por otra parte, la estructura celular distribuye las cargas concentradas a las celdas vecinas, reduciendo así el esfuerzo sobre la subrasante directamente debajo de la carga y el espesor total necesario de la estructura.

Componentes del Sistema

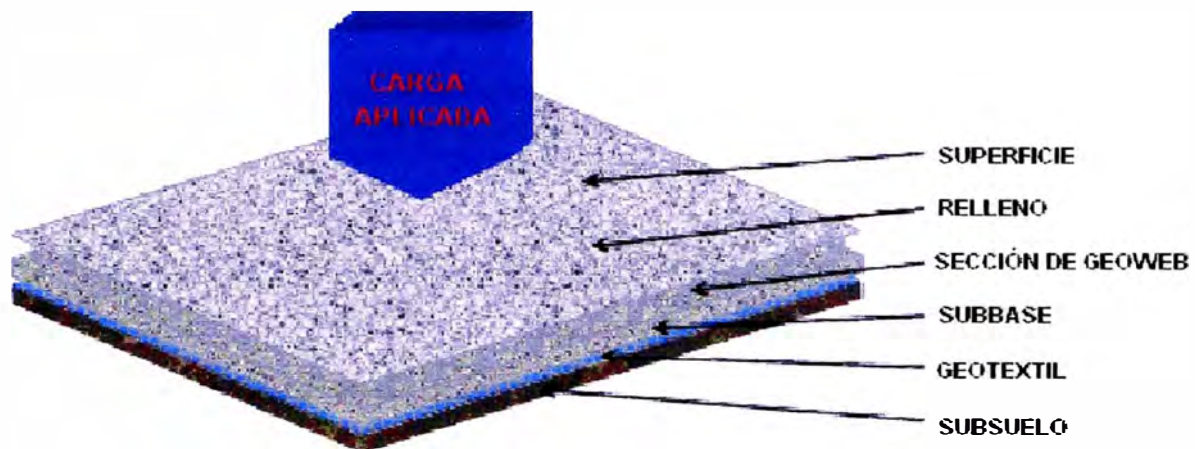


Figura 2.3 Componentes del Sistema Geoweb

El sistema Geoweb de soporte de carga puede ofrecer varias ventajas sobre las soluciones convencionales y sobre otros sistemas alternativos. Cuando intervienen suelos blandos y/o cargas pesadas, el sistema puede reducir los costos al disminuir el espesor necesario. En los casos en que los agregados resultan caros o no son disponibles, el sistema puede reducir los costos al incorporar materiales disponibles localmente. (ver figura 2.4). Como las secciones de Geoweb son muy compactas para el transporte y reducen el espesor total necesario, puede utilizarse una pequeña cantidad de ellas en reemplazo de cargamentos de agregados importados que tienen a veces que transportarse sobre distancias muy largas. Finalmente, cuando se requiere una vida útil del pavimento más extensa y/o poco mantenimiento, el sistema Geoweb asegura la integridad de los materiales granulares de relleno por un tiempo indefinido.



Figura 2.4 Relleno de geoweb con material local

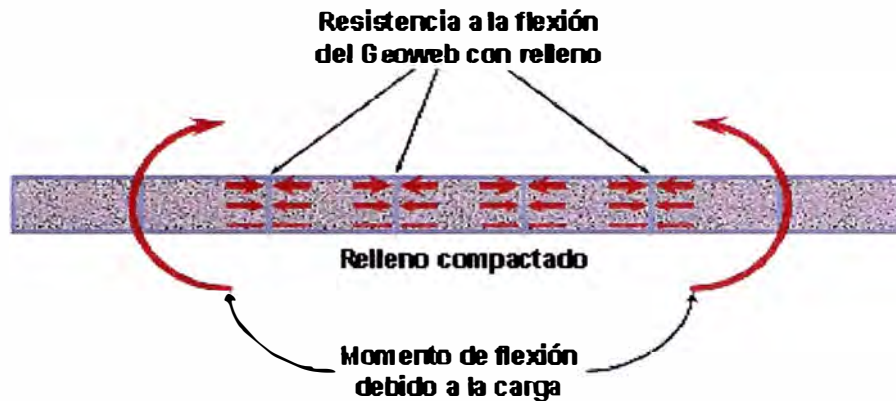


Figura 2.5 Sistema de distribución de carga con relleno compactado

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE SOPORTE DE CARGA

Los problemas de diseño de soportes de carga surgen generalmente cuando:

- ❖ Se encuentran suelos de subrasante blandos,
- ❖ Los suelos superficiales son inestables, (y no se puede conseguir agregados de buena calidad localmente a precio razonable) o,
- ❖ Entran en juego consideraciones de orden estético y/o ambientales.

Problemas de Subrasante Blanda

Se da principalmente en suelos cuyo valor de CBR es menor que 1% (ver figura 2.6), cuya solución convencional sería recortar el suelo existente o diseñar una estructura gruesa; para este tipo de casos se podría tomar en cuenta el sistema geoweb de confinamiento celular para reducir el espesor del pavimento.



Figura 2.6 Caso de subrasante blanda

Las soluciones convencionales, sin uso de Geoweb, para los problemas de subrasantes de suelo blando, incluyen:

- ✓ La excavación del suelo blando y su reemplazo con relleno importado (generalmente granular),
- ✓ La estabilización química del suelo de subrasante, o
- ✓ El diseño de una estructura multicapas gruesa, que puede incluir agregados de alta calidad, concreto asfáltico y/o concreto de cemento Portland.

Las estructuras de pavimento grueso y/o la excavación de un espesor considerable de material no siempre son posibles debido a la presencia de sardineles y de tuberías enterradas en las carreteras existentes.

Problemas de Estabilidad de la Superficie

Se presentan cuando la resistencia al corte de los suelos locales disponibles (por ejemplo arenas y gravas) está por debajo de la mínima requerida para poderlos usar como superficie de rodadura para una carretera de acceso provisional o de bajo volumen de tránsito. Para este tipo de casos, debería considerarse el uso del sistema Geoweb para confinar el material local y compararlo con el costo que significaría traer agregados de mayor calidad. (ver figura 2.7).

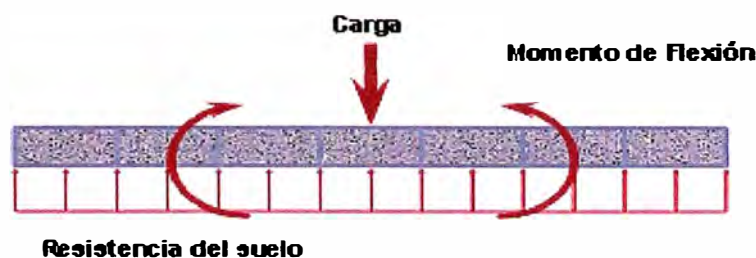


Figura 2.7 Problema de Estabilidad de superficie

También la degradación del agregado y el esparcimiento lateral de la capa de base del pavimento, provocará la formación de baches y falla prematura de la estructura del pavimento aun así la subrasante sea relativamente buena.

Las deformaciones y baches en la capa de base causarán probablemente problemas de mantenimiento y reducirán la vida útil de la estructura del pavimento. La utilización del sistema Geoweb para confinar la capa de base

restringirá totalmente el movimiento lateral que provoca la formación de baches y minimizará la abrasión y el desgaste del relleno de agregados.

Para este problema, existen pocas soluciones convencionales, o tal vez ninguna.

Problemas Estéticos y Ambientales

Si se considerase que una vía de acceso de bajo volumen, recubierta con hierbas es más agradable a la vista que un pavimento de concreto asfáltico, el empleo del sistema Geoweb de confinamiento celular relleno con una mezcla de agregados y tierra vegetal, y recubierto por vegetación, es una solución atractiva. (ver figura 2.8).

Asimismo si fuese necesario un pavimento poroso para la regeneración del agua subterránea, debería definitivamente considerarse el uso del sistema Geoweb de confinamiento celular con un relleno de piedra porosa. Sin embargo, sin confinamiento, los agregados porosos son inestables como materiales superficiales.



Figura 2.8 Relleno de geoweb con tierra vegetal

CAPÍTULO III

ÁSPECTOS OPERATIVOS DEL SISTEMA GEOWEB

3.1. PRESUPUESTO DE OBRA

A continuación se presentará el presupuesto de la obra: Pavimentación de un tramo de vía afirmada con aplicación de geosintéticos equivalente a una longitud de 10.00 metros de largo por 3.50 metros de ancho con superficie de rodadura en afirmado, como parte del proyecto: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb. (ver Anexo IV).

3.2. PARTIDAS DEL PRESUPUESTO

Las partidas a considerarse en el presupuesto son:

- ✓ Limpieza de zona de trabajo
- ✓ Trazo, Nivelación y Replanteo
- ✓ Movilización y Desmovilización de Equipos y Herramientas
- ✓ Construcción de poza de prueba de 1.00m x 1.00m x 1.00m
- ✓ Excavación de zona de trabajo
- ✓ Perfilado y Refine de Corte de Terreno
- ✓ Construcción de Muro de separación (Concreto Ciclópeo)
- ✓ Conformación de Material Degradado
- ✓ Instalación de Geotextil
- ✓ Aplicación de la Geocelda (Subbase)
- ✓ Conformación de capa de 2" de espesor (Material de afirmado)
- ✓ Aplicación de la Geocelda (Base)
- ✓ Conformación Superficie de Rodadura e=2" (Material de afirmado)
- ✓ Ensayos de Laboratorio

3.2.1 Limpieza de Zona de Trabajo

Generalidades

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos,

cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

Medición

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (Ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor.

También se podrá medir en términos generales: Global (Glb) cuando el contrato fuese a Suma Alzada y las áreas a limpiar sean definidas por el Contratista y el Supervisor.

3.2.2. Trazo, Nivelación y Replanteo

Generalidades

Se considera en esta partida todos los trabajos topográficos, planimétricos y altimétricos que son necesarios hacer para el replanteo del proyecto, eventuales ajustes del mismo, apoyo técnico permanente y control de resultados, los cuales se plasmarán en planos o croquis.

La ubicación de las cotas estará referida por un Bench Mark (B.M.) y se hará con el equipo de precisión adecuado.

Los ejes de trazado y puntos de nivel serán señalados en forma permanente, hasta que el ingeniero Supervisor así lo disponga de conformidad con los planos.

Medición

Se realizará de acuerdo al metrado verificado en obra por el supervisor y se medirá por el total en metro cuadrado (m²), así como también podrá ser considerado a suma alzada por unidad global (Glb).

3.2.3. Movilización y Desmovilización de Equipos y Herramientas

Generalidades

Esta partida consiste en el traslado de equipos y herramientas que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

Medición

La movilización se medirá en forma global.

3.2.4. Poza de prueba para degradación de suelo

Generalidades

Consiste en la ejecución de una poza de prueba de 1.00m x 1.00m x 1.00m de profundidad a fin de realizar una simulación para la obtención de un suelo degradado cuyo valor de CBR esté por debajo del 1%. Esta partida, sin embargo, presenta varias subpartidas, por lo que su medición se tratará como si fuese un presupuesto aparte. Las subpartidas son:

Excavación y Perfilado de Poza

Generalidades

Se refiere el excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto. Además se incluye el perfilado que consiste en el perfeccionamiento de la sección de la poza en estudio, en las zonas donde se encuentre en bajo rasante hasta conformar la subrasante, de acuerdo a los niveles y perfiles que se señala en los planos.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado y perfilado en su posición original.

Impermeabilización de la poza

Generalidades

Esta subpartida consiste en la colocación de una sección de plástico en todo el volumen de la poza a fin de impermeabilizarla y evitar que el agua aplicada filtre al terreno natural.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado y perfilado en su posición original.

Relleno Manual con Material Propio

Generalidades

Consiste en la aplicación del material propio, producto de la excavación y zarandeado, por capas de 0.20m. acomodadas, más no compactadas, hasta llegar al nivel de rasante.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado y perfilado en su posición original considerando el factor de esponjamiento.

3.2.5. Excavación de zona de trabajo

Generalidades

Esta partida comprende la excavación con maquinaria pesada del terreno natural existente hasta un nivel – 1.20 metros.

Medición

Se realizará de acuerdo al metrado verificado en obra y se medirá por el total en metro cúbico (m³).

3.2.6. Perfilado y Refine de terreno excavado

Generalidades

Este trabajo consiste en el perfeccionamiento de la sección de la poza en estudio, en las zonas donde se encuentre en bajo rasante hasta conformar la subrasante, de acuerdo a los niveles y perfiles que se señala en los planos.

Medición

Se realizará de acuerdo al metrado verificado en obra y se medirá por el total en metro cúbico (m³).

3.2.7. Construcción de Muro de Separación

Generalidades

Comprende el vaciado de una mezcla de cemento hormigón en la proporción C:H 1:12 que permitirá obtener un área definida de trabajo para recibir el relleno de material degradado.

Medición

Se medirá en metros cúbicos (m^3), procediendo a medir la longitud, altura y ancho de la zona delimitada en el plano.

3.2.8. Conformación de Material Degradado

Generalidades

Consiste en la aplicación del material excavado, el cual mezclado con abundante cantidad de agua nos servirá de subrasante, cuyo valor de CBR deberá ser menor que 1. Asimismo este trabajo incluye la impermeabilización de la zona excavada con la finalidad de que el material se sature.

Medición

Se medirá en metros cúbicos (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado y perfilado en su posición original considerando el factor de esponjamiento.

3.2.9. Instalación de Geotextil de Separación

Generalidades

Comprende la colocación de una subcapa de geotextil que cumplirá la función de separación entre el material degradado ($CBR < 1\%$) y la capa de base compuesta por las geoceldas.

Medición

Se medirá en metros cuadrados (m^2), aproximado al área neta de trabajo más las áreas de las paredes entre el nivel de subrasante y el nivel final de la vía.

3.2.10. Aplicación de la Geocelda (Subbase y Base)

Generalidades

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación de geoweb con relleno de material granular para la ejecución de plataformas de acceso a camiones.

Medición

El método de medición es por metro cuadrado (m^2) de geoweb con accesorios colocado y aceptado por la Supervisión, de acuerdo a las medidas indicadas en los planos y las especificaciones señaladas.

3.2.11. Conformación de capa de 2" de material de afirmado

Generalidades

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto. Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará en carreteras que no van a llevar otras capas de pavimento.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el proyecto o las modificaciones ordenadas por el Supervisor.

El área se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto.

3.3. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

Se presenta el cronograma final de ejecución de obra, así como la programación de la elaboración del expediente técnico grupal. (ver Anexo V).

Dichos cronogramas reflejan las fechas reales de inicio y fin de cada actividad, lo cual no nos favorece ya que por la envergadura del proyecto, éste debió ejecutarse (con la aprobación del expediente técnico y con los recursos a entera disposición) a lo más en 2 semanas (como se proyectó en un principio).

3.4. HERRAMIENTAS Y EQUIPO A UTILIZAR

El rendimiento de la instalación mejora significativamente con la selección apropiada del equipo y herramientas de construcción. La guía siguiente se aplica a la mayoría de los sistemas de Geoweb. En algunos casos, herramientas o equipos especiales pueden brindar ventajas adicionales. (ver cuadro 3.1)

Cuadro 3.1 Herramientas Estándar de Construcción para la instalación de un Sistema Geoweb

Herramientas Manuales	Herramientas Mecánicas	Acabado del concreto	Equipo de topografía
Lampas	Perforadora para servicio pesado	Aplanadora mecánica	Nivel automático
Rastrillos y emparejadores	Sierra circular	Aplanadora manual	Trípode
Combos	Martillo neumático	Badilejos de acero	Sistema de rayos láser
Patas de cabra	Engrapadora	Vibradores	Equipo de comunicación radial
Cuchillas	Grapas	Varillas compactadoras	Estacas
Clavijas, clavos y madera	Generador a gas		Marcadores y pinturas en aerosol
Plantillas	Compresor de aire		Cordeles y nivel de burbuja

Equipo para Excavación y Manipulación de Material

Para la instalación de los sistemas Geoweb, se utiliza normalmente excavadoras convencionales, cargadores frontales y mini-excavadoras, equipados con cucharones de bordes lisos. El relleno de las secciones de Geoweb puede también efectuarse con fajas transportadoras, chutes (canalones) y baldes. En regla general, la rapidez de instalación está en relación directa con la rapidez y eficiencia de la colocación y compactación del relleno.

Equipo de Compactación

Una compactación íntegra del relleno es crítica para el buen funcionamiento de los sistemas de soporte de carga. En el proceso de construcción de un sistema de soporte de carga sobre una subbase muy blanda, puede formarse una ola en el sistema en el proceso de compactación. Si la ola sigue durante la compactación, no se obtendrá una compactación completa. Para remediar a esta situación, el uso de equipo de compactación más liviano es imprescindible.

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación se detallará el procedimiento constructivo del sistema Geoweb de manera generalizada, para después enfocar el tema de una manera más particular.

4.1. PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

4.1.1. Caso General

El alcance y naturaleza de la preparación de la subrasante dependen del tipo de estructura así como de las condiciones del subsuelo.

- ❖ Las carreteras pavimentadas, vías férreas y cimientos estructurales requieren de una graduación precisa, perfilado, y rodillo de comprobación de nivelación de los suelos de subrasante.
- ❖ Es particularmente importante proporcionar el bombeo o peralte adecuado en la etapa de conformación.
- ❖ Para la construcción de un colchón de cimentación, en el caso de subsuelos compresibles extremadamente blandos, el trabajo de preparación de la subrasante se limita generalmente a eliminar la vegetación de mayor tamaño. Generalmente, no se toca la masa de raíces existente.

4.1.2. Caso Particular

Para este caso, se resumirá la preparación de la subrasante de la obra que se ejecutó, como parte del Curso de Titulación, en el Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Resumen

El proyecto Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb consistió básicamente en la ejecución de un tramo de vía de 10m de longitud por 3.5m de ancho con superficie de rodadura en material de afirmado. En principio la longitud total de trabajo fue de 30 metros, los cuales fueron divididos equitativamente para tres (3) grupos, cada uno de ellos con la misión de ejecutar

un pavimento granular empleando en su estructura distintos geosintéticos tales como geomallas, geotextiles y geoceldas, éste último nuestro caso. (ver plano 01 de Anexo II).

Estudio de Suelos

Generalidades

El proyecto busca demostrar que el uso del sistema geoweb de soporte de carga para pavimentos granulares puede resultar técnica y económicamente viable en comparación con métodos convencionales en condiciones extremas de baja capacidad de soporte. Sin embargo, el suelo del sitio propuesto para el proyecto no reúne las condiciones buscadas. Por tal motivo, el estudio de suelos se orienta a generar dichas condiciones (degradar el suelo obteniendo un valor de $CBR < 1\%$) lo que implica realizar la evaluación de las características geotécnicas del suelo del sitio propuesto que nos llevará a un modelo experimental bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Para ello se construirá una poza de prueba de 1.00 m. x 1.00 m. x 1.00 m. cerca al área del proyecto.

Metodología

❖ Trabajo de Campo

Se realizó la evaluación geotécnica para determinar las características físico-mecánicas del suelo del sitio propuesto, empleando diversos métodos de exploración de campo. Se realizó una excavación de 10.21 m. x 3.45 m. x 1.05 m. aproximadamente para la poza de la nueva subrasante generada; pero a su vez esta excavación nos sirvió para establecer tres puntos de control, a los cuales llamaremos calicatas, con la finalidad de evaluar las características del suelo in-situ y tomar muestras para llevar a cabo las pruebas de laboratorio. También, se tomaron muestras de los suelos excavados para los respectivos ensayos de laboratorio. Se buscó que estos suelos excavados se separen en diferentes montículos de acuerdo a sus características similares en función a una inspección visual realizada in-situ. También, se realizaron ensayos in-situ, tanto en la poza de prueba y luego en la poza de la subrasante generada para poder verificar y establecer las correlaciones de algunos valores obtenidos en laboratorio.

❖ Trabajo de Gabinete

Comprende la evaluación de los resultados obtenidos del laboratorio, recopilación y organización sistemática de toda la información de campo y elaboración de planos.

Investigaciones Geotécnicas – 1º Etapa

Para esta primera etapa se han determinado las características físico-mecánicas más representativas del suelo del sitio propuesto a través de métodos de investigación de campo. De la excavación realizada para la poza de la nueva subrasante se tomaron muestras de suelo para llevar a cabo las pruebas de laboratorio y datos de campo para elaborar el perfil estratigráfico del suelo. (ver plano 03 de Anexo II).

• Calicatas

Llamaremos calicatas a los tres puntos elegidos a lo largo la excavación (ver Cuadro 4.1). C-1 y C-3 se encuentran en los extremos y C-2 en el centro (ver plano 02 de Anexo II). De cada punto se ha extraído muestras para los respectivos ensayos de laboratorio.

Cuadro 4.1 Calicatas

Calicatas	Profundidad promedio (m)
C-1	1.03
C-2	1.17
C-3	1.00

• Registros de investigación de los Suelos

De acuerdo a los materiales identificados en las excavaciones de las calicatas se ha elaborado un registro de sondajes donde se indica las características físicas encontradas en los suelos como color, humedad, compacidad, clasificación y simbología gráfica (ver Anexo III).

• Determinación de la Profundidad del Nivel Freático

Durante la excavación de la poza para la nueva subrasante en el área en donde se construirá el pavimento granular no se ha detectado la presencia de

filtraciones ni el nivel freático de las aguas subterráneas; se sospecha que esta se encuentra a cotas inferiores.

- **Ensayos de Laboratorio**

Con las muestras disturbadas extraídas de las calicatas de exploración se determinó las características físico-mecánicas del suelo del sitio propuesto, los resultados determinaron la gradación y por consiguiente la clasificación SUCS. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Geotécnico del Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería, bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M), que se describen a continuación:

❖ Contenido de humedad	ASTM D-2216
❖ Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
❖ Límite Líquido	ASTM D-423
❖ Límite Plástico	ASTM D-424

- **Clasificación de Suelos**

Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de los estratos encontrados en la excavación, considerados como representativos del área del proyecto, han determinado la clasificación de suelos según SUCS permitiendo elaborar la sección de los suelos encontrados en el terreno (ver planos 05 y 06 de Anexo II). En general los materiales encontrados en el suelo del sitio propuesto, de acuerdo a la clasificación SUCS, se mencionan a continuación:

- ❖ SC = Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
- ❖ CL = Arcillas arenosas con arcillas de baja plasticidad.
- ❖ SW = Arenas gravosas bien gradadas con pocos finos
- ❖ GP = Mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos

Los reportes de los ensayos de laboratorio correspondientes se encuentran en el Anexo III. El Cuadro 4.2 resume los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

Cuadro 4.2 Resultados de los Ensayos de Laboratorio

Calicatas	Muestras	Contenido de	Límite Plástico	Límite Líquido	Índice Plástico	Clasificación SUCS
		Humedad (%)				
C-1	M-1	1.58	15.79	24.58	8.79	CL
	M-2	1.58	16.15	26.24	10.09	CL
	M-3	1.06	N.P.	N.P.	N.P.	SC
C-2	M-1	1.14	19.42	29.98	10.55	SC
	M-2	1.23	17.6	23.01	5.4	CL-ML
	M-3	0.55	N.P.	N.P.	N.P.	SC
C-3	M-1	1.28	16.38	22.6	6.22	CL-ML
	M-2	1.05	12.5	20.65	8.15	SC
	M-3	0.56	N.P.	N.P.	N.P.	SW

- Perfil del suelo

Según las investigaciones de campo se ha encontrado tres estratos de diferentes tipos de suelos localizados en el terreno del proyecto.

Estrato Superior, suelo superficial formado básicamente por arenas arcillosas o mezclas de arena y arcilla. Dentro de la clasificación SUCS viene a ser un SC. Son arenas con finos representados por arcillas de baja plasticidad, contenido de humedad intermedio, de consistencia intermedia con algunas partes sueltas, presenta a todo lo largo del tramo una potencia homogénea. Representa un volumen en corte de 8.50 m³ aproximadamente. Algunas características físico-mecánicas de este estrato se pueden apreciar en el cuadro 4.2 para los valores correspondientes a la muestra M-1. (ver plano 03 de Anexo II).

Estrato Intermedio, suelo formado básicamente por arcillas arenosas con arcillas de baja plasticidad y en ciertos sectores se observan arcillas limosas. Dentro de la clasificación SUCS viene ser un CL. Contenido de humedad intermedio, de consistencia densa, muy compacto. Este estrato posee la mayor potencia en

comparación con los otros dos. Representa un volumen en corte de 21.11 m³ aproximadamente. Algunas características físico-mecánicas de este estrato se pueden apreciar en el cuadro 4.2 para los valores correspondientes a la muestra M-2. (ver plano 03 de Anexo II).

Estrato Inferior, suelo formado en la parte inicial y central del tramo por arenas gravosas bien gradadas con pocos finos que dentro de la clasificación SUCS vendría a ser un SW; y en la parte final del tramo con mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos que vendría a ser un GP dentro de la clasificación SUCS. Presenta un contenido de humedad bajo y consistencia suelta. Representa un volumen en corte de 7.21 m³ aproximadamente. Algunas características físico-mecánicas de este estrato se pueden apreciar en el cuadro 4-02 para los valores correspondientes a la muestra M-3. (ver plano 03 de Anexo II).

Investigaciones Geotécnicas – 2º Etapa

En esta segunda etapa se ha realizado la implementación del suelo de baja capacidad portante. Para ello, se seleccionaron los suelos obtenidos de la excavación para ser utilizados ya sea como material para la subrasante, subbase o relleno. Luego se construyó la poza de prueba, y en función de los resultados obtenidos del laboratorio para los materiales obtenidos de la excavación se realizaron los correspondientes ajustes para establecer las condiciones controladas de humedad y densidad del modelo, luego se realizaron los ensayos de campo de verificación y los ensayos finales de laboratorio que determinarán las características físico-mecánicas del material que se utilizará como subrasante. Finalmente, se implementó la subrasante de acuerdo a las condiciones encontradas en la poza de prueba y se realizaron los últimos ensayos de campo y laboratorio de verificación. (ver fotografías 7, 8, 9, 10 y 11 de Anexo I).

- Materiales obtenidos de la excavación

De la primera etapa, hemos obtenido tres tipos de suelos que los utilizaremos de la siguiente manera:

- ❖ Los suelos finos del estrato superior e intermedio en la obtención del suelo de baja capacidad portante. Es decir, utilizaremos la mezcla de ambos para la poza prueba y, por ende, en la generación de suelo

degradado. Se tomaron muestras de estos suelos excavados para los respectivos ensayos de laboratorio.

- ❖ Los suelos de grano grueso del estrato inferior, posiblemente, podrían utilizarse como material de subbase y/o material de relleno de los paneles de geoweb que constituirán el mejoramiento estructural de la subrasante de baja capacidad portante.

- **Ensayos de Laboratorio**

Con las muestras mezcladas de los suelos finos obtenidos de la excavación se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- ❖ Relación de Soporte de California (CBR) ASTM D-1883-87
- ❖ Proctor Modificado - Método "A" ASTM D-1557-78
- ❖ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- ❖ Límite Líquido ASTM D-423
- ❖ Límite Plástico ASTM D-424
- ❖ Contenido de humedad ASTM D-2216
- ❖ Peso Específico Relativo de Sólidos ASTM D-854

- **Análisis de los Resultados**

En el Cuadro 4.3 se resumen todos los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados.

Cuadro 4.3 Resultados de los Ensayos de Laboratorio

Ensayo de Compactación y Valor Relativo de CBR

Muestra	MDS (gr/cc)	OCH (%)	CBR al 100% MDS (%)	CBR al 95% MDS (%)
M-1	2.16	9.00	5.00	4.00

Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg

Muestra	Límite Plástico	Límite Líquido	Índice Plástico	Clasificación SUCS
M-1	23.40	32.89	9.49	SC

Contenido de Humedad y Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs)

Muestra	Contenido de Humedad	Gs
M-1	3.74	2.70

El valor encontrado para el CBR de las muestras ensayadas resulta relativamente alto sabiendo que buscamos un valor menor del 1% para el CBR, debido que éstas son condiciones críticas de soporte de carga. Por tal motivo, se asumió un valor de densidad seca menor igual a 1.80 gr/cc para el cual se tuvo que determinar el valor correspondiente del CBR y del contenido de humedad. Para ello se trabajó con las gráficas de relación humedad – densidad y compactación – CBR generando una tercera gráfica que resulta de las proyecciones de las curvas a valores de densidad seca y CBR menores respectivamente. Esta gráfica se presenta en el Anexo III y los resultados se indican en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Resultados obtenidos del Anexo III

Densidad Seca (gr/cc)	Contenido de Humedad (%)	CBR (0.10") (%)	CBR (0.20") (%)
1.80	15.60	0.85	1.55

Por otro lado, se puede verificar de los otros ensayos realizados que el suelo presenta similares características físico-mecánicas obtenidas en las correspondientes investigaciones geotécnicas de la primera etapa.

Los reportes de los ensayos de laboratorio se adjuntan a continuación del Anexo III.

- Determinación de las condiciones de humedad y densidad en la poza de prueba

La poza de prueba consistió en una excavación de 1.00 m. x 1.00 m y 1.00 m. de profundidad construida cerca al área del proyecto. Se impermeabilizarán las paredes y el fondo para generar condiciones de permeabilidad nula en los límites y escaso drenaje. Además, se establecerán condiciones saturadas de humedad y se asumirá una densidad seca de 1.80 gr/cc. Con estas condiciones y los valores de las propiedades físicas indicados en el Cuadro 4.5 se realizaron los cálculos para la obtención del volumen de agua a colocar para lograr la saturación del volumen del material colocado en la poza. Se colocaron cuatro (04) capas de 0.20 m., realizándose los controles de densidad por capas. Se agregó el volumen de agua calculado y se esperó 24 horas para que la humedad se uniformice en toda la masa del suelo colocado. Se realizaron los ensayos de penetración in-situ con dos presurómetros y se tomó la densidad de campo con la muestra del anillo. Finalmente, se tomaron muestras inalteradas para los ensayos de CBR y compresión simple no confinada. De este último se obtienen el esfuerzo último (q_u) y la resistencia al corte sin drenaje (c).

Estos últimos resultados de estos ensayos representan los parámetros geotécnicos para el diseño del pavimento granular con el sistema geoweb de soporte de carga. El resumen de estos resultados de los ensayos de laboratorio realizados se indica en el Cuadro 4.5. Los reportes de los estos ensayos de laboratorio realizados se presentan en el Anexo III.

Cuadro 4.5 Parámetros Geotécnicos para el Diseño

Suelo o Material	CBR (%)	q_u (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)
Subrasante	0.30	2.69	1.345

- Implementación de la subrasante de baja capacidad portante

Con las mismas condiciones y características modeladas en la poza prueba se procedió a implementar la subrasante de baja capacidad portante. La colocación de capas y los controles respectivos se hicieron de forma similar a lo ejecutado en la poza de prueba en una profundidad aproximada de 1.00 m. Se tomaron densidades de campo de las muestras de tres anillos. También se realizaron los ensayos para verificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo colocado. El resumen de los ensayos de laboratorio realizados para esta parte del estudio se presenta en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Resultados de los Ensayos de Laboratorio

Suelo o Material	Densidad Seca (gr/cc)	Contenido de Humedad (%)	Gs	Clasificación SUCS
Subrasante	1.75	3.15	2.66	CL

Se puede verificar que los resultados son muy similares a los obtenidos anteriormente. Con los resultados del Cuadro 4.6 se calculó el volumen de agua para saturar el suelo colocado. Los reportes de los ensayos se presentan en el Anexo III.

Luego se realizó sondajes de Penetración Dinámica Ligera (DPL) que a través de la relación existente entre el CBR y el Índice de Penetración Dinámico se verificó el valor del CBR utilizado para el diseño del pavimento granular.

- Perfil del suelo

Finalmente, el perfil del suelo que se ha generado para la cimentación del pavimento granular se presenta de la siguiente manera:

Estrato Superior, suelo superficial formado por mezclas de arenas arcillosas y arcillas de baja plasticidad. Condiciones de humedad saturadas, suelo confinado con impermeabilidad en sus límites, drenaje casi nulo, de consistencia blanda y en algunas partes suelta. Presenta a todo lo largo del tramo una potencia homogénea de 0.80 m. aproximadamente.

Estrato Intermedio, está representado por el material geosintético utilizado para impermeabilizar la poza.

Estrato Inferior, suelo formado por mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos. Presenta un contenido de humedad bajo y consistencia suelta.

- **Determinación de la Profundidad del Nivel Freático**

De acuerdo a las condiciones saturadas en la que se encuentra el suelo generado podemos suponer que el nivel freático se encuentra a profundidades muy cercanas a la superficie.

Proceso Constructivo

Poza de Prueba para degradación de suelo

- ✓ Se procede a la excavación de la poza de dimensiones 1.00m x 1.00m x 1.00m.
- ✓ Se perfilan las paredes a fin de obtener un modelo de superficie regular.
- ✓ Se procede al impermeabilizado con plástico con la finalidad de que la saturación del modelo experimental no se vea afectada.
- ✓ De acuerdo a los cálculos realizados y mostrados líneas arriba, se procede al relleno manual de la poza por capas de 0.20m solo acomodadas y al saturamiento respectivo.

Subrasante de obra

- ✓ Inicialmente se procede a la limpieza del terreno, la cual incluye el desbroce y limpieza del terreno natural en el área que ocupa la obra del proyecto y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.
- ✓ Seguidamente se realiza el trazo, nivelación y replanteo del área de trabajo, la cual para nuestro caso abarca 3 etapas: para la excavación, para el relleno y para el pavimento. En todas las etapas, los trabajos topográficos se realizaron con un Nivel topográfico, una mira, una Estación Total y una wincha de 5m.

- ✓ Se procede a la excavación del terreno para la degradación de la subrasante. Para este trabajo se utilizó un Cargador Frontal CATERPILLAR Modelo 966G Series II, el cual cortó hasta el nivel -1.20m.
- ✓ Culminada la excavación con máquina, se procede al perfilado y al refine de las paredes de la zanja de manera manual.
- ✓ Como se mencionó anteriormente, la longitud total de trabajo es de 30m., los cuales fueron divididos para 3 grupos en tramos de 10m; para lo cual se construyó 2 muros de concreto ciclópeo que sirvieron como separación de áreas de trabajo.
- ✓ Cada muro de separación tiene las siguientes dimensiones: 3.45m de largo, 1.20m de alto y 0.50m de espesor; para la ejecución de estos muros se procedió a su respectivo trazo, seguido del encofrado realizado con tablas y soleras de madera tornillo, para su posterior vaciado con un concreto ciclópeo.
- ✓ De acuerdo al diseño del pavimento, se procede al relleno manual del material a fin de conformar la subrasante con un valor de CBR < 1%, según el estudio de suelos detallado líneas arriba.

4.2. COLOCACIÓN DEL SISTEMA GEOWEB

4.2.1. Caso General

Preparada la subrasante, el siguiente paso es colocar la capa de geotextil.

Subcapa de Geotextil

En la mayoría de las aplicaciones de soporte de carga, se especifica una capa separadora de geotextil a nivel de subrasante. De ser necesaria, esta capa de separación resulta crítica para el buen funcionamiento del sistema de soporte de carga.

- Asegurar que se respete el traslape mínimo entre las secciones de geotextil.
 - El geotextil puede también funcionar como medio de drenaje lateral. En esos casos, se requiere de un material geocompuesto o geotextil grueso no-tejido.
- Para construir estructuras de Geoweb sobre suelos blandos compresibles, se utilizan geotextiles de alta resistencia. En algunos casos, pueden ser necesarias juntas precosidas en lugar de traslapes.

Colocación de Secciones Geoweb

A continuación se presentan varias alternativas de colocación:

Alternativa 1:

Extender la sección de Geoweb en la posición que le corresponde y anclarla con estacas (ver figura 4.1).

Alternativa 2:

Extender y llenar manualmente las celdas perimetrales seleccionadas antes del llenado con maquinaria (ver figura 4.2).

Alternativa 3:

Generalmente, el uso de marcos tensores (bastidores) se recomienda únicamente para aplicaciones bajo el agua o en áreas sumamente frías.

Estirar y acomodar la sección de Geoweb sobre las clavijas de un bastidor del tamaño adecuado. Voltrear el bastidor y ubicar la sección para llenarla de material. Cuando la sección está llena, sacar el bastidor y repetir el proceso (ver figura 4.3).

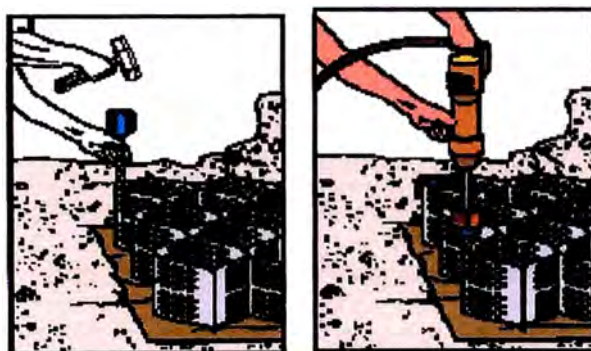


Figura 4.1 Anclaje con estacas



Figura 4.2 Llenado de celdas perimetrales



Figura 4.3 Utilización de Marco tensor (bastidor)

Conexión de Secciones Geoweb

Verificar que cada sección Geoweb esté estirada a las dimensiones correctas.

- Intercalar los lados y colocar frente a frente los extremos de las secciones adyacentes, asegurándose de que la cara superior de las secciones adyacentes estén a nivel.
- Amarrar con grapas cada una de las celdas intercaladas y alineadas (ver figura 4.4).



Figura 4.4 Engrapado neumático

Colocación y Compactación del Relleno en el Geoweb

Colocar el relleno dentro de las celdas estiradas, con equipo adecuado tal como un cargador frontal o una excavadora. (ver figura 4.5 y figura 4.6).

- Limitar la altura de caída del material de relleno a un máximo de 1 m (3 pies).
- Llenar en exceso las secciones de Geoweb hasta por lo menos 50 mm. (2 pulg.) encima de las paredes celulares antes de circular encima o de compactar.

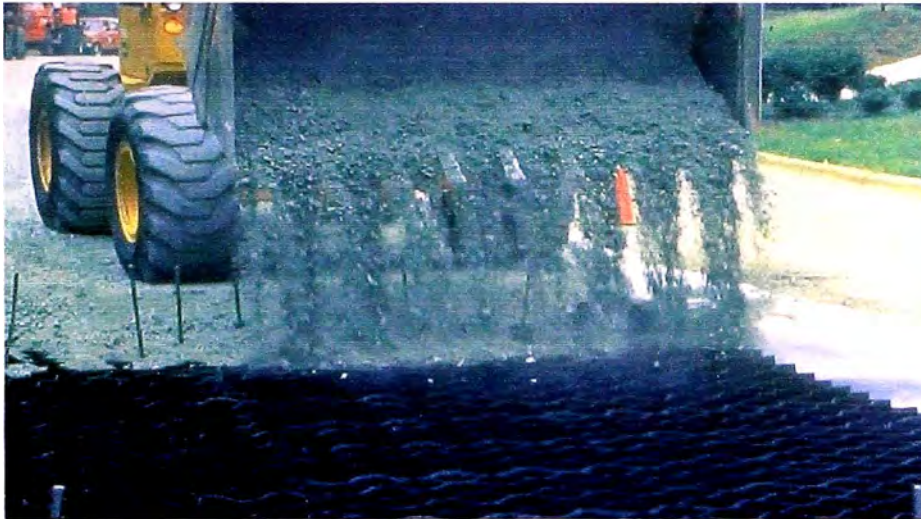


Figura 4.5 Colocación de relleno con cargador frontal

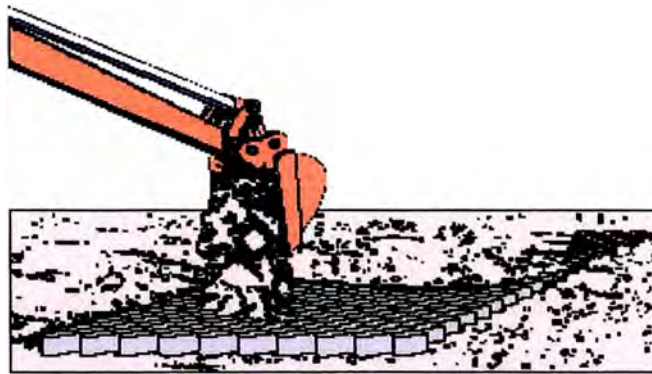


Figura 4.6 Colocación de relleno con excavadora

- Compactar el material de relleno a la densidad especificada, con un equipo de compactación convencional (ver figura 4.7).



Figura 4.7 Compactación del relleno

Después de terminada la instalación, asegurarse de que se mantenga en todo momento una capa mínima de agregados de 10mm. (0.4 pulg.) encima de las paredes de las celdas del Geoweb. Esta capa superficial de agregados sueltos debe ser nivelada y recibir un mantenimiento permanente.

4.2.2. Caso Particular

Trabajos Previos a la Instalación

- Habilitación del acero corrugado de 3/8" de diámetro, doblado en forma de "C" con una longitud efectiva de 3.00m. y un doblado al inicio y final de 0.15 m. (ver plano 07 de Anexo II).
- Habilitación de los chutes ya sea de madera o de cualquier otro material que sea adecuado para desarrollar este trabajo.
- Habilitación de las secciones de las geoceldas a utilizar de acuerdo al plano 10 de Anexo II.

PASO 1

Excavar o rellenar la subrasante hasta las pendientes, niveles y dimensiones indicadas en los planos de construcción. (ver fotografías 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14 y 15 de Anexo I y ver plano 04 de Anexo II).

PASO 2

Verificar que el suelo de subrasante satisfaga los requerimientos de resistencia del diseño.

PASO 3

Colocar el geotextil no tejido sobre la subrasante. (ver fotografías 16 y 17 de Anexo I).

PASO 4

Extender la geocelda ya modulada e ir colocando los fierros doblados en forma de "C" (ver plano 07 de Anexo II), las geoceldas serán extendidas hasta alcanzar

las medidas establecidas en el plano de distribución. (ver fotografía 18 de Anexo I y ver plano 11 de Anexo II).

PASO 5

Luego utilizando los chutes se procede al llenado de las geoceldas con material granular, las cuales servirán como lastres para poder retirar los fierros y nuestra geocelda se quede en su forma expandida. (ver fotografías 19, 20 y 21 de Anexo I).

PASO 6

Se procede a ejecutar lo mismo del paso 4 pero con la salvedad que tenemos que asegurarnos que esta geocelda debe estar engrapada a la anterior ya instalada, (ver plano 07 y 08 de Anexo II) y así sucesivamente hasta alcanzar la totalidad del área de trabajo.

PASO 7

Una vez terminado el tendido de la geocelda procedemos el llenado con material granular según una numeración establecida (ver plano 09 de Anexo II), el material se colocará aproximadamente 50mm (2 pulg.) por encima de la geocelda, la cual será compactada levemente con un pisón de mano.

PASO 8

Para la capa que vendría a ser la base confinada con geoweb, procedemos con los mismos pasos 4, 5 y 6, para el llenado ya no se utilizara la cuadrícula, se procederá directamente con lampas y los chutes, en cuanto a la compactación se realizará con una plancha vibratoria. (ver fotografías 22, 23 y 24 de Anexo I).

CAPÍTULO V

PROTOCOLOS Y CONTROLES DE CALIDAD

Antes de la instalación del sistema Geoweb en todo proyecto, se deberá verificar las condiciones óptimas del producto a utilizar. Por esto es necesario exigir los certificados de calidad así como las especificaciones técnicas de las geoceldas. De igual manera durante la instalación del sistema Geoweb, es importante llevar un control y efectuar protocolos de calidad, los cuales se verán mas adelante.

5.1. CERTIFICADO DE FABRICACIÓN

El fabricante deberá haber obtenido un certificado de registro, el cual demuestre que su Gerencia de Control de Calidad para su sistema de confinamiento celular Geoweb (la geocelda) se adecua actualmente a los estándares de calidad del ISO 9002. El alcance del registro ISO 9002 deberá ser para todo el proceso de fabricación del producto del sistema de confinamiento celular Geoweb desde la llegada de los materiales en bruto (resinas) al producto terminado. El registro ISO 9002 obtenido, será comprobable proporcionando una copia del certificado del registro continuo actualizado una vez requerido por el cliente mediante comunicación escrita.

En el marco de la norma de calidad ISO, el fabricante compilará, llevará el registro, y proporcionará con la orden de cada cliente o con cada lote de producción, los valores reales certificados de lo siguiente:

1. Número de Lote de la Resina (para diferenciar de los demás lotes)
2. Densidad de la Resina (valor que podrá variar entre 0.935 y 0.965 g/cm³ para el caso del polietileno, polímero comercial por excelencia en la fabricación de las geoceldas.)
3. Contenido de Negro de Carbón (ensayo que determina algunas características de la resina tales como absorción de rayos UV y la conductividad y cuyo valor promedio podrá oscilar entre 1.5 y 2% en peso.)
4. Espesor de Lámina
5. Resistencia a Corto Plazo de las Uniones al Desgaste Superficial
6. Resistencia a Largo Plazo de las Uniones al Desgaste Superficial - (a) ó (b)

- (a) Método de la caja caliente durante 7 días.
- (b) Método a temperatura ambiente durante 30 días.

En ambos casos (a corto y largo plazo), la resistencia de las uniones será uniforme a todo lo ancho de la celda. (ver figura 5.1). La resistencia promedio al desgaste superficial de las uniones será:

- 2840 N para la celda de 200mm (8 pulg.) de profundidad.
- 2130 N para la celda de 150mm (6 pulg.) de profundidad.
- 1420 N para la celda de 100mm (4 pulg.) de profundidad.
- 1060 N para la celda de 75mm (3 pulg.) de profundidad.

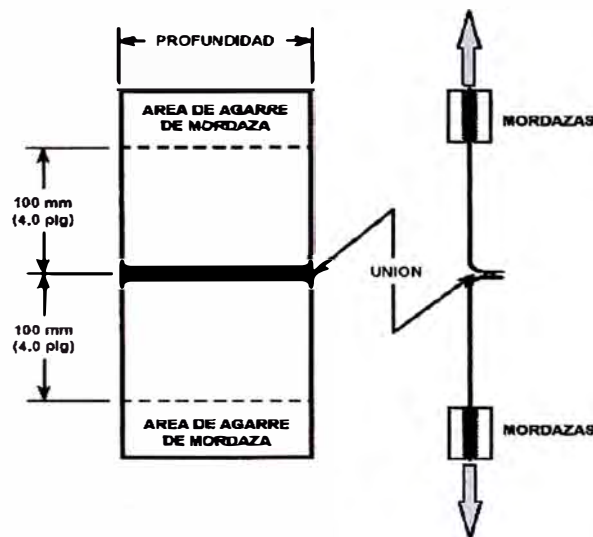


Figura 5.1 Ensayo de resistencia al desgaste superficial

5.2. CERTIFICADO DEL PRODUCTO

El fabricante proporcionará un certificado de cumplimiento con todos los ensayos aplicables y las especificaciones correspondientes a pedido escrito del cliente. El certificado se solicitará a más tardar en la fecha de colocación del pedido.

5.3. GARANTÍA DEL PRODUCTO

El fabricante garantizará que tanto el material como la fabricación de cada sección del sistema Geoweb de confinamiento celular que entrega están libres de defectos en el momento de la fabricación. La responsabilidad del fabricante bajo la presente garantía consiste exclusivamente en entregar al punto de destino final, sin cargo alguno a su cliente, el repuesto para cualquier sección de

Geoweb que haya resultado defectuosa bajo condiciones normales de uso y servicio durante un período de 10 años a partir de la fecha de embarque por el fabricante.

5.4. COMPOSICIÓN DEL GEOWEB

Polietileno – Estabilizado con Negro de Carbón

El polietileno utilizado en la fabricación de fajas para Secciones de Geoweb tendrá una densidad de 0.935 a 0.965 g/cm³ (58.4 a 60.2 lb/pie³), ensayado bajo norma ASTM D1505, la cual determina la densidad por la “columna de densidad” (mediante este método se usa una columna larga de cristal que contiene líquido que varía desde densidad alta al fondo a baja densidad a la cima).

El polietileno utilizado en la fabricación de fajas para secciones de Geoweb tendrá una Resistencia al Agrietamiento por Acción del Medio Ambiente (ESCR – Environmental Stress Crack Resistance) de 3000 horas, ensayado bajo norma ASTM D1693, la cual describe la falla acelerada de un material polimérico debido a la acción combinada de exposición ambiental y tensión.

Se utilizará negro de carbón como protección contra la luz ultravioleta. El contenido de negro de carbón será de 1.5% a 2% en peso y se obtendrá mediante adición de un portador con contenido certificado de negro de carbón. El negro de carbón será distribuido homogéneamente en el material.

El fabricante pondrá a disposición del cliente – previo solicitud - el certificado de densidad de polietileno proporcionado por el fabricante de resinas y el ESCR. El fabricante certificará el porcentaje de negro de carbón.

Polietileno – De color y estabilizado con HALS

El polietileno utilizado en la fabricación de fajas para Secciones de Geoweb tendrá una densidad de 0.935 a 0.965 g/cm³ (58.4 a 60.2 lb/pie³), ensayado bajo norma ASTM D1505.

El polietileno será de color(es) (Marrón, Verde, otros). Los colorantes serán de metales no pesados. El colorante será distribuido homogéneamente en el material.

Se utilizará un Estabilizador Bloqueador de Luz en base a Aminas (HALS) como protección contra la luz ultravioleta. El contenido de HALS será de 1.0% en peso

y se obtendrá por la adición de un concentrado de HALS certificado. El HALS será distribuido homogéneamente en el material.

El fabricante pondrá a disposición del cliente – previo solicitud - el certificado de densidad de polietileno proporcionado por el fabricante de resinas y el ESCR.

5.5. PROPIEDADES Y ENSAMBLAJES DE LAS FAJAS

5.5.1. Fajas / Celdas Perforadas

Las fajas utilizadas en la fabricación de Secciones de Geoweb tendrán un espesor de 1.27mm -5% $+10\%$ (50 mil -5% $+10\%$), antes de cualquier modificación de su superficie. Las fajas de polietileno tendrán una superficie texturizada y perforada.

Comportamiento: El ángulo máximo de fricción entre la superficie del plástico perforado y texturizado y una arena silícica #40 a una densidad relativa de 100% no podrá ser menor que el ángulo máximo de fricción de la arena silícica aislada sometida a la prueba del corte directo según norma ASTM D 5321. Las perforaciones restarán un total de $13.8\% \pm 2.1\%$ del área de las paredes de celdas.

Material: La textura de la superficie consistirá en una serie de indentaciones romboidales (en forma de diamante). La densidad superficial de las indentaciones romboidales será de 22 - 31 por cm^2 (140 - 200 por pulg^2). El espesor de la lámina texturizada será de $1.52\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ (60 mil ± 6 mil)1 determinado bajo norma ASTM D5199. Las perforaciones consistirán en hileras horizontales de huecos de 10mm (0.391 pulg.) de diámetro. Las perforaciones en cada hilera estarán a una distancia entre centros de 19mm (0.75 pulg.). Horizontalmente estarán escalonadas y separadas 12mm (0.50 pulg.) entre centros. La distancia mínima entre el borde de la faja y el borde de la perforación más cercana será de 8 mm (0.312 pulg.) mientras que la distancia mínima entre el eje de la soldadura por punto y el borde de la perforación más cercana será de 38mm (1.5 pulg.) mínimo. (ver figura 5.2).

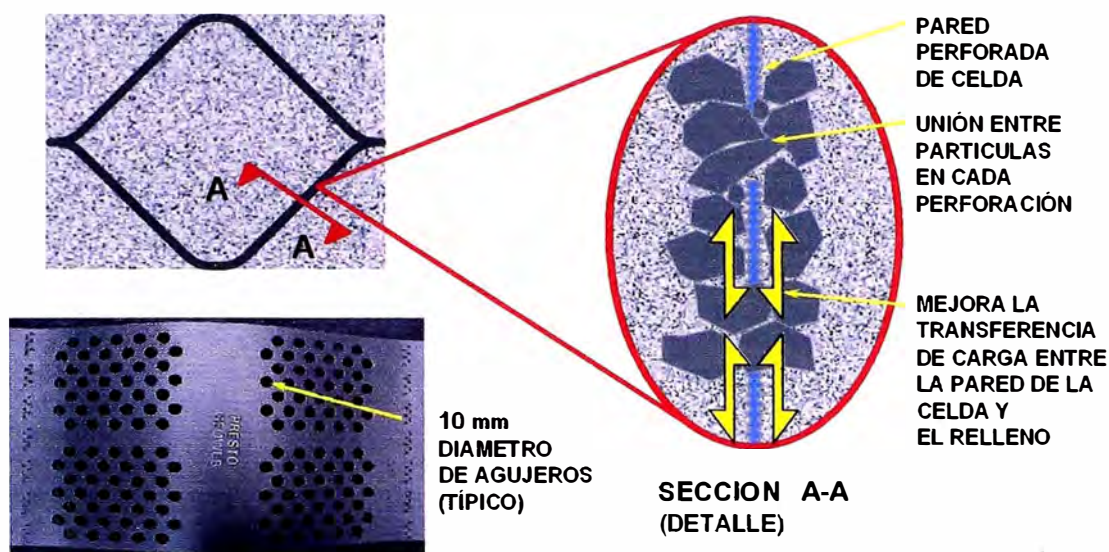


Figura 5.2 Caso de celda perforada

5.5.2. Faja / Celda Texturizada sin perforar

Las fajas utilizadas en la fabricación de Secciones de Geoweb tendrán un espesor de 1.27mm -5% $+10\%$ (50 mil -5% $+10\%$), antes de cualquier modificación de su superficie. Las fajas de polietileno tendrán una superficie texturizada.

Comportamiento: El ángulo máximo de fricción entre la superficie del plástico perforado y texturizado y una arena silícica #40 a una densidad relativa de 100% no podrá ser menor que el ángulo máximo de fricción de la arena silícica aislada sometida a la prueba del corte directo según norma ASTM D 5321.

Material: La textura de la superficie consistirá en una serie de indentaciones romboidales (en forma de diamante). La densidad superficial de las indentaciones romboidales será de 22 - 31 por cm^2 (140 - 200 por pulg^2). El espesor de la lámina texturizada será de 1.52mm $\pm 0.15\text{mm}$ (60 mil ± 6 mil) determinada bajo norma ASTM D5199. (ver figura 5.3).

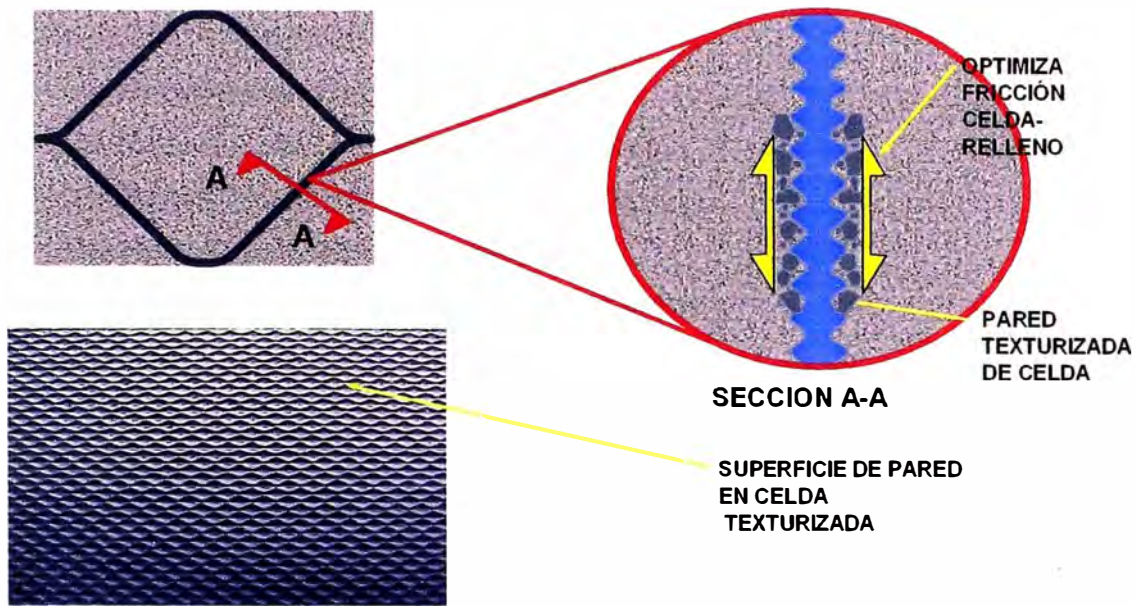


Figura 5.3 Caso de celda texturizada

5.5.3. Ensamblaje

Las secciones Geoweb de celdas serán fabricadas utilizando fajas de polietileno de longitud y con un ancho igual a la profundidad de las celdas. Las fajas de polietileno serán conectadas por medio de soldaduras de punto sobre todo el espesor, alineadas perpendicularmente al eje longitudinal de la faja. El espaciamiento entre soldaduras se observa en el cuadro 5.1. El ancho del charco de fusión de la soldadura ultrasónica no será mayor de 25mm (1.0 pulg.).

Cuadro 5.1 Longitud de las fajas y espaciamiento entre soldadura

Tipo de celda	GW20V	GW30V	GW40V
Longitud de faja	3.61m (142 pulg.)	3.61m (142 pulg.)	3.61m (142 pulg.)
Espaciamiento entre soldaduras	358mm (14 pulg.)	445mm (17.5 pulg.)	711mm (28 pulg.)

5.6. PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD

Se presenta el formato del protocolo de buena ejecución que se usará en obra (ver Anexo VI), el cual incluye:

- ❖ Verificación del CBR de Subrasante.
- ❖ Verificación de Trabajos Topográficos.
- ❖ Verificación del Geotextil de Separación.
- ❖ Verificación de las Geoceldas.
- ❖ Verificación de la colocación del sistema.
- ❖ Verificación del sistema de seguridad.

Dicho protocolo servirá para dar por iniciado la colocación del sistema geoweb y lo realizará el Ingeniero de Control de Calidad, asimismo será visado por el Supervisor de Seguridad y aprobado por el Supervisor de obra.

CONCLUSIONES

1. Para un mismo caso de tres segmentos de vía en los cuales se utilizó tres diferentes tipos de geosintéticos (geomallas, geotextiles y geoceldas) con las mismas condiciones geotécnicas y de diseño, se comprobó que la vía mejorada con geoceldas trabajó mejor que los otros dos (geomallas y geotextiles) a nivel de subbase y base. Esto quiere decir que para casos prácticos reales en donde la urgencia de habilitar una vía con una bajísima capacidad portante se hace posible gracias al sistema Geoweb.
2. La simplicidad de la colocación del sistema hace que se ahorren costos innecesarios en mano de obra calificada.
3. Asimismo la relación beneficio costo es mayor debido a que la vía puede ser construida y habilitada en pocos días (para un tránsito provisional de urgencia) sin necesidad de invertir en un monto mayor por movimiento de tierras (excavación y eliminación del material con un valor de CBR <1%).
4. Definitivamente el empleo de geosintéticos en las obras de Ingeniería Civil se presenta como una excelente alternativa a las técnicas tradicionales de diseño y construcción, motivando que las nuevas generaciones de ingenieros civiles sigan investigando acerca de otros productos similares a los geosintéticos.

RECOMENDACIONES

1. Para una situación crítica donde las condiciones geotécnicas de una vía no sean las mejores y que además se quiera obtener resultados inmediatos, lo más recomendable sería utilizar el sistema geoweb de soporte de carga.
2. En suelos con problemas de subrasante blanda y cuya solución convencional sería recortar el suelo existente o diseñar una estructura de pavimento gruesa, se podría tomar en cuenta el sistema geoweb de confinamiento celular para reducir el espesor del pavimento.
3. El empleo del sistema geoweb relleno con una mezcla de agregados de la zona (cero costo en material de préstamo) y tierra vegetal, puede ser una solución atractiva si se quiere tener una vía de acceso mas agradable estéticamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guido, Vito A. and Sotirakis, N. Chirstou; Bearing Capacity and Settlement Characteristics of Geoweb – Reinforced Earth Slabs, EEUU, 1988.
2. Kazerani, G. and Jamnejad, G., Polymer Grid Cell Reinforcement in Construction of Pavement Structures, EEUU, 1987.
3. Koerner, Robert M., Designing with Geosynthetics, Prentice Hall, EEUU, 1986.
4. Presto Products Company, Manual del Sistema Geoweb de Soporte de Carga, EEUU, 2000.

ANEXOS

ANEXO I

FOTOGRAFIAS



Foto 1. Realizando labores de limpieza de terreno



Foto 2. Zona de trabajo demarcada



Foto 3. Inicio de corte de terreno con maquinaria pesada



Foto 4. Primera pasada del cargador y el consecuente acarreo del material excavado



Foto 5. Zona excavada y señalizada



Foto 6. Trabajos de perfilado y refine de paredes de zanja



Foto 7. Zarandeo de material a fin de usarlo posteriormente como relleno



Foto 8. Material producto del tamizado



Foto 9. Poza de prueba excavada



Foto 10. Impermeabilizado de la poza de prueba



Foto 11. Ensayos de campo en poza de prueba



Foto 12. Construcción del muro de separación de zonas de trabajo



Foto 13. Nótese nuestra zona de trabajo impermeabilizado y con una primera capa de relleno



Foto 14. Colocación de material de relleno



Foto 15. Relleno sobresaturado con un CBR<1%



Foto 16. Colocación del geotextil de separación sobre el material de relleno



Foto 17. Comprobación física que el material de relleno sobresaturado tenía un valor de $CBR < 1\%$



Foto 18. Colocación de la geocelda sobre el geotextil. Nótese la inclusión de estacas de hierro corrugado a fin de extender la sección de geocelda



Foto 19. Las estacas se van retirando a medida que se rellenan con material las celdas de los extremos



Foto 20. Llenado de las geoceldas con material de afirmado. Por la envergadura de la obra solo se usó mano de obra con sus respectivos equipos



Foto 21. El empleo de tablas de madera que sirvan de superficie para trabajar es muy importante, ya que se evita dañar las secciones de geoweb



Foto 22. Compactación de la capa de afirmado con plancha vibratoria



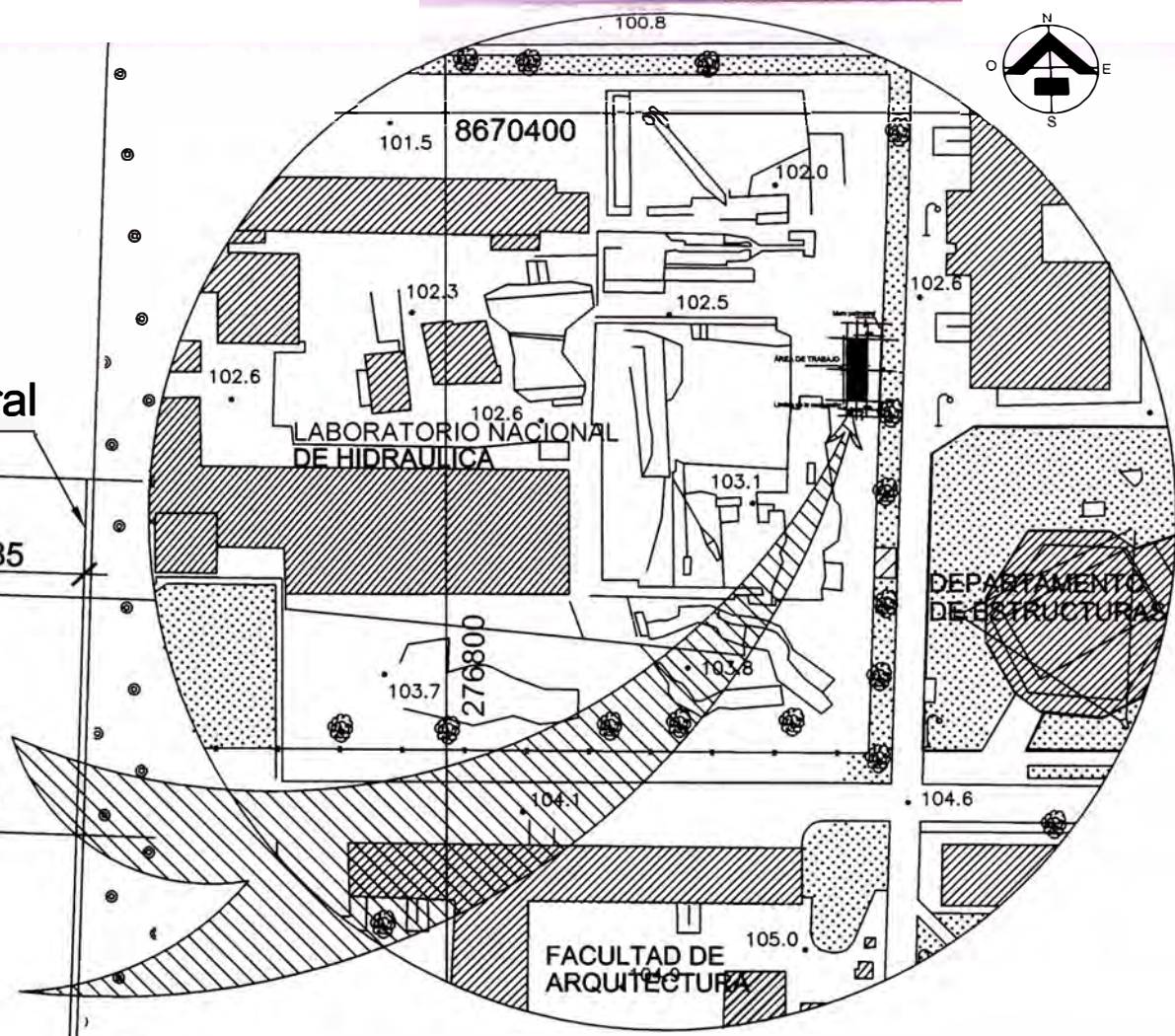
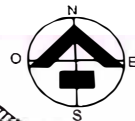
Foto 23. Vía afirmada culminada con la aplicación del sistema geoweb



Foto 24. Otra vista de la obra terminada

ANEXO II

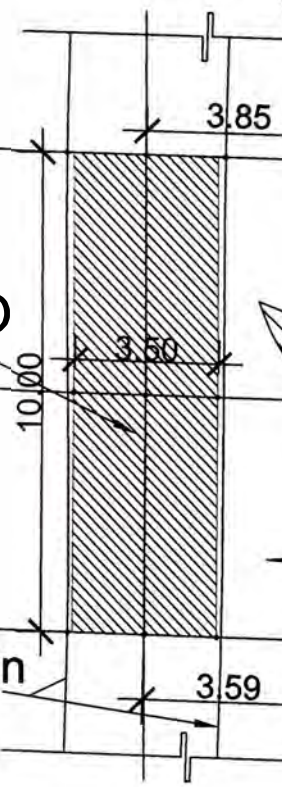
PLANOS



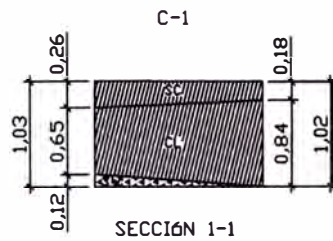
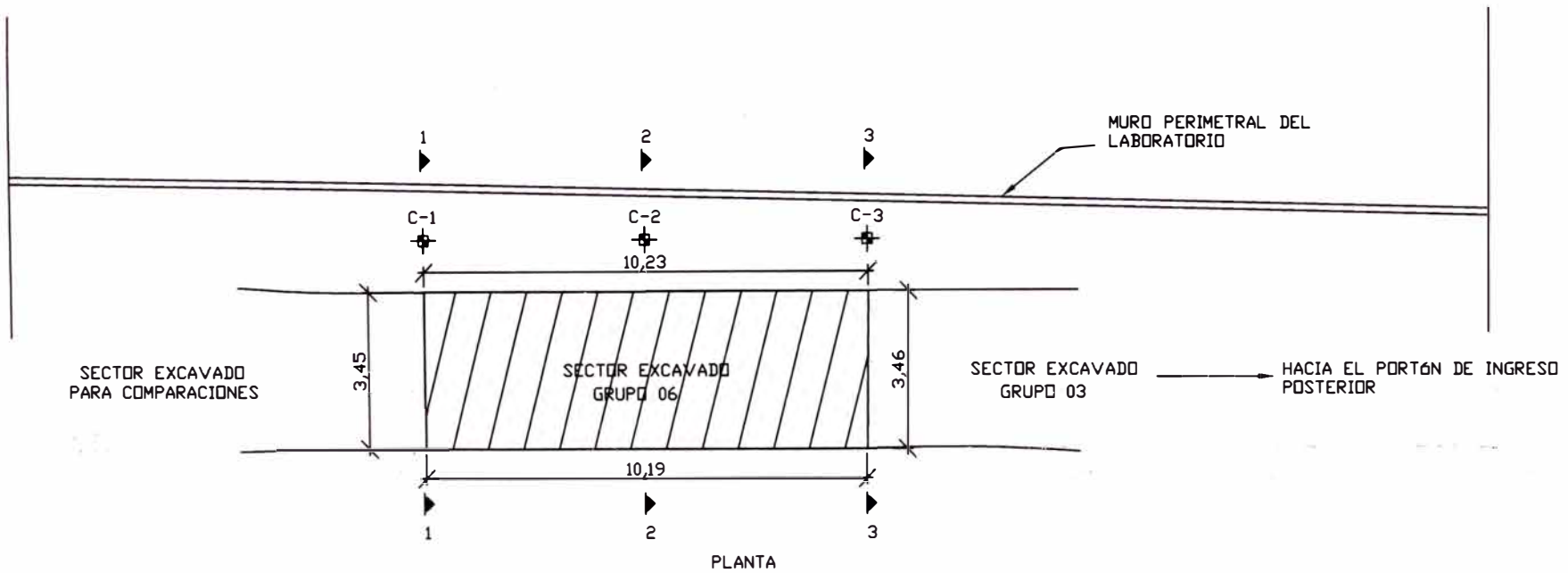
Muro perimetral

ÁREA DE TRABAJO

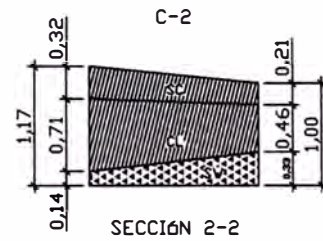
Límites de la excavación



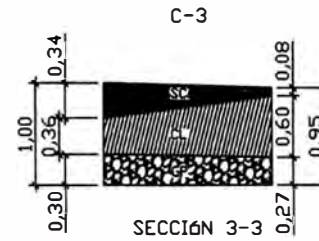
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006		
TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB		
PLANO: UBICACION	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA	
ESCALA: S/E	REALIZADO POR:	GRUPO # 6
		01



Área SC = 0,76 m²
 Área CL = 2,57 m²
 Área SW = 0,21 m²

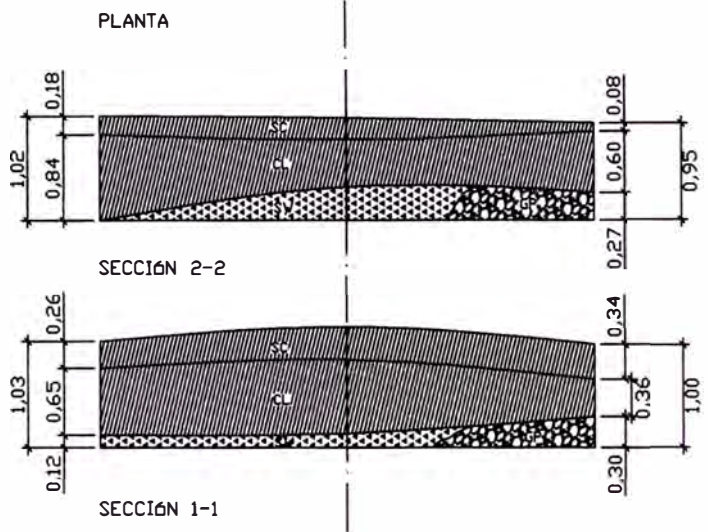
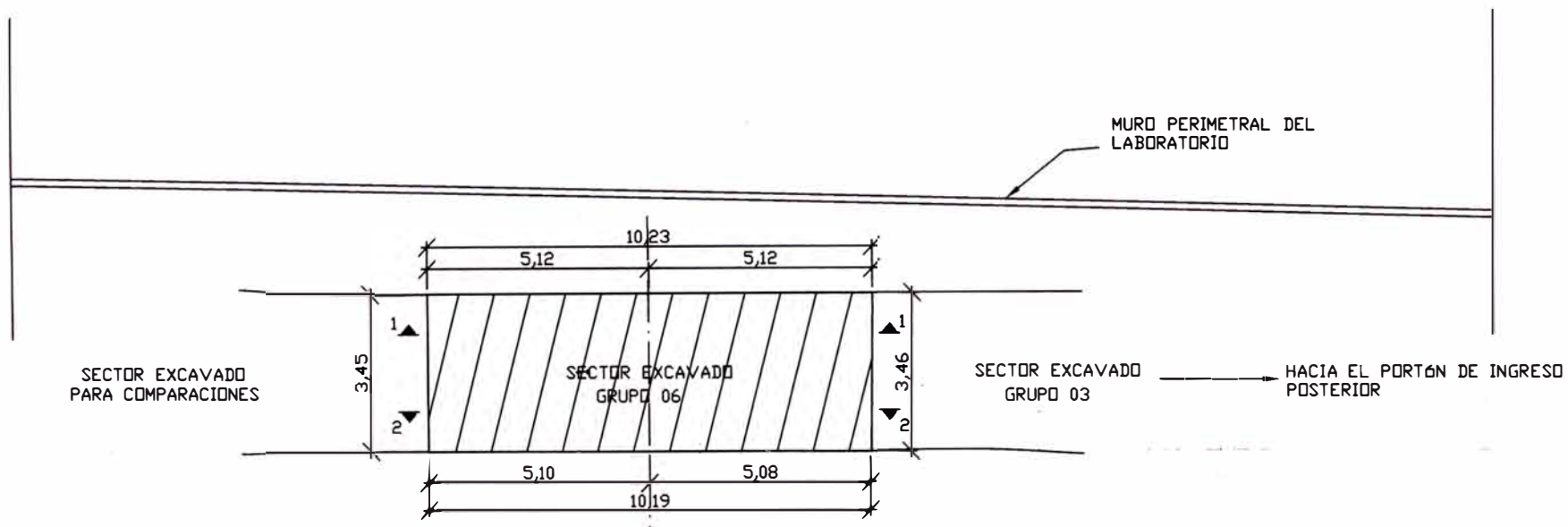


Área SC = 0,92 m²
 Área CL = 2,02 m²
 Área SW = 0,81 m²



Área SC = 0,73 m²
 Área CL = 1,66 m²
 Área SP = 0,99 m²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
CURSO DE TITULACIÓN 2006 PROYECTO: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB	
PLANO: CALICATAS PLANTA, SECCIONES Y ÁREAS	
FECHA: MAYO, 2007	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
ESCALA: S/E	REALIZADO POR: GRUPO N° 6

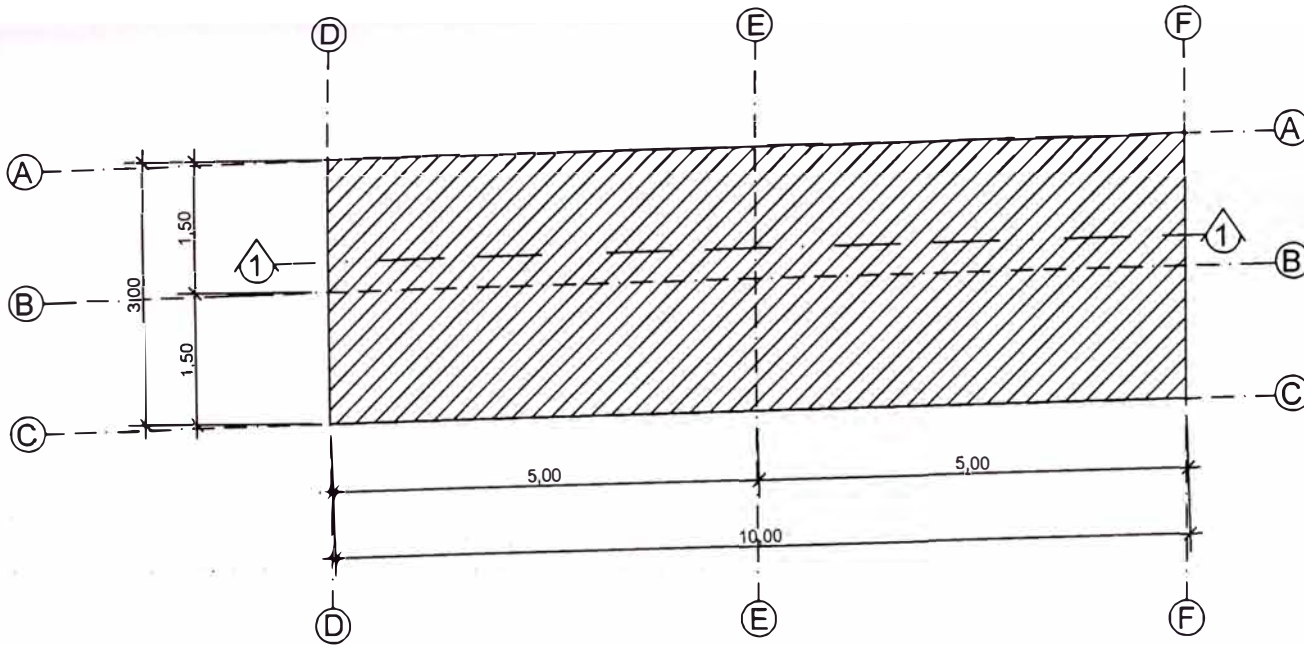


Volumen SC = 8,50 m³
 Volumen CL = 21,11 m³
 Volumen SW-GP = 7,21 m³

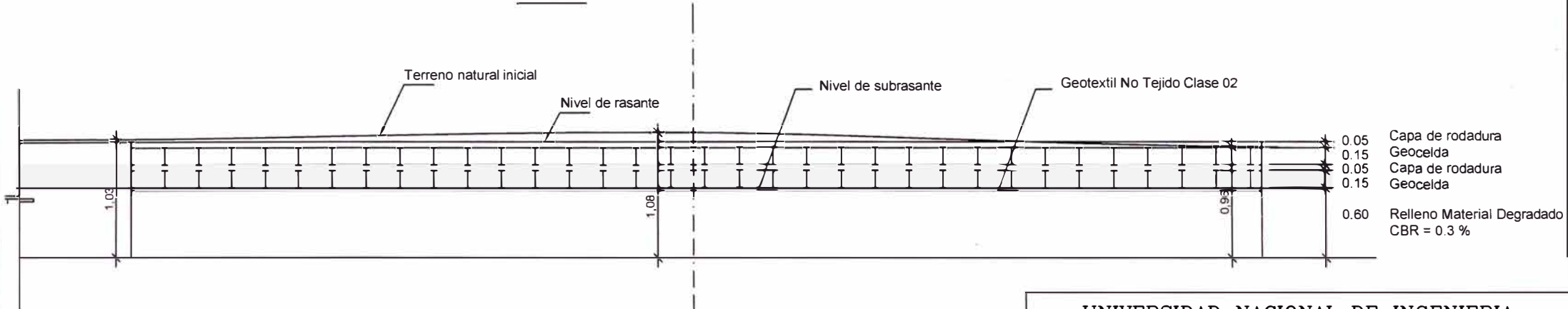
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
CURSO DE TITULACIÓN 2006 PROYECTO: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB	
PLANO: PERFIL ESTRATIGRÁFICO PLANTA, SECCIONES Y VOLUMENES	
FECHA: MAYO, 2007	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
ESCALA: S/E	REALIZADO POR: GRUPO N° 6

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Cu : Resistencia al Corte de la Subrasante 8.60 KPa
- Nc : Coeficiente de capacidad de carga basado en el volumen de transito de diseño 2.8
- P : Carga de la rueda de diseño 90 Kn
- p : Presion de contacto 620



PLANTA



CORTE 1 - 1

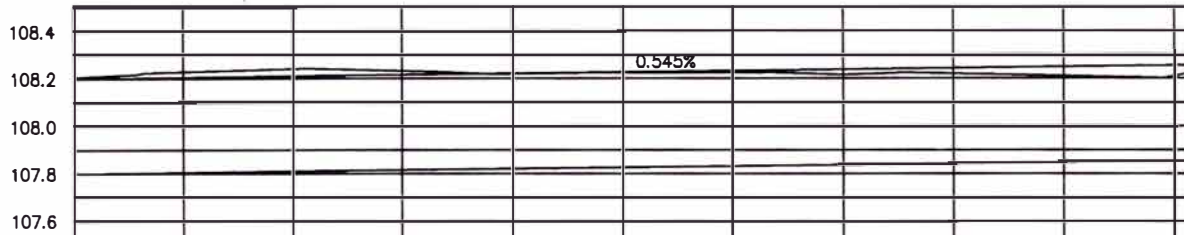
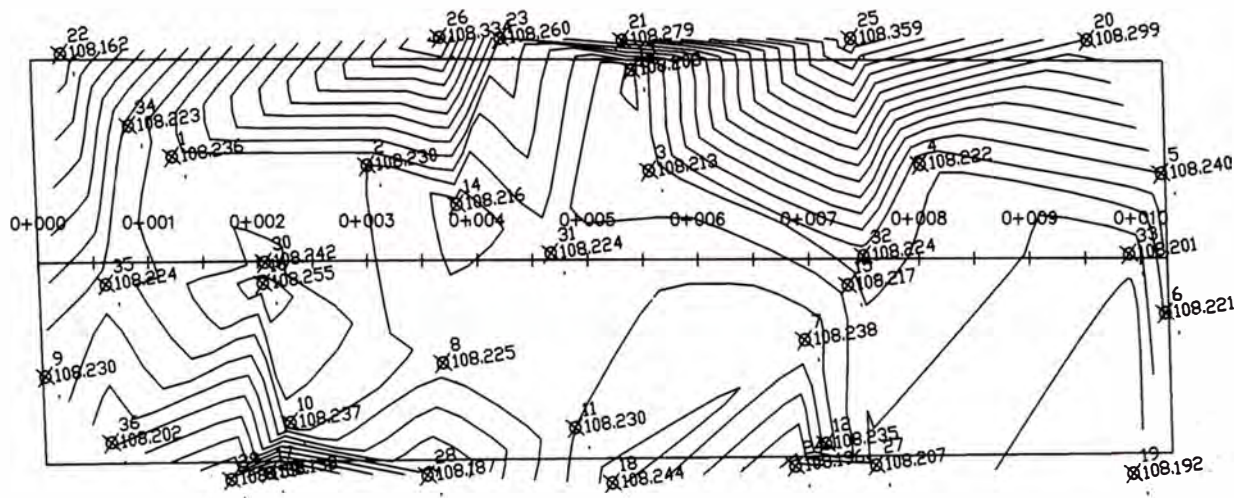
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: **CURSO DE TITULACION 2006**

TEMA: **MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB**

PLANO: **PLANTA GENERAL** | LUGAR: **LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA**

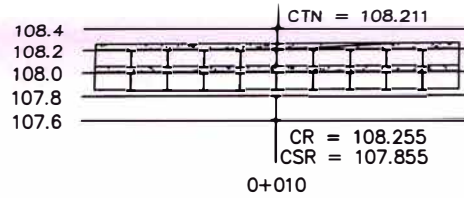
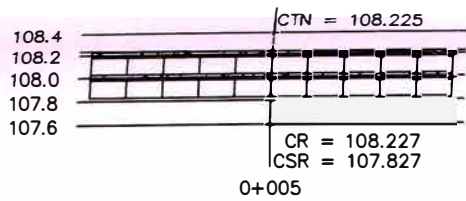
ESCALA: **S/E** | REALIZADO POR: **GRUPO # 6** | **04**



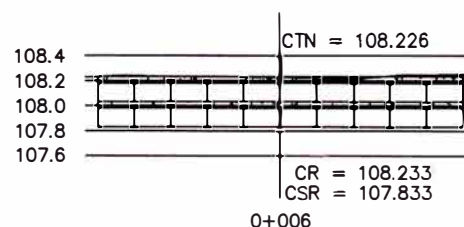
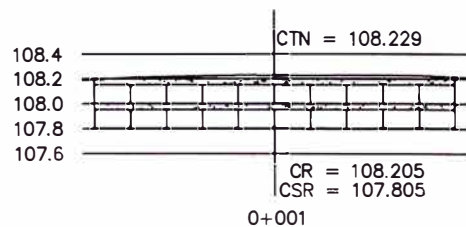
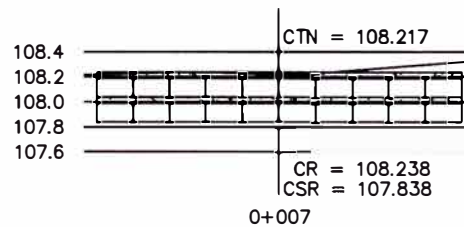
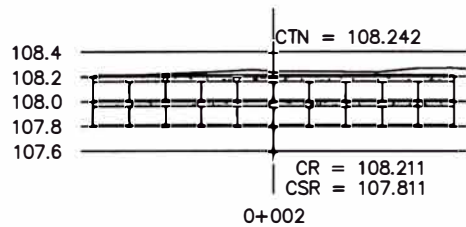
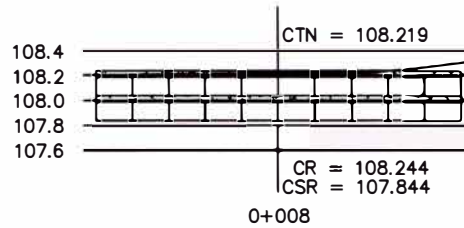
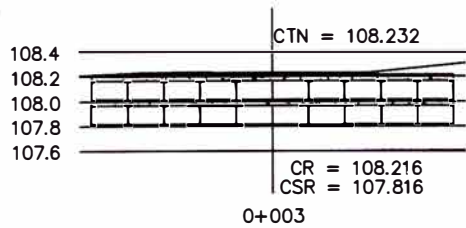
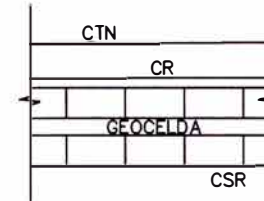
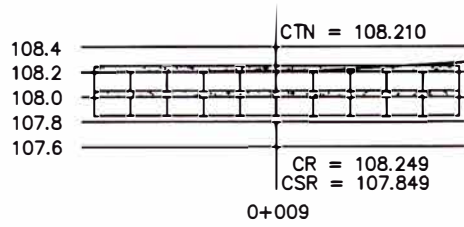
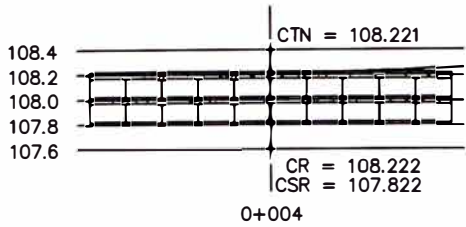
COTA DEL TERRENO NATURAL	108.206	108.229	108.242	108.232	108.221	108.225	108.226	108.217	108.219	108.210	108.211
COTA DE LA RASANTE	108.200	108.205	108.211	108.216	108.222	108.227	108.233	108.238	108.244	108.249	108.255
COTA DE LA RASANTE	107.800	107.805	107.811	107.816	107.822	107.827	107.833	107.838	107.844	107.849	107.855
PROGRESIVA	0+000	0+001	0+002	0+003	0+004	0+005	0+006	0+007	0+008	0+009	0+010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006		
TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB		
PLANO:	PERFIL	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
ESCALA: S/E	REALIZADO POR:	GRUPO # 6

05



CTN = COTA DE TERRENO NATURAL
CR = COTA DE RASANTE
CSR = COTA DE SUBRASANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006

TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS
CON EL SISTEMA GEOWEB

PLANO: SECCIONES

LUGAR: LABORATORIO NACIONAL
DE HIDRAULICA

ESCALA: S/E

REALIZADO POR:

GRUPO # 6

06

INDICACIONES PARA LA CONEXION DE SECCIONES DE GEOWEB ENTRE SECCIONES DE GEOWEB:

1. LAS SECCIONES ADYACENTES DE GEOWEB SE ENGRAPAN JUNTAS MEDIANTE ENGRAPADORAS Y GRAPAS APROBADAS POR EL FABRICANTE
2. LOS BORDES SUPERIORES DE LAS PAREDES DE CELDAS ADYACENTES DEBEN ESTAR AL MISMO NIVEL AL ENGRAPARLAS.
3. LAS CONEXIONES LATERALES ENTRE SECCIONES DE GEOWEB EXTENDIDAS DEBEN ESTAR EN TRESBOLILLO (INTERCALADAS) TAL COMO LO MUESTRA LA FIGURA A. LAS JUNTAS SOLDADAS DEBEN ESTAR ALINEADAS AL ENGRAPARLAS.
4. LAS CONEXIONES ENTRE LOS EXTREMOS DE LAS SECCIONES DE GEOWEB DEBEN ESTAR FRENTE A FRENTE TAL COMO LO MUESTRA LA FIGURA B. LOS EJES LONGITUDINALES DE LAS CELDAS EXTERIORES QUE SE CONECTAN DEBEN ESTAR ALINEADOS Y ENGRAPADOS EN EL PUNTO DE CONTACTO DE LAS PAREDES DE LAS CELDAS.

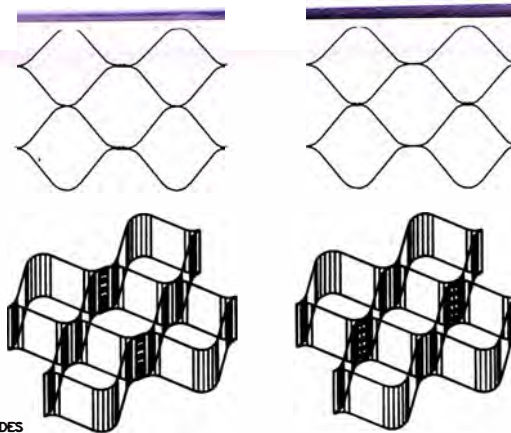


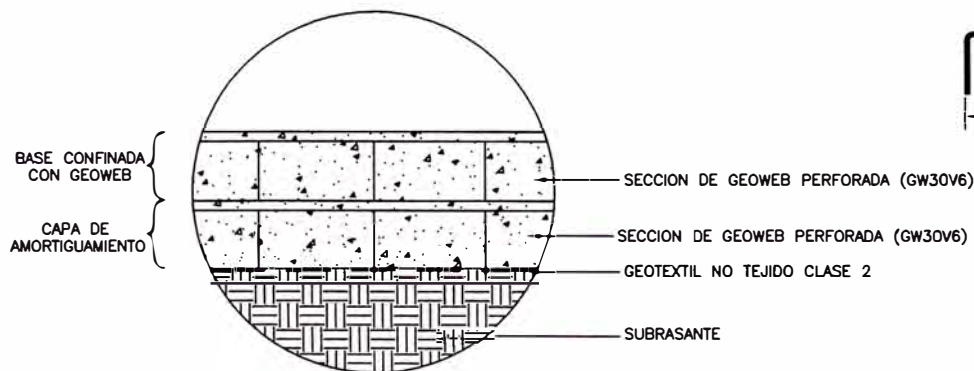
FIGURA A
DETALLE DE CONEXION LATERAL
- EN TRESBOLILLO (INTERCALADA)

FIGURA B
DETALLE DE CONEXION EN EL EXTREMO
- FRENTE A FRENTE

DETALLE DE CONEXION DE LOS EXTREMOS CON GRAPAS

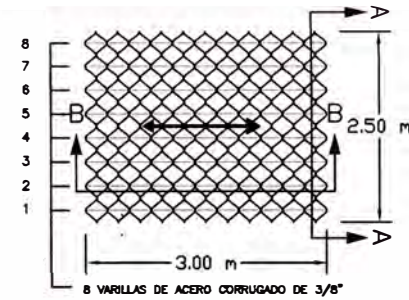


SECCION B - B

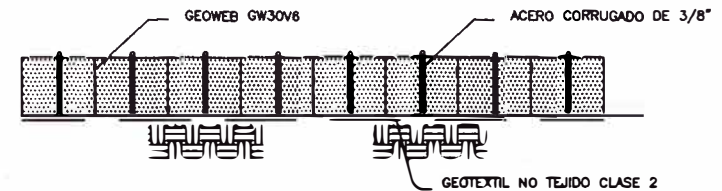


DETALLE B

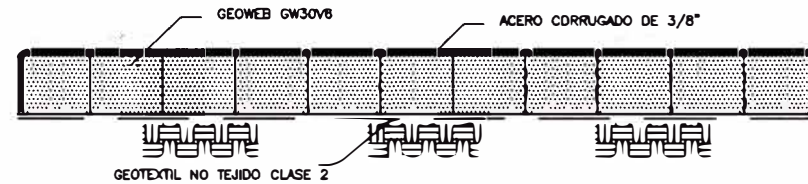
DETALLES DE UN PAVIMENTO GRANULAR TIPICO



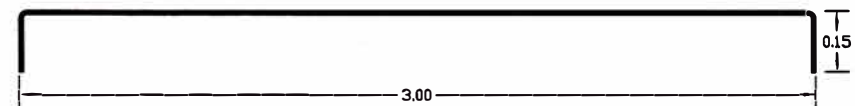
ESPACIAMIENTO PARA ACERO CORRUGADO DE 3/8"



SECCION A - A



SECCION B - B



DETALLE DE ACERO CORRUGADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006

TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS
CON EL SISTEMA GEOWEB

PLANO: DETALLES 1

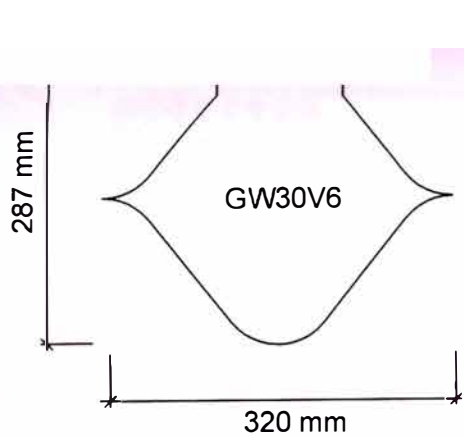
LUGAR: LABORATORIO NACIONAL
DE HIDRAULICA

ESCALA: S/E

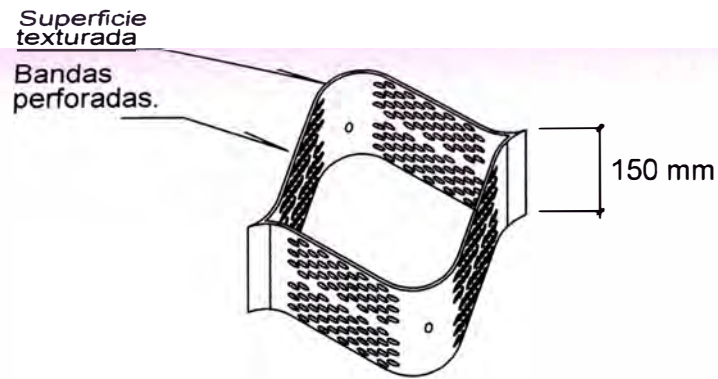
REALIZADO POR:

GRUPO # 6

07



DIMENSIONES



VISTA ISOMETRICA DE GEOWEB TEXTURADA Y PERFORADA

PROPIEDADES DEL TEXTURADO Y PERFORADO

Descripción:

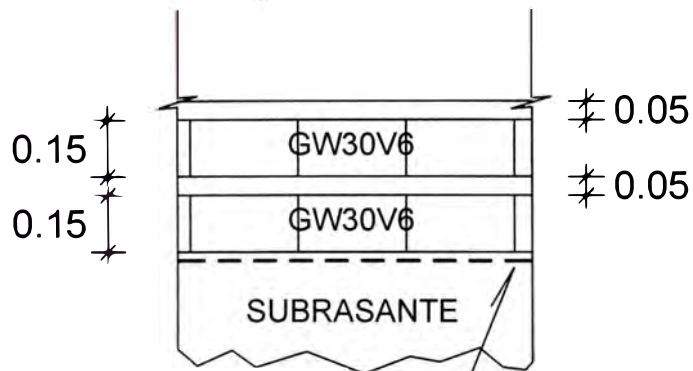
Indentaciones romboidales (forma de diamante).
 Densidad superficial 22-31 indentaciones por cm².
 Espesor de faja incluyendo texturado 1.52mm±0.15mm ASTM D5199.
 Perforaciones de 10mm en hileras.
 Separación horizontal entre centros 19mm.
 Separación vertical entre centros 12mm.

Capacidad:

Las fajas de polietileno estarán texturizadas y perforadas en forma tal que el ángulo de fricción máximo de la arena silícea #40 con 100% de densidad relativa no sea mayor del 85% del ángulo de fricción máximo de la arena silícea aislada, ensayada con el método del corte directo bajo norma ASTM D5321. Las perforaciones restarán 16% ±1% del área de las paredes de las celdas.

ESPECIFICACIONES

GEOCELDAS GEOWEB	
TIPO	: GW30V6
MATERIAL	: Polietileno de Alta Densidad (HDPE) 0.935 - 0.965 g/cm ³ (ASTM D-1505)
ESPESOR DE BANDA	: 1.27mm -5% +10% (ASTM D-5199)
DIMENSIONES (A x L)	: 320mm x 287mm
ALTURA	: 150mm
CARACTERISTICAS	: Superficie texturada y perforada color negro y paso para tendones
ESTABILIZADOR	: 1.5%-2% negro de humo.
RESIST. AL AGRIETAMIENTO POR EXPOSICION AL MEDIO AMBIENTE	: 3000 hrs (ASTM D-1693).



SECCION TIPICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006

TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB

PLANO: DETALLES 2

LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA

ESCALA: S/E

REALIZADO POR: GRUPO # 6

08

FIGURA 1

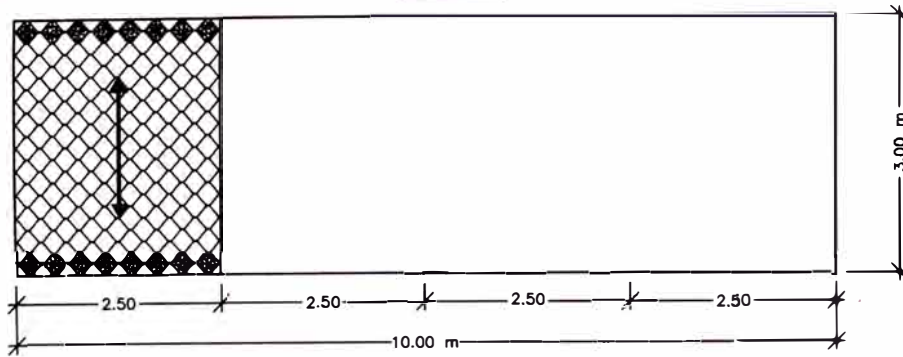


FIGURA 2

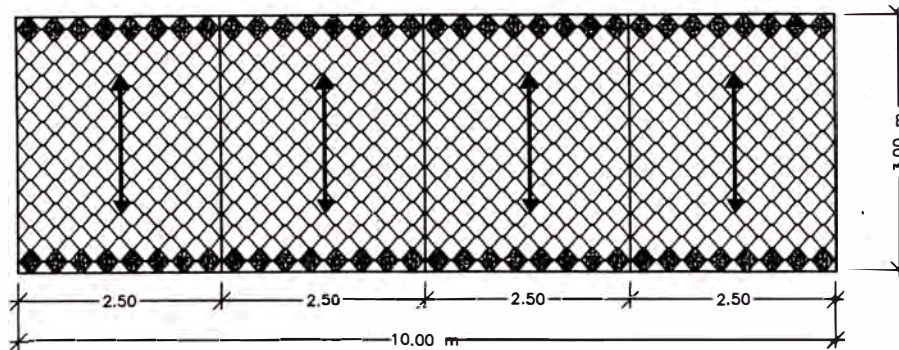
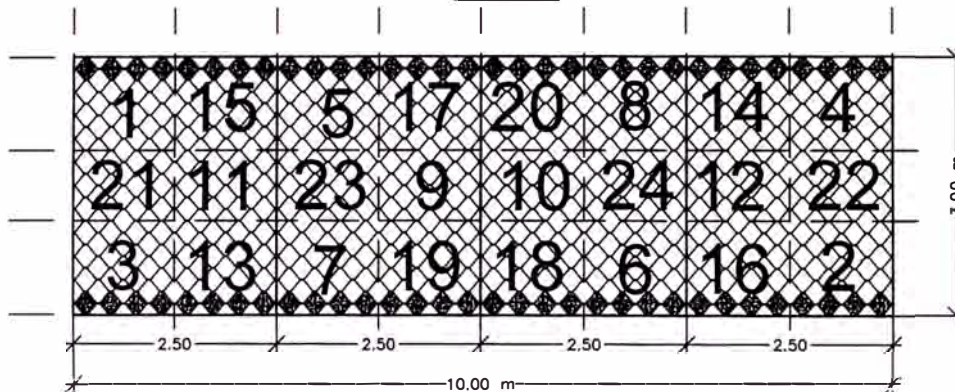


FIGURA 3



PROCEDIMIENTO:

1. EXCAVAR O RELLENAR LA SUBRASANTE HASTA LAS PENDIENTES, NIVELES Y DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS DE CONSTRUCCION.
2. VERIFICAR QUE EL SUELO DE SUBRASANTE SATISFAGA LOS REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA DEL DISEÑO. DE ENCONTRARSE SUELOS INACEPTABLES, ESTOS SERAN REMOVIDOS Y REEMPLAZADOS POR RELLENO PREPARADO DE ACUERDO CON LAS INDICACIONES DEL INGENIERO DE PROYECTO.
3. COLOCAR EL GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2 SOBRE LA SUBRASANTE
4. COLOCAR EL ACERO DOBLADO EN FORMA DE "C" DE ACUERDO AL DETALLE DE LA SECCION A - A Y B - B DE LA LAMINA 05 Y LUEGO EXTENDER LA GEOCELDA DE ACUERDO A LAS MEDIDAS ESTABLECIDAS EN EL PLANO DE DISTRIBUCION (LAMINA 07)
5. LUEGO SE PROCEDE AL LLENADO CON MATERIAL GRANULAR LAS GEOCELDS COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 1, LAS CUALES SERBIRAN INICIALMENTE COMO LASTRES PARA PODER RETIRAR LOS FIERROS COLOCADOS ANTERIORMENTE Y ASI CONTINUE EN SU FORMA EXPANDIDA LA GEOCELDA
6. SE PROCEDE A EJECUTAR LO MISMO DEL PASO 4 PERO CON LA SALVEDAD QUE TENEMOS QUE ASEGURARNOS QUE TODAS LAS CELDAS ADYACENTES ESTEN BIEN ENGRAPADAS SEGUN SEA EL CASO TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA A Ó FIGURA B DEL PLANO DE DETALLES 1 - LAMINA 05 Y LUEGO PROCEDEMOS CON EL PASO 5 Y ASI SUCESIVAMENTE HASTA COMPLETAR LA SECCION TOTAL DE LA FIGURA 3
7. COLOCAR EL MATERIAL DE RELLENO ESPECIFICADO HASTA APROXIMADAMENTE 50 mm (2 pulg) ENCIMA DE LAS PAREDES DE CELDAS, SEGUN LA NUMERACION DE LA CUADRICULA DE LA FIGURA 3, COMPACTAR LEVEMENTE EL MATERIAL DE RELLENO CON UN PIZON DE MANO PARA ESTA CAPA DE AMORTIGUAMIENTO
8. PARA LA CAPA QUE VENDRIA A SER LA BASE CON GEOWEB, DEL MISMO MODO PROCEDEMOS CON LOS PASOS 4,5,6 Y 7, PERO EN ESTE CASO SE UTILIZARA PARA LA COMPACTACION UNA PLANCHA VIBRATORIA A UN MINIMO DE 95% SPDD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

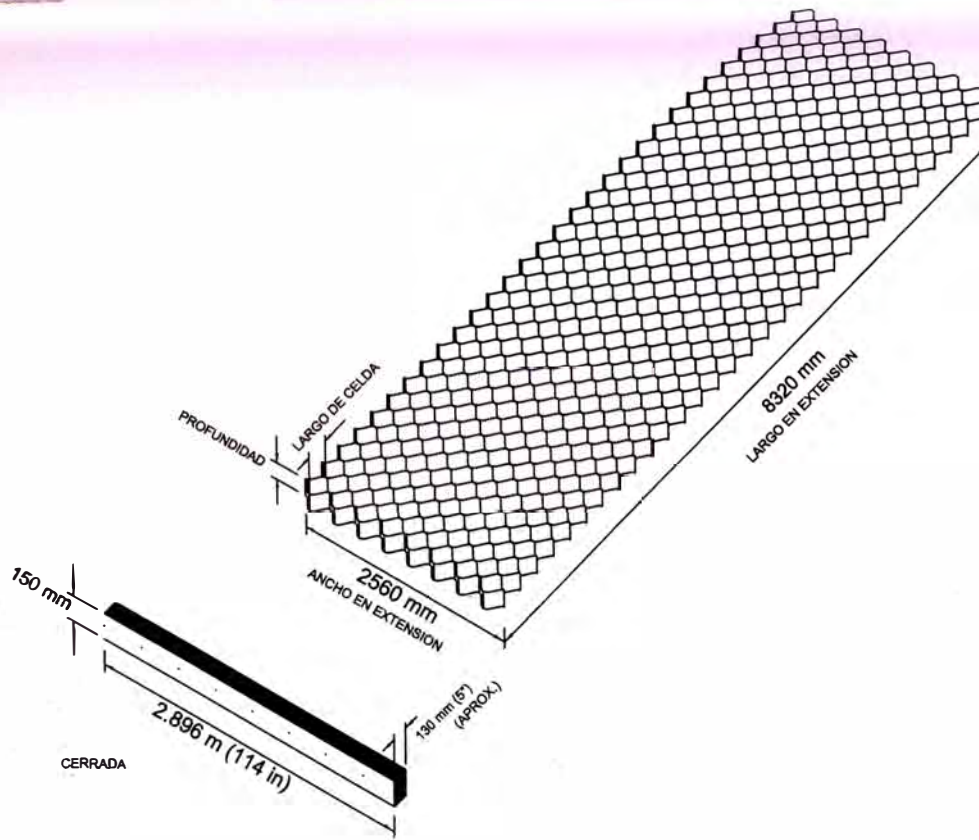
PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006

TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS
CON EL SISTEMA GEOWEB

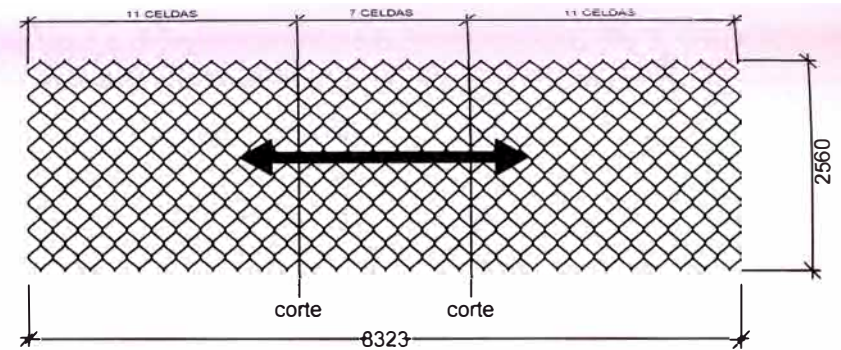
PLANO: PROCEDIMIENTO LUGAR: LABORATORIO NACIONAL
DE HIDRAULICA

ESCALA: S/E REALIZADO POR: GRUPO # 6

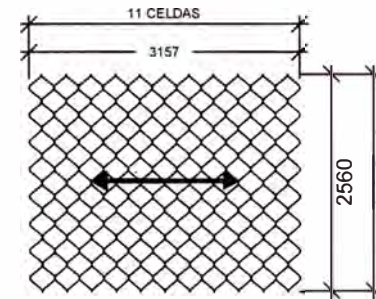
09



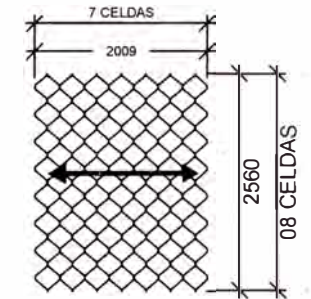
DIMENSIONES ESTANDAR DE UNA SECCION DE GEOWEB GW30V6



SECCIÓN COMERCIAL GW30V6 DE 08x29 CELDAS



MÓDULO 1 (SECCIÓN DE 08x11 CELDAS)



MÓDULO 2 (SECCIÓN DE 08x07 CELDAS)

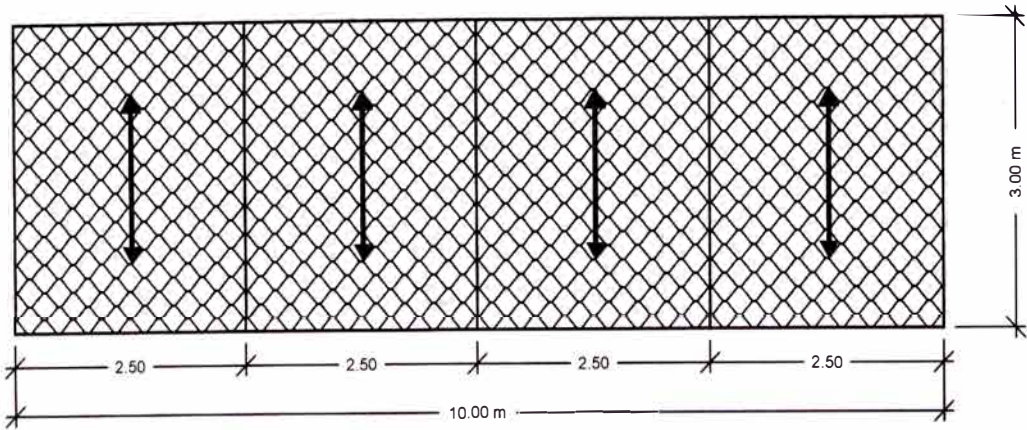
CORTES A REALIZAR EN UNA SECCIÓN COMERCIAL PARA GENERAR LOS MÓDULOS 1 Y 2

- DE UNA SECCIÓN COMERCIAL DE 08x29 CELDAS SE OBTIENEN:
02 UNIDADES DEL MÓDULO 1
01 UNIDAD DEL MÓDULO 2

NOTA:

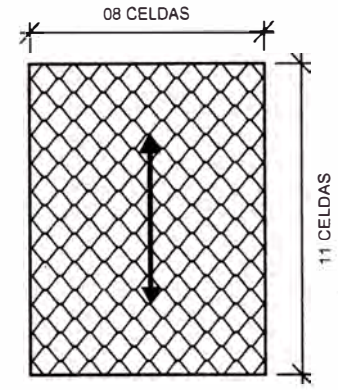
TODAS LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006		
TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB		
PLANO: MODULACION	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA	
ESCALA: S/E	REALIZADO POR: GRUPO # 6	10

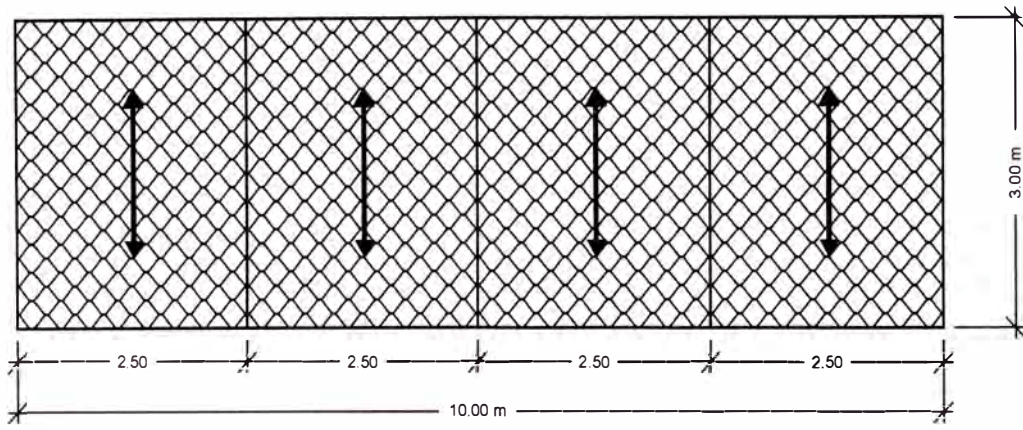


PRIMERA CAPA DE GEOWEB

- PARA DOS CAPAS DE GEOWEB EN EL PAVIMENTO GRANULAR A CONSTRUIR SE UTILIZARÁN CUATRO SECCIONES COMERCIALES DE 08x29 CELDAS
- SE OBTENDRAN 08 UNIDADES DEL MÓDULO 1 Y 04 UNIDADES DEL MÓDULO 2
- SÓLO SE UTILIZARAN LOS MODULOS 1 (SECCIONES DE 08 x 11 CELDAS)



MÓDULO 1



SEGUNDA CAPA DE GEOWEB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: CURSO DE TITULACION 2006		
TEMA: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB		
PLANO: DISTRIBUCION	LUGAR: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA	
ESCALA: S/E	REALIZADO POR: GRUPO # 6	11

ANEXO III

ENSAYOS DE

LABORATORIO



**LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA**



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO : Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN : Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 HECHO POR : Y.F.A./M.A.L./K.C.L. FECHA: Abril 2007

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

MUESTRAS

CALICATA		C - 1	C - 1	C - 1		
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.00-0.26	0.26-0.91	0.91-1.03		
FRASCO No		338	343	340		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	64.20	73.00	98.10		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	63.36	72.05	97.20		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	0.84	0.95	0.90		
4. Peso de recipiente	grs	10.09	11.75	12.27		
5. Peso de suelo seco	(2) -(4) grs	53.27	60.30	84.93		
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	1.58	1.58	1.06		

MUESTRAS

CALICATA		C - 2	C - 2	C - 2		
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.00-0.32	0.32-1.03	1.03-1.17		
FRASCO No		192	326	302		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	81.70	74.90	66.10		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	80.93	74.14	65.80		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	0.77	0.76	0.30		
4. Peso de recipiente	grs	13.16	12.27	11.01		
5. Peso de suelo seco	(2) -(4) grs	67.77	61.87	54.79		
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	1.14	1.23	0.55		

MUESTRAS

CALICATA		C - 3	C - 3	C - 3		
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.00-0.34	0.34-0.70	0.70-1.00		
FRASCO No		306	98	337		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	76.60	80.00	81.40		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	75.77	79.30	81.01		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	0.83	0.70	0.39		
4. Peso de recipiente	grs	10.75	12.32	11.12		
5. Peso de suelo seco	(2) -(4) grs	65.02	66.98	69.89		
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	1.28	1.05	0.56		

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel:99912987 95242588
 e-mail: lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uni.edu.pe



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

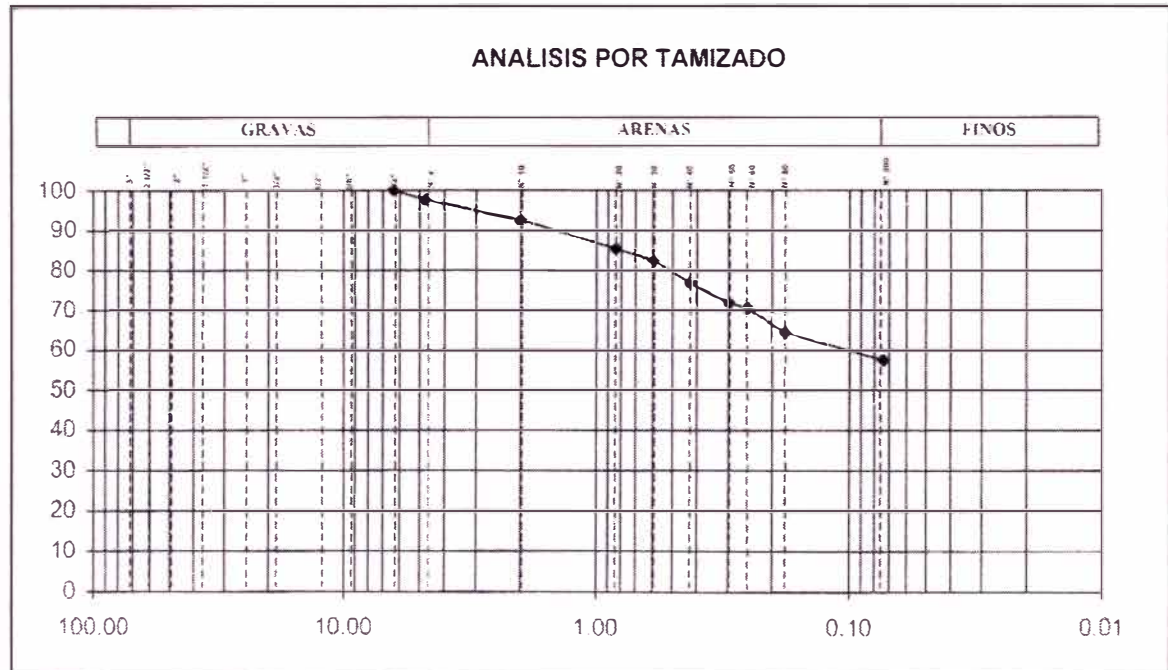
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 1 MUESTRA: M - 1 PRGF. (m.): 0.00-0.26
 ING. RESP.: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	230.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	67.700
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	132.300

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

D60	0.111	Gravas	2.39	Gruesa	0.00
D30	-			Fina	2.39
D10	-	Arenas	40.09	Gruesa	5.04
Cu	-			Media	15.57
Cc	-	Finos	57.52	Fina	19.48

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		100.00
N° 4	4.750	5.50	97.61
N° 10	2.000	11.60	92.57
N° 20	0.840	16.40	85.43
N° 30	0.590	7.00	82.39
N° 40	0.425	12.40	77.00
N° 50	0.297	12.00	71.78
N° 60	0.250	3.10	70.43
N° 80	0.177	13.70	64.48
N° 200	0.074	16.00	57.52
FONDO			
Limos 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			





AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

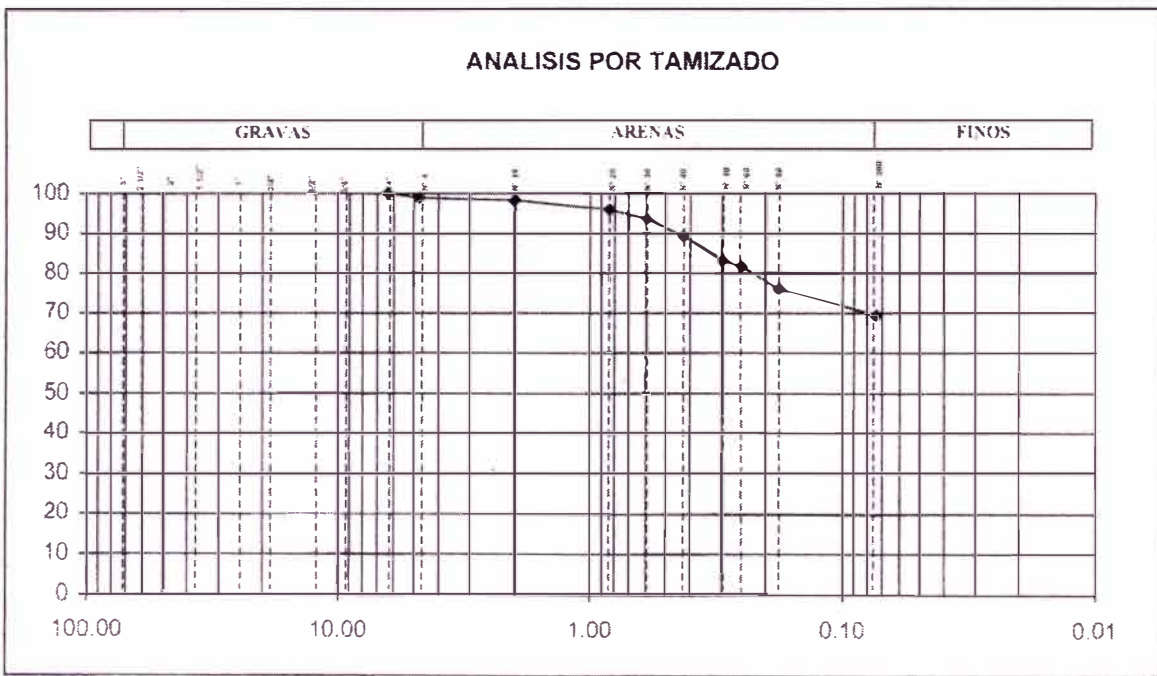
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afiradas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 1 MUESTRA: M - 2 PROF. (m): 0.26-0.91
 ING. RESP.: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

D60	-	Gravas	1.08	Gruesa	0.00
D30	-			Fina	1.08
D10	-	Arenas	29.40	Gruesa	0.64
Cu	-			Media	9.04
Cc	-	Finos	69.52	Fina	19.72

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	250.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	76.200
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	173.800

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		100.00
N° 4	4.760	2.70	98.92
N° 10	2.000	1.60	98.28
N° 20	0.840	5.90	95.92
N° 30	0.590	6.00	93.52
N° 40	0.426	10.70	85.24
N° 50	0.297	15.10	83.20
N° 60	0.250	3.50	81.80
N° 80	0.177	14.30	76.08
N° 200	0.074	16.40	69.52
FONDO			
Limos 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Colorés < 0.001mm			



Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf: (01) 481-1070 anexo 302 Cel: 99912987 95242586
 e-mail: inhgeop@yahoo.com
 inh_uni@uni.edu.pe



AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

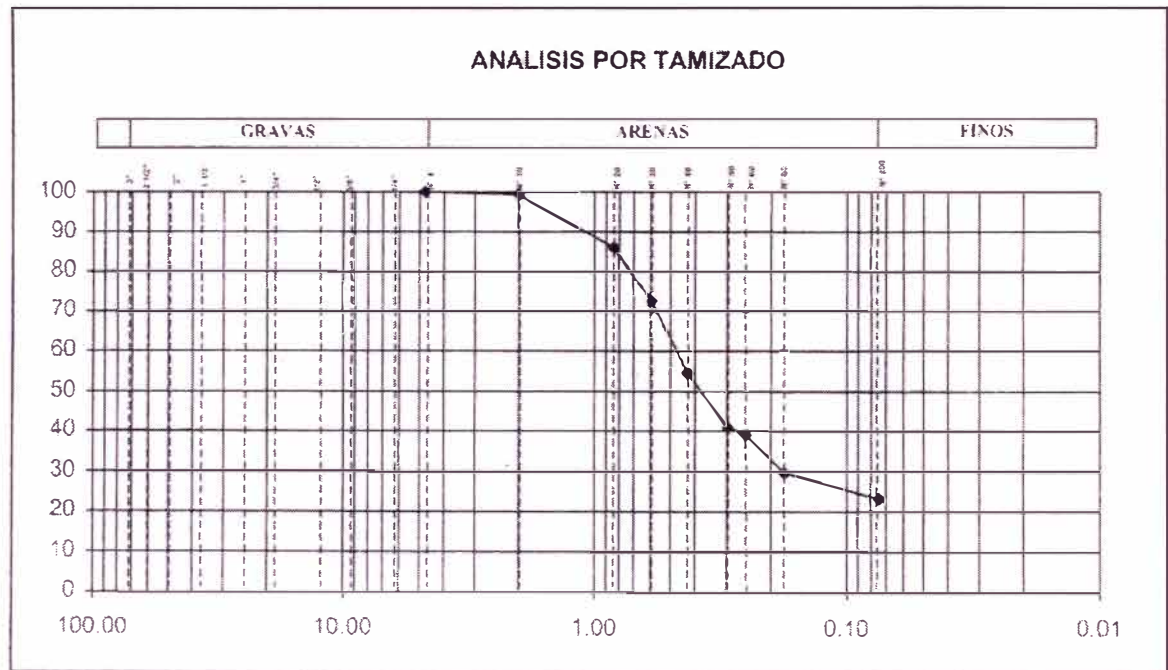
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 1 MUESTRA: M - 3 PROF. (m.): 0.91-1.03
 ING RESP: ING J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	230.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	176.500
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	53.490

D60	0.476	Gravas	0.00	Gruesa	0.00
D30	0.180			Fina	0.00
D10	-	Arenas	76.78	Gruesa	0.55
Cu	-			Media	44.78
Cc	-	Finos	23.22	Fina	31.35

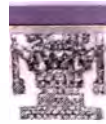
TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		
N° 4	4.750		100.00
N° 10	2.000	1.50	99.35
N° 20	0.840	30.60	96.04
N° 30	0.590	31.10	72.52
N° 40	0.426	41.30	54.57
N° 50	0.297	31.50	40.87
N° 60	0.250	4.40	38.96
N° 80	0.177	21.40	29.65
N° 200	0.074	14.80	23.22
FONDO			
Limos 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			



Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf: (01) 481-1070 anexo 302 Cel: 99912987 95242588
 e-mail: inhgeo@yahoo.com
 inh_uni@uni.edu.pe



AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 2 MUESTRA M - 1 PROF. (m.): 0.00-0.32
 ING. RESP: ING. J. MARTINEZ TECNICO Y. F. A./M.A.L./K.C.L. FECHA: Abril 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

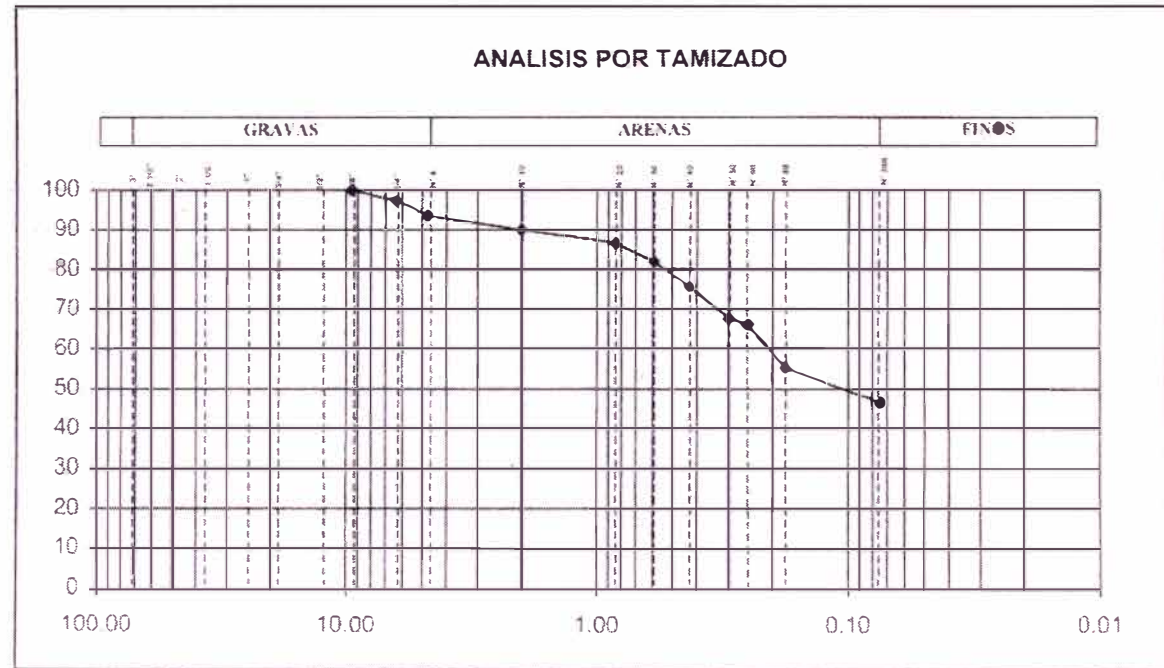
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	220.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	117.800
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	102.200

D60	0.210
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	6.41
Arenas	47.14
Finos	46.45

Gruesa	0.00
Fina	6.41
Gruesa	3.64
Media	14.36
Fina	29.14

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		100.00
1/4"	6.350	6.20	97.18
N° 4	4.750	7.90	93.59
N° 10	2.000	8.00	89.95
N° 20	0.840	7.10	86.73
N° 30	0.590	10.50	81.95
N° 40	0.425	14.00	75.59
N° 50	0.297	17.70	67.55
N° 60	0.250	3.30	66.05
N° 80	0.177	24.10	55.09
N° 200	0.074	19.00	46.45
FONDO			
Limos 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			



Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel 99912987 95242568
 e-mail: lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uni.edu.pe

AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 2 MUESTRA M - 2 PROF. (m): 0.32-1.03
 ING. RESP: ING. J. MARTINEZ TECNICO Y.F.A./M.A.L./K.C.L. FECHA: Abril 2007

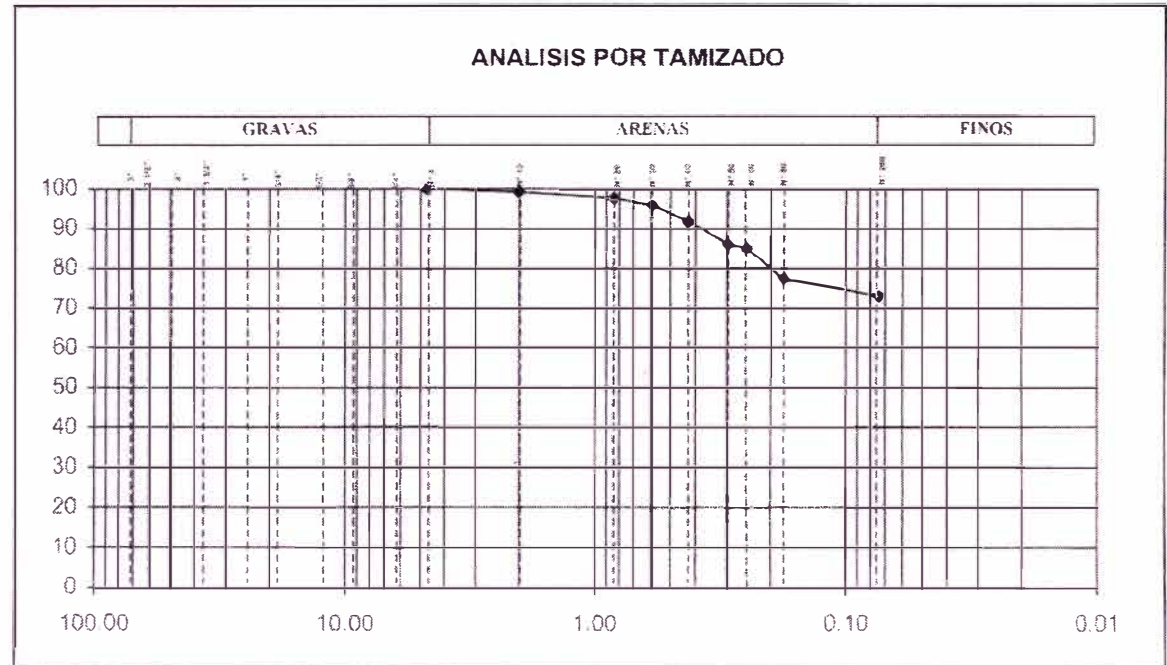
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	250.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	57.700
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	182.300

D60	-
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Gravas	0.00	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
Arenas	27.08	Gruesa	0.84
		Media	7.36
Finos	72.92	Fina	18.88

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		
N° 4	4.750		100.00
N° 10	2.000	2.10	99.16
N° 20	0.840	3.90	97.60
N° 30	0.590	4.40	95.84
N° 40	0.425	10.10	91.80
N° 50	0.297	14.30	86.08
N° 60	0.250	2.40	85.12
N° 80	0.177	19.10	77.48
N° 200	0.074	11.40	72.92
FONDO			
Limos < 0.074mm=0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			



Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel 99912987 95242588
 e-mail: inhgeo@yahoo.com
inh_uni@uni.edu.pe



AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

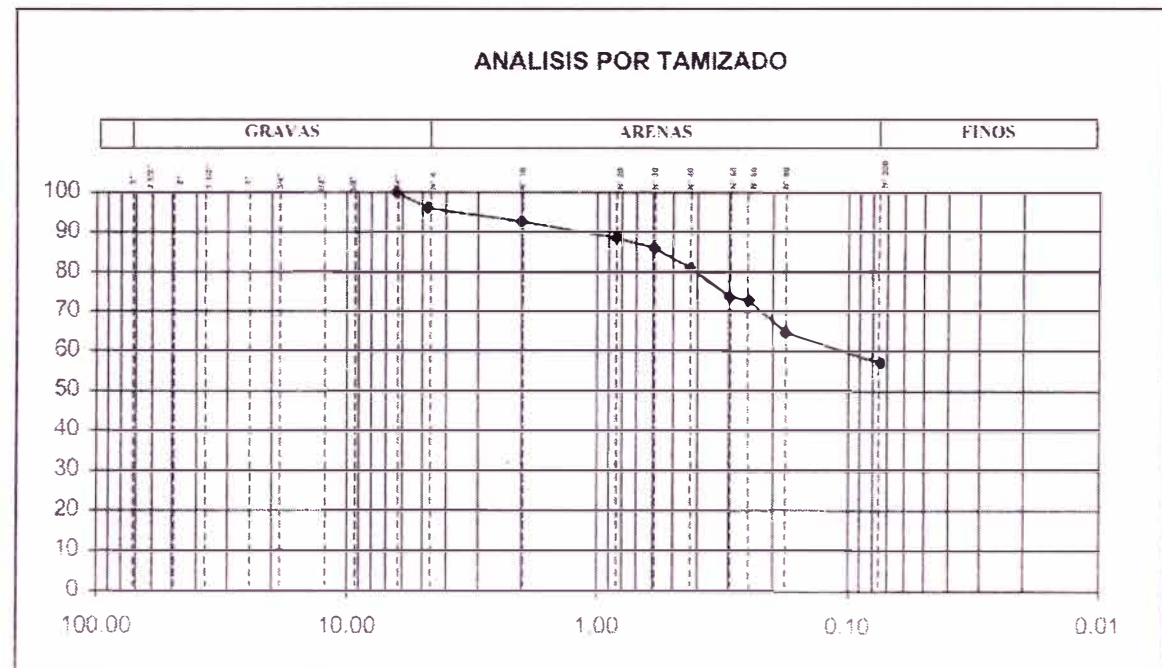
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 5 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 3 MUESTRA: M - 1 PROF (m.): 0.00-0.34
 ING. RESP: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%):	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	223.000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	54.800
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	125.200

D60	0.115	Gravas	4.05	Gruesa	0.00
D30	-			Fina	4.05
D10	-	Arenas	39.05	Gruesa	3.32
Cu	-			Media	11.73
Cc	-	Finos	56.91	Fina	24.00

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		100.00
N° 4	4.750	9.90	95.95
N° 10	2.000	7.30	92.64
N° 20	0.840	9.10	88.50
N° 30	0.590	5.40	86.05
N° 40	0.426	11.30	80.91
N° 50	0.297	16.20	73.55
N° 60	0.250	2.00	72.64
N° 80	0.177	17.60	54.64
N° 200	0.074	17.00	56.91
FONDO			
Limos 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			





AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

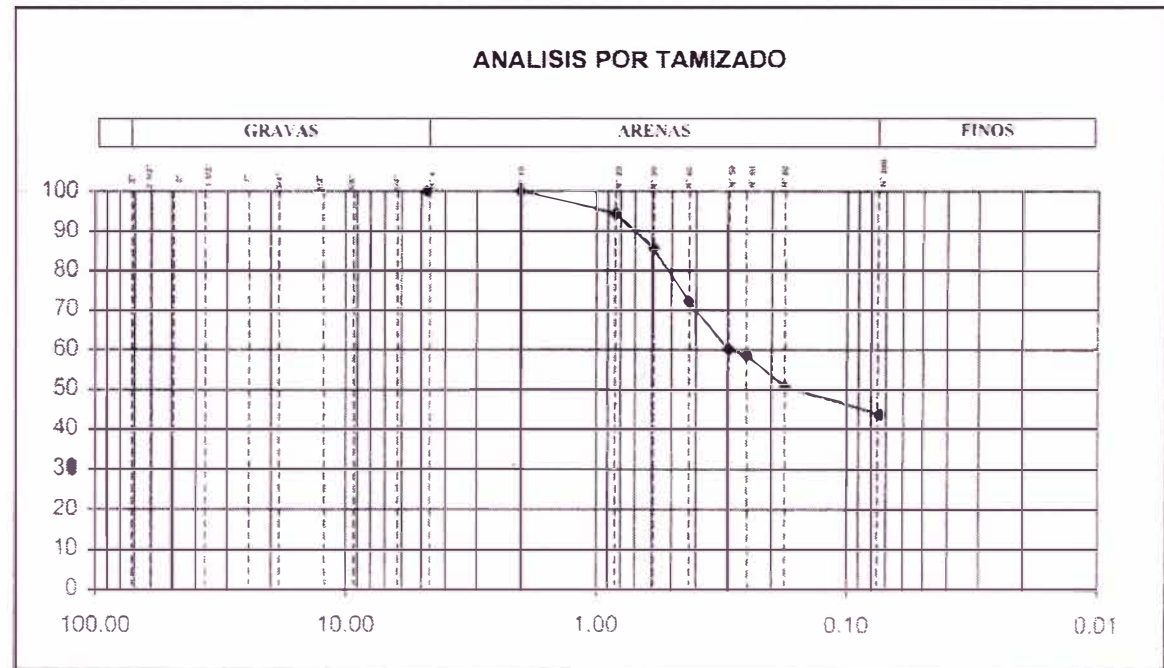
ASTM D 422

PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 2 MUESTRA: M - 3 PROF. (m.): 1.03-1.17
 ING. RESP: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	250.100
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	140.550
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	109.550

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA			
D60	0.292	Gravas	0.00
D30	-	Arenas	56.20
D10	-		
Cu	-	Finos	43.80
Cc	-		
		Guesa	0.00
		Fina	0.00
		Guesa	0.02
		Media	27.87
		Fina	28.31

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		
N° 4	4.760		100.00
N° 10	2.000	0.05	99.95
N° 20	0.840	14.20	94.30
N° 30	0.590	21.40	85.75
N° 40	0.426	34.10	72.11
N° 50	0.297	29.80	60.20
N° 60	0.250	4.30	58.48
N° 80	0.177	19.40	50.72
N° 200	0.074	17.30	43.80
FONDO			
Limas 0.074mm-0.095mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			



Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf: (01) 481-1070 anexo 302 Cel: 99912987, 95242568
 e-mail: Inhgeru@yahoo.com
inf_uni@uni.edu.pe



AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

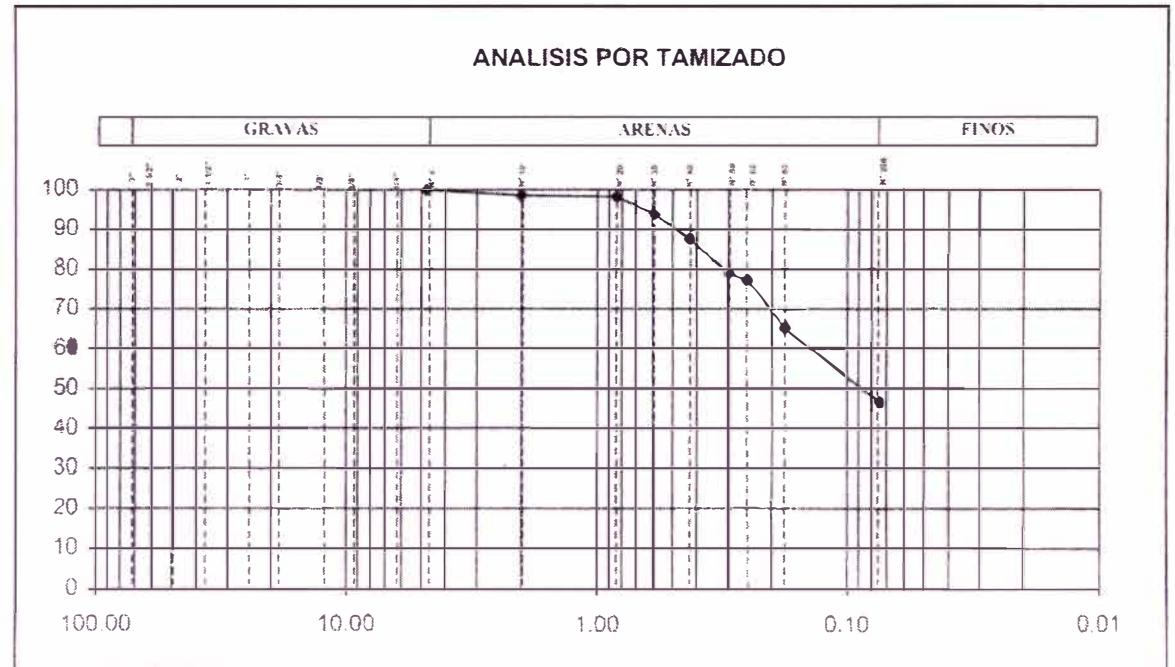
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 3 MUESTRA: M - 2 PROF (m): 0.34-0.70
 ING RESP: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y.F.A./M.A.L./K.C.L FECHA: Abril 2007

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	250.900
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	134.100
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	115.900

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

D60	0.149	Gravas	0.00	Gruesa	0.00
D30	-			Fina	0.00
D10	-	Arenas	53.64	Gruesa	1.48
Cu	-			Media	10.88
Cc	-	Finos	46.36	Fina	41.28

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
1/4"	6.350		
N° 4	4.760		100.00
N° 10	2.000	3.70	98.52
N° 20	0.840	0.90	96.20
N° 30	0.590	11.20	93.72
N° 40	0.425	15.20	87.64
N° 50	0.297	21.80	78.92
N° 60	0.250	4.40	77.16
N° 80	0.177	30.10	65.12
N° 200	0.074	45.90	46.36
FONDO			
Limos < 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			





LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geoweb
 SOLICITADO: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACION: Laboratorio Nacional de Hidraulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 CALICATA: C - 3 MUESTRA: M - 3 PROF. (m): 0.70-1.00
 ING. RESP.: ING. J. MARTINEZ TECNICO: Y. F. A. / M. A. L. / K. C. L. FECHA: Abril 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	4053.400
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr)	3532.403
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	529.977

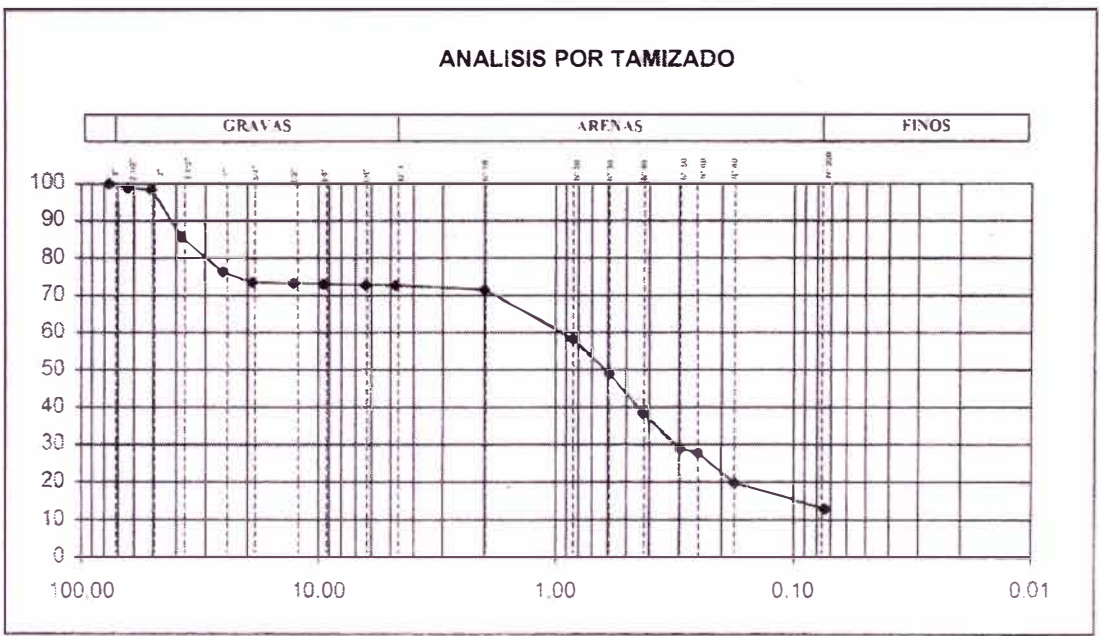
Finos	2948.000
Finos Tomados	184.000

D60	1.006
D30	0.315
D10	0.058
Cu	17.481
Cc	1.713

Gravas	27.26
Arenas	59.88
Finos	12.85

Gruesa	26.47
Fina	0.79
Gruesa	1.23
Media	33.08
Fina	25.57

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
3"	76.200		100.00
2 1/2"	63.500	42.03	98.96
2"	50.800	22.70	98.40
1 1/2"	38.100	510.70	85.80
1"	25.400	304.90	76.31
3/4"	19.050	112.80	73.53
1/2"	12.700	12.60	73.21
3/8"	9.525	7.60	73.02
1/4"	6.350	7.40	72.84
N° 4	4.750	4.10	72.74
N° 10	2.000	49.67	71.51
N° 20	0.840	544.74	68.07
N° 30	0.600	370.10	48.94
N° 40	0.425	426.18	38.43
N° 50	0.297	397.34	28.62
N° 60	0.250	48.07	27.44
N° 80	0.177	312.42	19.73
N° 200	0.074	278.78	12.85
FONDC		0.00	
Limos < 0.074mm-0.005mm			
Arcillas < 0.005mm			
Coloides < 0.001mm			





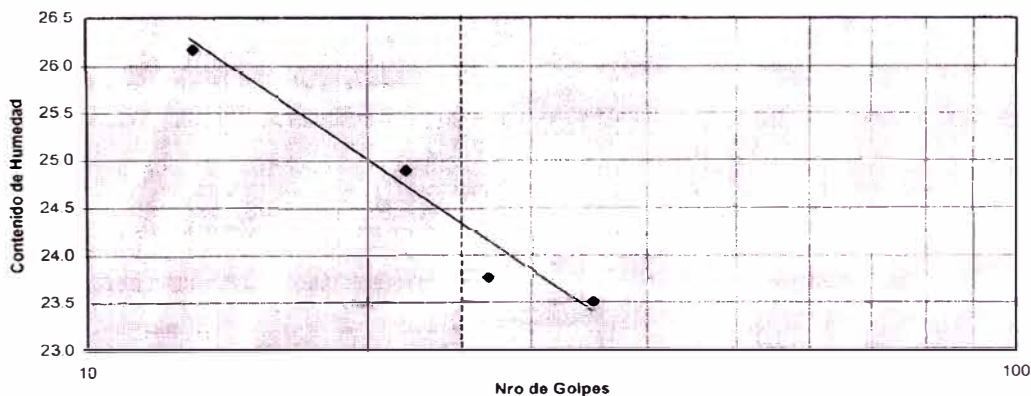
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC	FECHA: Abril 2007
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb	
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería	
SONDAJE: C - 1	OPERADOR: Y.F.A./M.A.L./K.C.L.
MUESTRA: M - 1 PROF (m): 0.00-0.26	REVISADO: ING. J. MARTINEZ

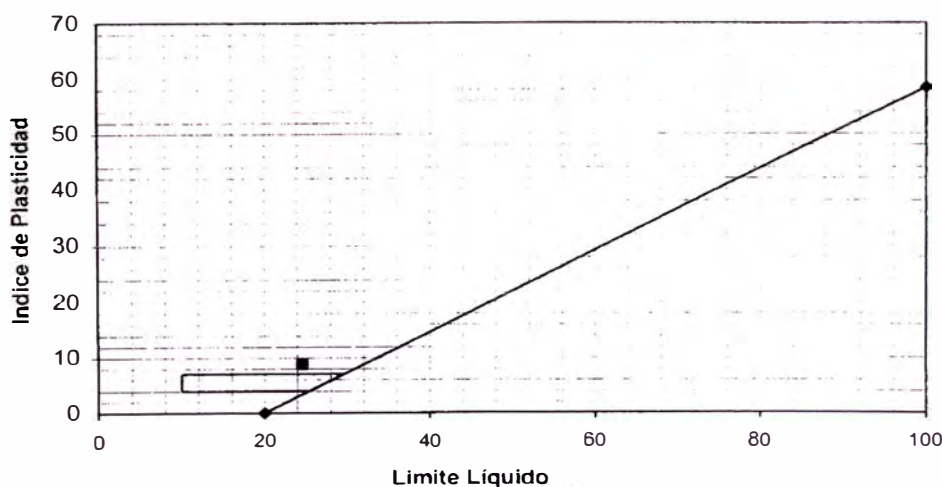
	ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
	CAPSULA N.	161	163	344	169	362	313
	NUMERO DE GOLPES			13	22	27	35
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	13.90	15.00	18.90	22.00	18.10	14.90
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	13.50	14.50	17.50	20.80	16.90	14.00
3	PESO CAPSULA	10.93	11.38	12.15	15.98	11.85	10.17
4	PESO AGUA (1-2)	0.40	0.50	1.40	1.20	1.20	0.90
5	PESO SUELO SECO (2-3)	2.57	3.12	5.35	4.82	5.05	3.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	15.56	16.03	26.17	24.90	23.76	23.50
		L.P. = 15.79		L.L. = 24.58			

I.P. = 8.79

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL



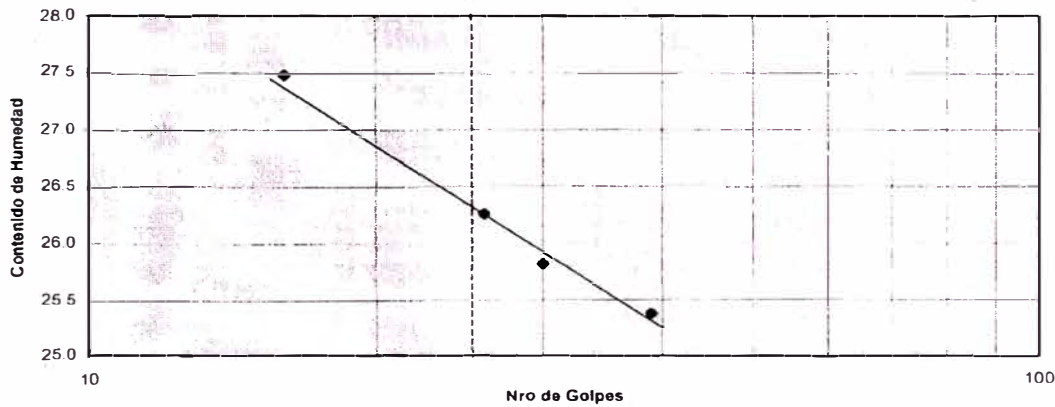
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC	FECHA: Abril 2007
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb	
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería	
SONDAJE: C - 1	OPERADOR: Y.F.A./M.A.L./K.C.L.
MUESTRA: M - 2 PROF (m): 0.26-0.91	REVISADO: ING. J. MARTINEZ

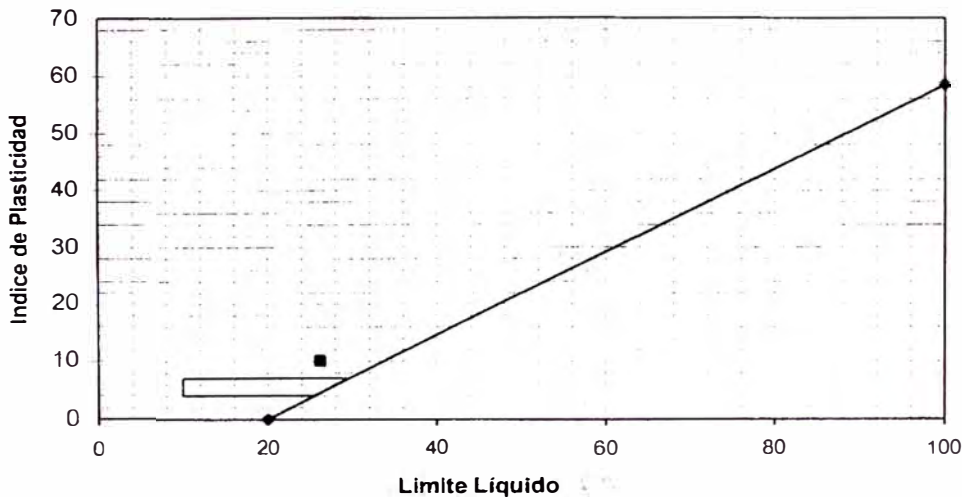
		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No							
CAPSULA N.		365	366	325	381	374	71
NUMERO DE GOLPES				16	26	30	39
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	17.30	17.20	18.40	17.10	19.40	18.30
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	16.60	16.40	17.10	15.90	17.90	16.80
3	PESO CAPSULA	12.10	11.62	12.37	11.33	12.09	10.89
4	PESO AGUA (1-2)	0.70	0.80	1.30	1.20	1.50	1.50
5	PESO SUELO SECO (2-3)	4.50	4.78	4.73	4.57	5.81	5.91
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	15.56	16.74	27.48	26.26	25.82	25.38
		L.P. = 16.15		L.L. = 28.24			

I.P. = 10.09

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel: 99912987 95242588
 e-mail: lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uni.edu.pe



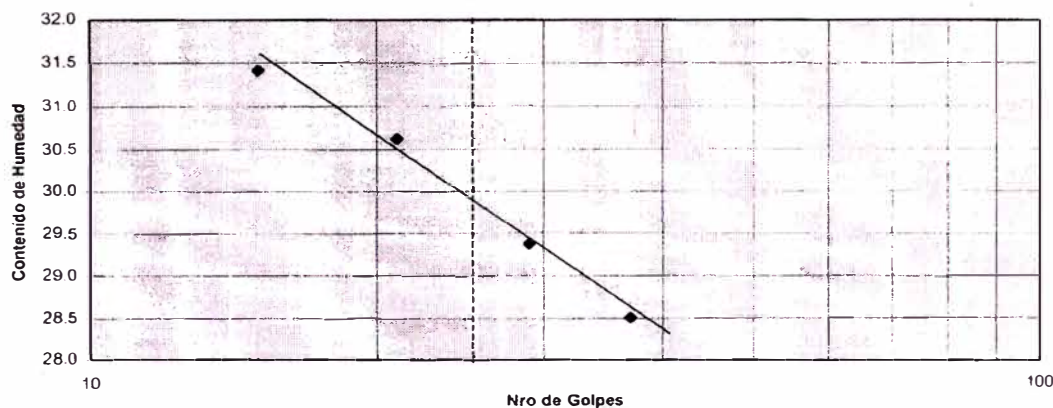
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC	FECHA: Abril 2007
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb	
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería	
SONDAJE: C - 2	OPERADOR: Y.F.A./M.A.L./K.C.L.
MUESTRA: M - 1 PROF (m) : 0.00-0.32	REVISADO: ING. J. MARTINEZ

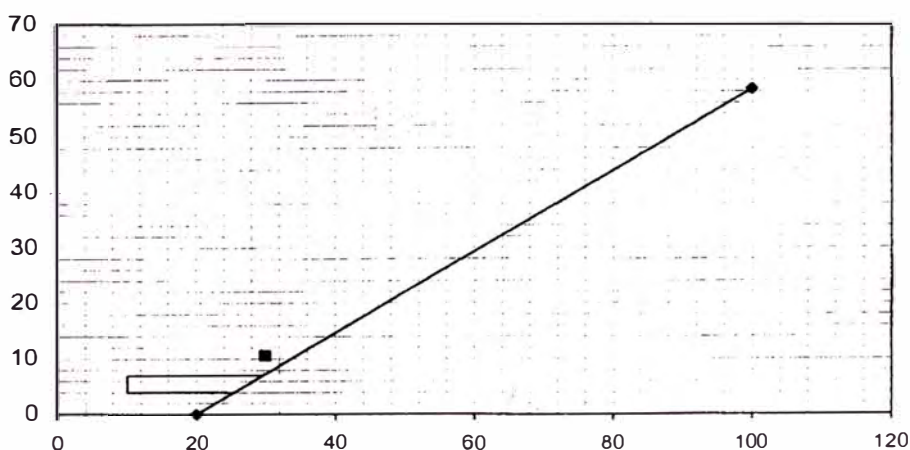
ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
	1	2	1	2	3	4
CAPSULA N.	64	67	39	60	55	28
NUMERO DE GOLPES			15	21	29	37
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	22.68	19.11	26.90	24.11	25.51	24.11
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	21.43	17.89	23.85	21.02	22.57	21.57
3 PESO CAPSULA	14.91	11.69	14.14	10.93	12.56	12.66
4 PESO AGUA (1-2)	1.25	1.22	3.05	3.09	2.94	2.54
5 PESO SUELO SECO (2-3)	6.52	6.20	9.71	10.09	10.01	8.91
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	19.17	19.68	31.41	30.62	29.37	28.51
	L.P. = 19.42		L.L. = 29.98			

I.P. = 10.55

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL



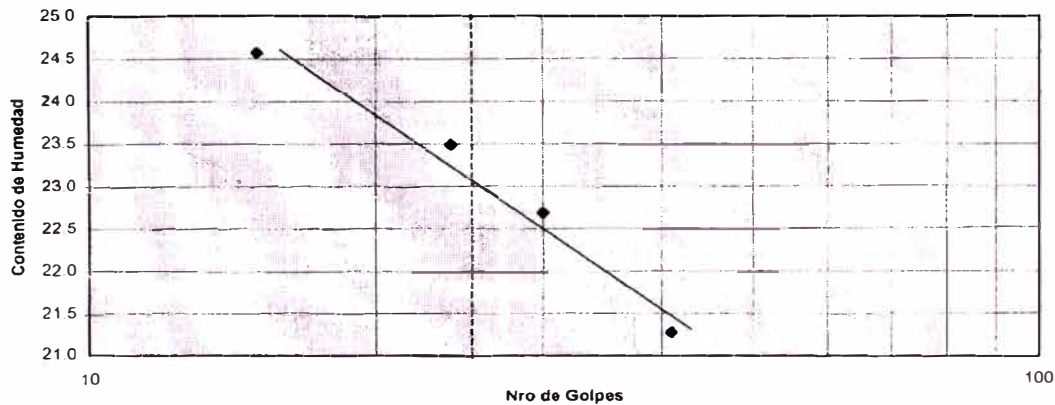
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC	FECHA: Abril 2007
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb	
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería	
SONDAJE: C - 2	OPERADOR: Y.F.A./M.A.L./K.C.L.
MUESTRA: M - 2 PROF (m) : 0.32-1.03	REVISADO: ING. J. MARTINEZ

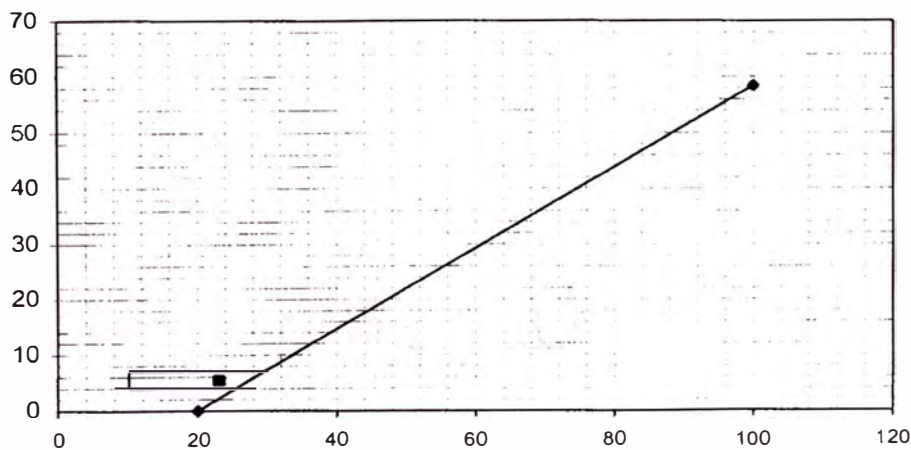
		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No		1	2	1	2	3	4
CAPSULA N.		372	327	301	8	331	18
NÚMERO DE GOLPES				15	24	30	41
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	14.80	15.50	15.70	16.90	16.90	17.10
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	14.30	14.90	14.70	16.20	15.70	16.70
3	PESO CAPSULA	11.46	11.49	10.63	13.22	10.41	14.82
4	PESO AGUA (1-2)	0.50	0.60	1.00	0.70	1.20	0.40
5	PESO SUELO SECO (2-3)	2.84	3.41	4.07	2.98	5.29	1.88
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	17.61	17.60	24.57	23.49	22.68	21.28
		L.P. = 17.60		L.L. = 23.01			

I.P. = 5.40

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL-ML

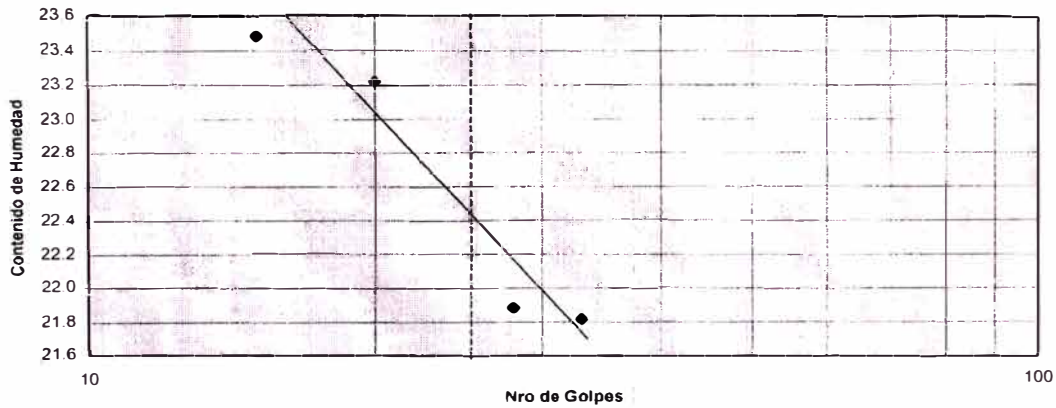


LIMITES DE ATTERBERG

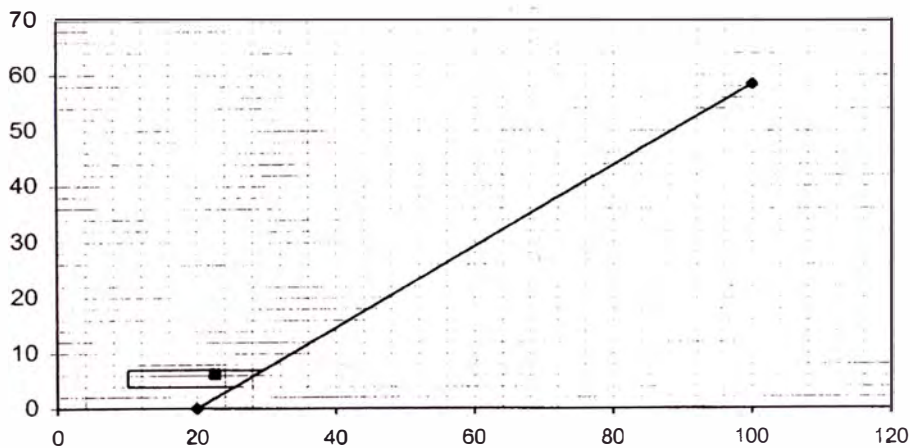
SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC				FECHA: Abril 2007			
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb							
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería							
SONDAJE: C - 3				OPERADOR: Y.F.A.M.A.L./K.C.L.			
MUESTRA: M - 1				REVISADO: ING. J. MARTINEZ			
PROF (m): 0.00-0.34							
		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
	ENSAYO No	1	2	1	2	3	4
	CAPSULA N.	142	330	309	320	335	312
	NUMERO DE GOLPES			15	20	28	33
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	14.00	13.70	18.50	17.80	18.80	17.30
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	13.60	13.20	17.30	16.30	17.50	16.10
3	PESO CAPSULA	10.88	10.43	12.19	9.84	11.56	10.60
4	PESO AGUA (1-2)	0.40	0.50	1.20	1.50	1.30	1.20
5	PESO SUELO SECO (2-3)	2.72	2.77	5.11	6.46	5.94	5.50
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	14.71	18.05	23.48	23.22	21.89	21.82
		L.P. = 16.38		L.L. = 22.60			

I.P. = 6.22

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL-ML

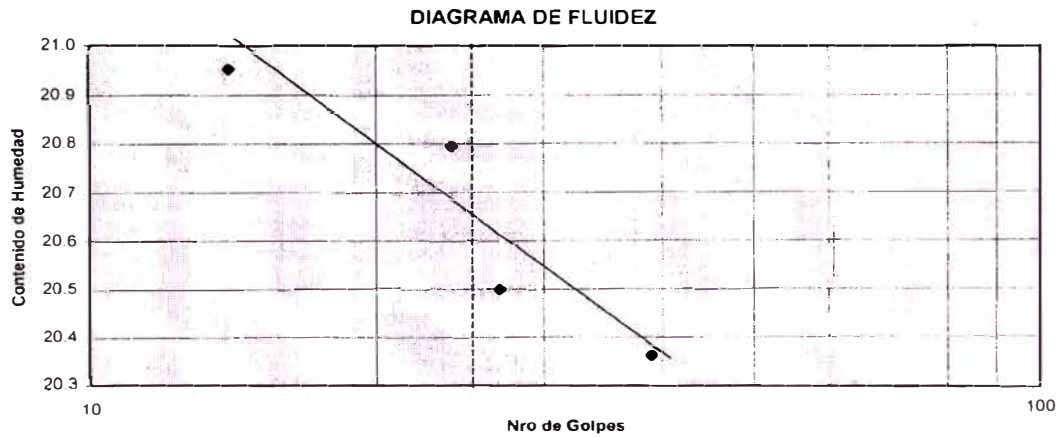


LIMITES DE ATTERBERG

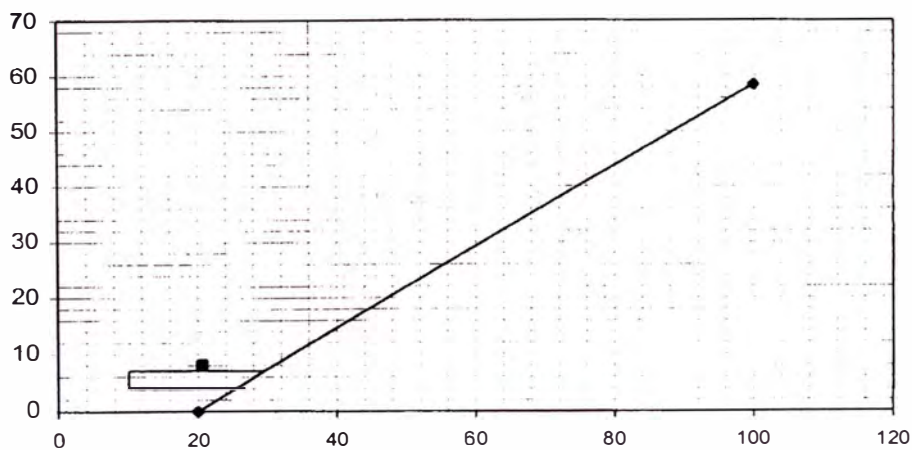
SOLICITANTE: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC				FECHA: Abril 2007			
PROYECTO: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb							
LOCALIZACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería							
SONDAJE: C - 3				OPERADOR: Y.F.A./M.A.L./K.C.L.			
MUESTRA: M - 2				REVISADO: ING. J. MARTINEZ			
PROF (m): 0.34-0.70							

ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
	1	2	1	2	3	4
CAPSULA N.	361	315	310	377	317	356
NUMERO DE GOLPES			14	24	27	39
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	14.70	14.30	18.00	17.30	19.40	15.30
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	14.40	13.80	16.90	16.20	18.00	14.40
3 PESO CAPSULA	11.62	10.28	11.65	10.91	11.17	9.98
4 PESO AGUA (1-2)	0.30	0.50	1.10	1.10	1.40	0.90
5 PESO SUELO SECO (2-3)	2.78	3.52	5.25	5.29	6.83	4.42
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	10.79	14.20	20.95	20.79	20.50	20.36
	L.P. = 12.50		L.L. = 20.65			

I.P. = 8.15



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL

ENSAYO DE COMPACTACION Y VALOR RELATIVO DE C.B.R.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

COMPACTACION - C.B.R.

VOL. MOLDE (cc)	Número de Capas : 5						Número de Capas : 5					
	Método de Compactación: "A" ASTM D - 1557 - 78						ASTM D - 1883 - 87					
	802.94	853.94	803.94				1899.68	1892.81	1498.68			
N° Golpes	25	25	25				13	25	56			
N° Molde	B	B	B				13	3	1			
P. Suelo Hum + Molde (gr)	3666	3792	3680				7475	7698	7888			
P. Molde (gr.)	1746	1746	1746				3542	3640	3414			
P. suelo húmedo (gr.)	1920	2046	1934				3934	4228	4474			
N° de recipiente	321	336	358	304	324	329						
P. suelo húmedo recipiente (gr.)	88.47	135.05	95.89	63.39	135.30	131.23						
P. suelo seco recipiente (gr.)	84.01	99.89	88.24	65.94	120.00	116.48						
Peso de agua (gr.)	4.46	5.17	7.45	7.45	15.30	14.75						
Peso de recipiente (gr.)	10.83	11.91	11.49	11.23	10.22	10.34						
P. suelo seco (gr.)	73.18	87.97	76.75	74.71	109.78	106.14						
Humedad (%)	6.09	5.88	6.71	6.97	13.34	13.69						
Promedio de Humedad	5.99	9.84	13.92									
Dens. Humeda (gr/cc)	2.227	2.368	2.336									
Dens. seca (gr/cc)	2.097	2.156	1.855									

CAP DEL ANILLO:			FAC. DEL ANILLO: 7.77			
N° Golpes	13	26	55			
N° MOLDE	2	3	1			
PENET	LECT DIAL	CARGA 1	LECT DIAL	CARGA 2	LECT DIAL	CARGA 3
0.025	1	3	1	3	4	10
0.050	2	5	2	5	7	18
0.075	3	8	3	8	10	26
0.100	4	10	5	14	14	35
0.150	5	13	9	25	24	62
0.200	7	18	14	36	33	85
0.250	10	26	20	52	41	106
0.268	13	34	30	78	49	127
0.400	20	52	47	122	64	156
0.500	30	76	68	170	77	195
0.600	40	104	90	233	85	246

0.1"	20	2.60	50	5.00	50	5.00
0.2"	52	3.47	62	6.13	96	6.33

Proyecto: Mejoramiento Estructural de Vías Admidadas con el Sistema Geowed
 Solicitante: Grupo 8 del Curso de Titulación
 Ubicación: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 Muestra: Suelo natural
 Ing. Resp: Ing. Jose Alberto Martinez Del Rosario
 Técnico: Y.F.A.M.A.L.
 Registro:
 Fecha: Marzo del 2007

RESULTADOS

MAX. DENS. SECA (gr/cc)	2.130
GIT. CONT. DE HUM (%)	9.99
CBR al 100% de la MDS (%)	5.0
CBR al 95% de la MDS (%)	4.0
RETIENE TAMIZ 3" o 2" (%)	
RET. TAMIZ 3/4" o N° 4" (%)	
PASA TAMIZ N° 200 (%)	48.89
CLAS. SUCS. o AASTHO	SC
PESO ESPECIFICO (gr/cc)	

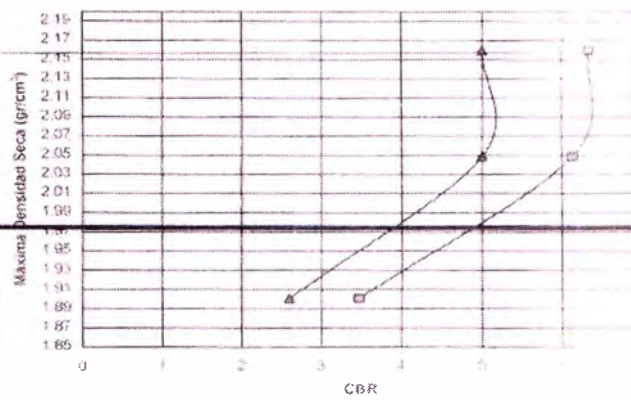
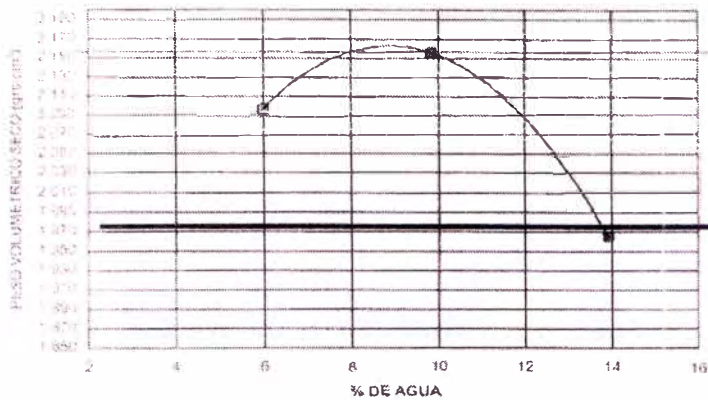
ABSORCION

Peso Suelo húmedo + Molde (gr)			
Peso Molde (gr)			
Peso Suelo Hum. Embebido (gr)			
Peso Suelo Hum. Sin Embebido (gr)			
Agua Absorbida (cc)			
Peso de suelo seco (gr)			
Abx. (cc/gr %)			

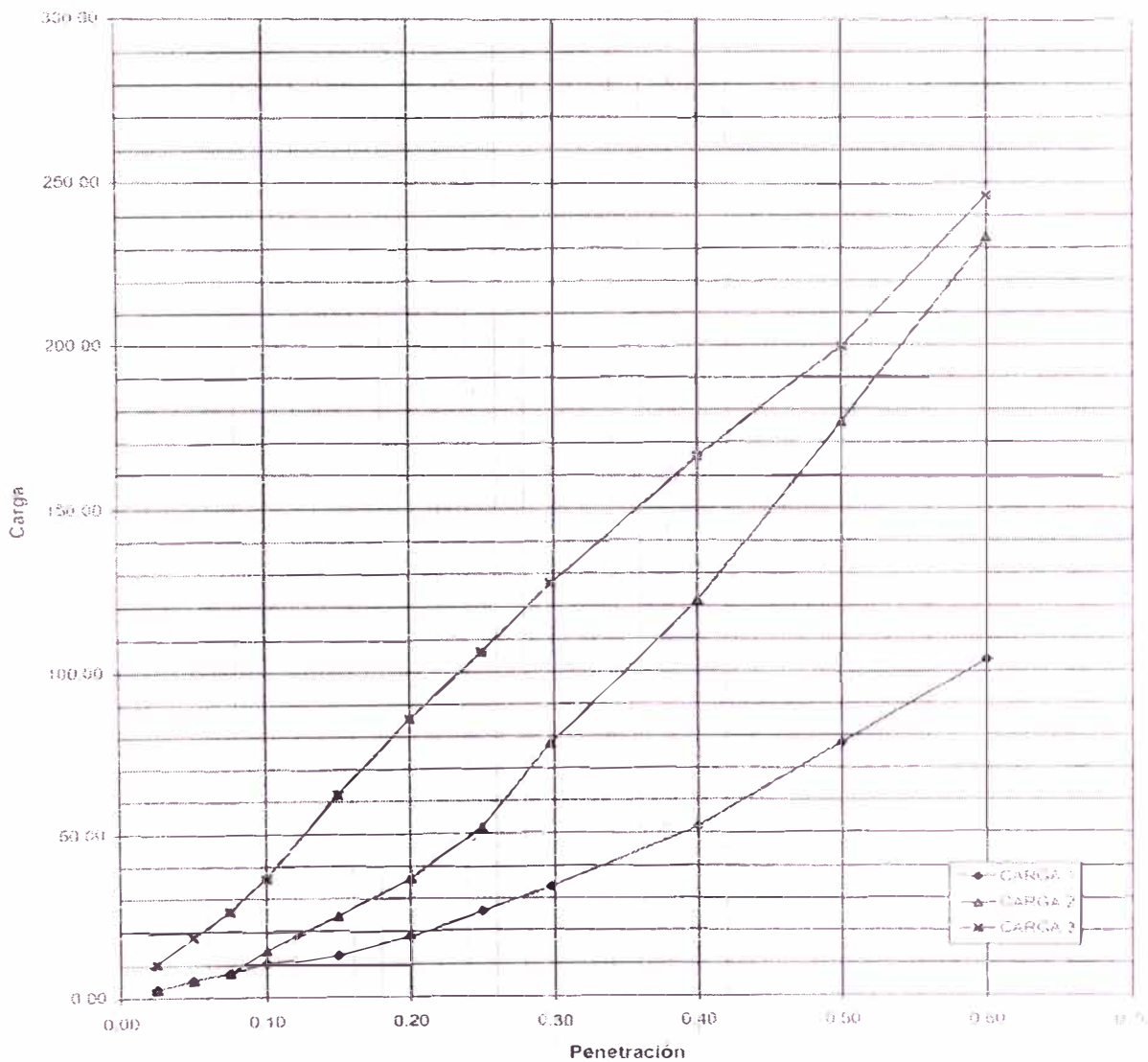
OBSERVACIONES

Grava:	0.00	Grasa:	0.00
		Fina:	0.00
Arenas:	51.50	Gruesa:	0.00
		Media:	0.00
Fino:	48.00	Fina:	0.00

FECHA	HORA	L.D.	L.D.	L.D.
% DE EXP.				



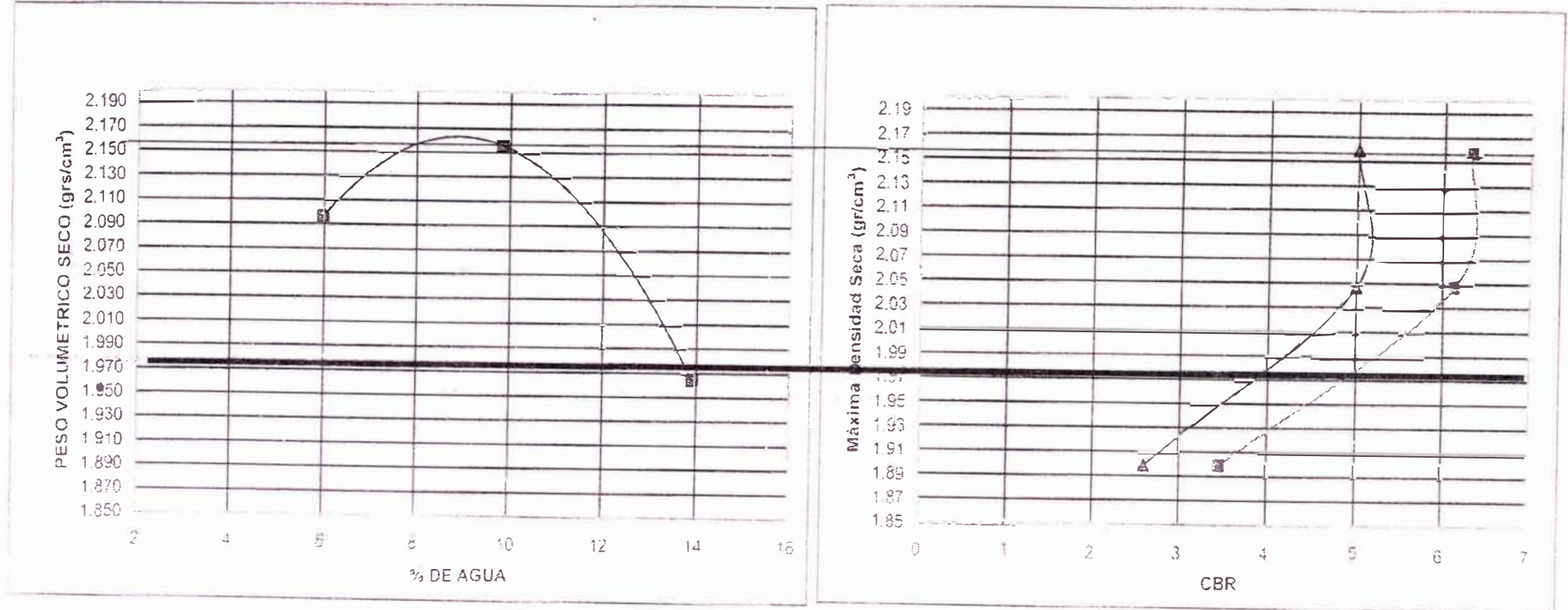
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA

AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA

Suelo natural





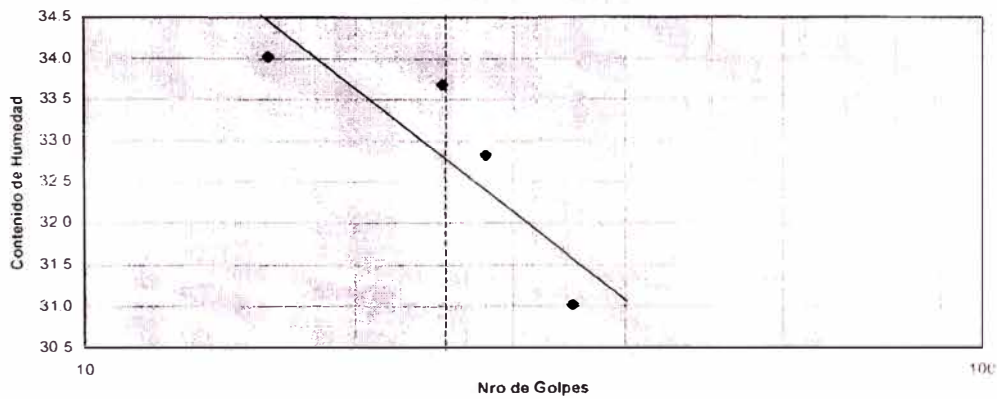
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE	Grupo 6 del Curso de Titulacion	FECHA	MARZO 2007
PROYECTO	Mejoramiento Estructural de Vias Afirmadas con el Sistema Geow	ENSAYO	
LOCALIZACION	Laboratorio Nacional de Hidraulica - Universidad Nacional de Inge	OPERADOR	M.A.L /K C.L.
SONDAJE		REVISADO	ING J MARTINEZ
MUESTRA	CBR PROF (m) :		

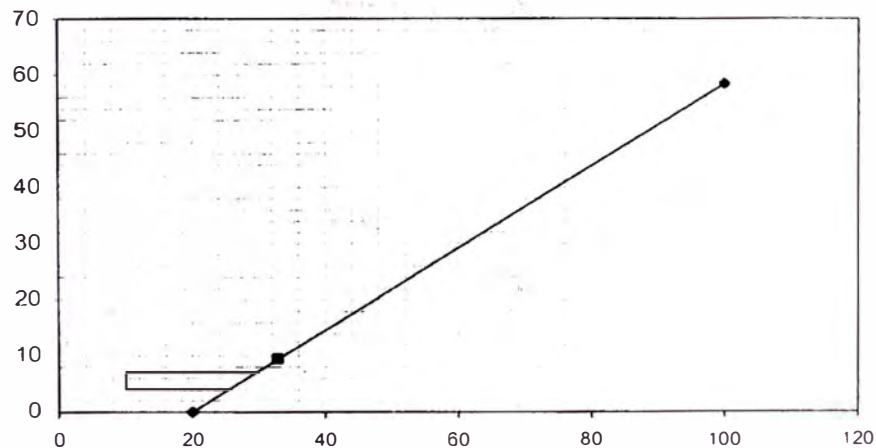
		LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
		1	2	1	2	3	4
ENSAYO No							
CAPSULA N		374	367	306	352	311	336
NUMERO DE GOLPES				16	25	28	35
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	14.65	13.87	19.10	17.79	21.96	23.45
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	14.16	13.28	16.98	15.86	19.57	20.63
3	PESO CAPSULA	12.09	10.73	10.75	10.13	12.29	11.54
4	PESO AGUA (1-2)	0.49	0.59	2.12	1.93	2.39	2.82
5	PESO SUELO SECO (2-3)	2.07	2.55	6.23	5.73	7.28	9.09
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	23.67	23.14	34.03	33.68	32.83	31.02
		L.P. =	23.40		L.L. =	32.89	

I.P. = 9.49

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : PAVIMENTACION
SOLICITADO : GRUPO N° 6
UBICACION : LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA - UNI
ELABORADO POR : M.A.L/K.C.L/Y.F.A

FECHA : MARZO 2007

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

MUESTRAS		Reja Izquierda		Reja Derecha	
CALICATA		C - 1		C - 1	
MUESTRA N°		Limo arcilloso		Arcilla Limosa	
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No		364		346	
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	114.83		104.33	
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	113.11		99.27	
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	1.72		5.06	
4. Peso de recipiente	grs	11.98		11.75	
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	101.13		87.52	
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	1.70		5.78	

MUESTRAS					
CALICATA					
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No					
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs				
2. Peso recipiente + suelo seco	grs				
3. Peso de agua	(1) - (2) grs				
4. Peso de recipiente	grs				
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs				
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %				

MUESTRAS					
CALICATA					
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No					
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs				
2. Peso recipiente + suelo seco	grs				
3. Peso de agua	(1) - (2) grs				
4. Peso de recipiente	grs				
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs				
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %				

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4

Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel:99912987 95242588
e-mail: lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uni.edu.pe



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs) A.S.T.M. - 854

Proyecto : PAVIMENTACION

Solicitado: GRUPO N° 6

Ubicacion: LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA - UNI

Fecha : MARZO 2007

UBICACIÓN	Reja Izquierda	Reja derecha				
MUESTRA	Limo Arcilloso	Arcilla Limosa				
CALICATA	C-1	C-2				
NRO DEL FRASCO	3	4				
1	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	209.5	202.2			
2	Peso del frasco volumétrico	109.6	102.3			
3	Peso del suelo seco (1 - 2) (gr)	99.9	99.9			
4	Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr)	422.6	415.2			
5	Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr)	359.6	352.3			
6	Volumen del suelo (3 + 5 - 4) (cm ³)	36.9	37.0			
7	Gs (3)/(6) gr/cc	2.7	2.7			

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4

Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería

Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel:99912987 95242588

e-mail: lnhgeo@yahoo.com

lnh_geo@uni.edu.pe



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
SOLICITADO : Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
UBICACIÓN : Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
HECHO POR : Y.F.A./M.A.L./K.C.L.

FECHA: 25 de Abril del 2007

DENSIDAD DE CAMPO ANILLO

MUESTRAS

CALICATA	Subrasante	Subrasante	Subrasante						
MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3						
PROFUNDIDAD (m)									
FRASCO No	307	339	343						
1. Peso recipiente + suelo húmedo	146.09	125.74	128.88						
2. Peso recipiente + suelo seco	122.85	104.17	109.82						
3. Peso de agua	23.24	21.57	19.06						
4. Peso de recipiente	12.93	12.93	12.93						
5. Peso de suelo seco	109.92	91.24	96.89						
6. Contenido de humedad	21.14	23.64	19.67						
7. Volumen del anillo	56.55	56.55	56.55						
8. Densidad seca	1.94	1.61	1.71						
9. Peso suelo húmedo	133.16	112.81	115.95						
10. Densidad húmeda	2.35	1.99	2.05						

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
Telf. (01) 481-1070 anexo 302 Cel:99912987 95242588
e-mail: lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uni.edu.pe

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE INCONFINADA

SOLICITADO: Grupo 4	UBICACIÓN: Universidad Nacional de Ingeniería
PROYECTO: Pavimentación	

SONDA: II	Grupo 6	PROJ: (L.S.I.A.R.)	FECHA: Abril 2007
MUESTRA: A		INALI (RADIO)	ENSAYO N°: 1

Cte de anillo de carga =	6.010
Cte de anillo de deformación =	1.000

PROPIEDADES FISICAS DEL ESPECIMEN

LIMITE DE CONSISTENCIA			
L.L. =	NT	I.P. =	NI'
L.P. =	NT	C.H. =	

GRANULOMETRIA	CLASIFICACION SUCS
GRAVA	
ARENA	
FINOS	

DENSIDADES (kg/cm³)			
γn =		γmax =	
γs =		γmin =	

DATOS DEL ESPECIMEN AL INICIO DE LA PRUEBA

Dimensiones (cm)		Areas (cm²)			
hs =		As =		Wi (g)	119.88
hc =		Ac =		Vi (cm³)	67.34
hi =		Ai =		γm (g/cm³) =	1.760
hm (mm) =	70	Am (cm²) =	9.62		

DATOS DEL ESPECIMEN AL FINAL DE LA PRUEBA

Dimensiones (cm)		Areas (cm²)			
hs =		As =		Wi (g)	132.50
hc =		Ac =		Vi (cm³)	10.60
hi =		Ai =		γm (g/cm³) =	12.497
hm (mm) =	60	Am (cm²) =	1.77		

Lectura en el dial de deformación	Lectura en el dial de deformación	deformación total	deformación unitaria	1 - A	Área corregida	Lectura en el dial de carga	Fuerza axial aplicada	Esfuerzo
0.000	0.000	0.000	0.0000	1.0000	5.69	0.0	0.00	0.000
3.500	0.001	0.035	0.0005	0.9995	5.70	1.0	0.19	0.033
7.000	0.003	0.070	0.0010	0.9990	5.70	3.2	0.19	0.033
10.500	0.004	0.105	0.0015	0.9985	5.70	7.2	0.38	0.066
17.500	0.007	0.175	0.0025	0.9975	5.71	23.5	0.57	0.099
24.500	0.010	0.245	0.0035	0.9965	5.71	43.0	0.94	0.165
35.000	0.014	0.350	0.0050	0.9950	5.72	48.0	1.89	0.330
52.500	0.021	0.525	0.0075	0.9925	5.74	7.0	3.77	0.658
70.000	0.028	0.700	0.0100	0.9900	5.75	11.6	5.66	0.984
87.500	0.034	0.875	0.0125	0.9875	5.77	16.5	7.36	1.276
105.000	0.041	1.050	0.0150	0.9850	5.78	21.8	9.06	1.567
122.500	0.048	1.225	0.0175	0.9825	5.79	28.8	9.81	1.693
140.000	0.055	1.400	0.0200	0.9800	5.81	35.0	11.27	1.940
157.500	0.062	1.575	0.0225	0.9775	5.82	40.4	12.53	2.154
175.000	0.069	1.750	0.0250	0.9750	5.84	46.0	13.45	2.304
192.500	0.076	1.925	0.0275	0.9725	5.85	50.8	14.55	2.484
210.000	0.083	2.100	0.0300	0.9700	5.87	54.8	15.09	2.571
227.500	0.090	2.275	0.0325	0.9675	5.88	56.2	15.64	2.657
245.000	0.096	2.450	0.0350	0.9650	5.90	56.4	15.82	2.681
262.500	0.103	2.625	0.0375	0.9625	5.92	54.2	15.09	2.551
280.000	0.110	2.800	0.0400	0.9600	5.93	52.0	14.55	2.453
297.500	0.117	2.975	0.0425	0.9575	5.95	43.0	11.27	1.896
315.000	0.124	3.150	0.0450	0.9550	5.96	38.0	9.43	1.582
332.500	0.131	3.325	0.0475	0.9525	5.98	35.0	7.55	1.263
350.000	0.138	3.500	0.0500	0.9500	5.99	33.8	5.66	0.944
385.000	0.152	3.850	0.0550	0.9450	6.02	29.0	3.77	0.626
420.000	0.165	4.200	0.0600	0.9400	6.05	25.8	2.83	0.467
455.000	0.179	4.550	0.0650	0.9350	6.08	23.0	2.08	0.341
490.000	0.193	4.900	0.0700	0.9300	6.12	21.0	1.70	0.277
560.000	0.220	5.600	0.0800	0.9200	6.19	20.0	0.94	0.152
630.000	0.248	6.300	0.0900	0.9100	6.25	17.0	0.94	0.151
700.000	0.276	7.000	0.1000	0.9000	6.33	12.0	0.94	0.149
770.000	0.303	7.700	0.1100	0.8900	6.40	6.0	0.94	0.147
840.000	0.331	8.400	0.1200	0.8800	6.47	3.0	0.94	0.146
910.000	0.358	9.100	0.1300	0.8700	6.54	2.0	0.75	0.115
980.000	0.386	9.800	0.1400	0.8600	6.62	1.0	0.57	0.085
1050.000	0.413	10.500	0.1500	0.8500	6.70	1.0	0.38	0.056

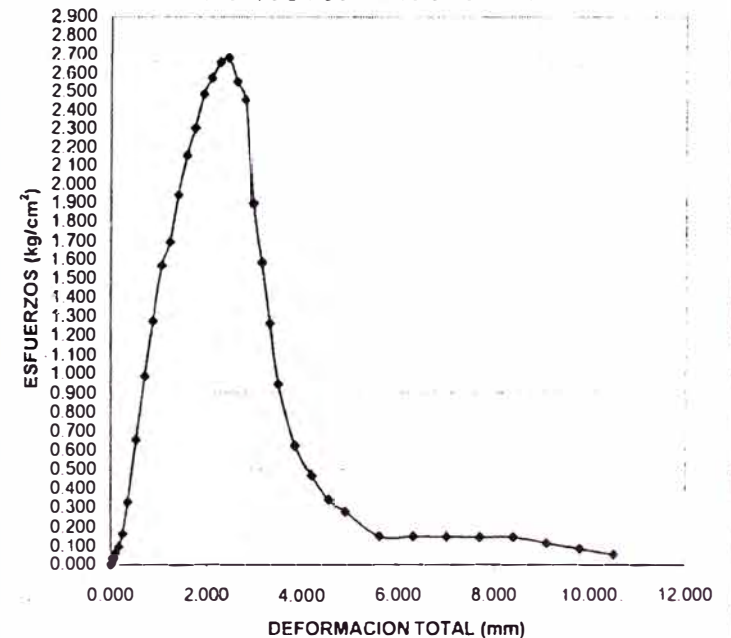
Contenido de humedad de la muestra

Tara N°	32
Peso de tara + sh	144.76
Peso de tara + ss	126.4
Peso de agua	18.36
Peso de tara	12.26
Peso de suelo seco	114.14
Cont. de Humedad	16.09

Esfuerzo último qu	2.69
Es del suelo	
c (fricción)	1.345

131.90

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE





LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
 AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : GRUPO PAVIMENTACION
 SOLICITADO :
 UBICACIÓN :
 HECHO POR :

FECHA: MARZO 2007

DENSIDAD DE CAMPO
 ANILLO

MUESTRAS	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 6
CALICATA	M-1	M-1	M-1
MUESTRA N°			
PROFUNDIDAD (m)			
FRASCO No	14	161	348
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs 143.40	129.38	108.89
2. Peso recipiente + suelo seco	grs 123.10	106.40	83.70
3. Peso de agua	(1) - (2) grs 20.30	22.98	25.19
4. Peso de recipiente	grs 15.72	10.94	12.93
5. Peso de suelo seco	(2) -(4) grs 107.38	95.46	70.77
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 % 18.90	24.07	35.59
7. Volumen del anillo	cc 56.55	56.55	56.55
8. Densidad seca	(5)/(7) 1.90	1.69	1.25
9. Peso suelo húmedo	(1)-(4) 127.68	118.44	95.96
10. Densidad húmeda	(9)/(7) 2.26	2.09	1.70

**LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

COMPACTACION - C.B.R

Número de Capas : 5					Número de Capas : 5					
Método de Compactación: "A" ASTM D - 1557 - 78					ASTM D - 1883 - 87					
VOL. MOLDE (cc)					1898.68	1898.68	1892.61			
N° Golpes					9	12	17			
N° Molde					2	1	3			
P° Suelo Hum + Molde (gr)					7032	7024	7362			
P° Molde (gr)					3642	3414	3640			
P° suelo húmedo (gr)					3490	3610	3722			
N° de recipiente	31	15	377		311	349	328	355	313	336
P° suelo hum+recipiente(gr)	112.25	123.83	113.03		105.96	92.49	112.00	105.04	92.10	87.20
P° suelo seco+recipiente(gr)	97.74	109.21	99.00		99.69	87.14	105.57	99.25	86.75	82.40
Peso de agua (gr)	14.51	15.62	14.03		6.27	5.35	6.43	5.79	5.35	4.80
Peso de recipiente (gr)	11.91	11.91	11.91		11.91	10.34	11.23	11.49	10.83	10.22
P° suelo seco (gr)	85.83	96.30	87.09		87.78	76.80	94.34	87.76	75.92	72.18
Humedad (%)	16.91	16.22	16.11		7.14	6.97	6.82	6.60	7.05	6.65
				Promedio de Humedad	7.05	6.71	6.85			
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.660	2.660	2.660	Dens. Húmeda (gr/cc)	1.838	1.901	1.967			
RELACION DE VACIOS	0.549	0.493	0.445	Dens. seca (gr/cc)	1.717	1.782	1.841			

CAP. DEL ANILLO:			FAC. DEL ANILLO: 7.77			
N° Golpes	9		12		17	
N° MOLDE	2		1		3	
PENET	LECT. DIAL	CARGA 1	LECT. DIAL	CARGA 2	LECT. DIAL	CARGA 3
0.000	0	0	0	0	0	0
0.025	1	3	3	8	4	10
0.050	1.2	3	4	10	7	18
0.075	1.5	4	4.5	12	8	21
0.100	2	5	5.2	13	10	26
0.150	2.5	6	6.1	16	14	36
0.200	2.5	6	6.9	18	17	44
0.250	2.9	8	7.8	20	20	52
0.298	3	8	8.1	21	22	57
0.400	3.5	9	9	23	27	70
0.500	3.9	10	10.1	26	30.1	78
0.600	4.5	12	10.9	28	33	85
0.1"	5	0.50	13	1.30	26	2.60
0.2"	7	0.47	19	1.27	44	2.93

Proyecto: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb
 Solicitado: Grupo 6 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 Ubicación: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 Muestra: Subrasante
 Ing. Resp: Ing. José Alberto Martínez Del Rosario
 Técnico: Y. F. ARI M. C.
 Registro:
 Fecha: 25 de Abril 2007

RESULTADOS

MAX DENS SECA (gr/cc)	2.263
OPT. CONT. DE HUM (%)	9.40
CBR al 100% de la MDS (%)	
CBR al 90% de la MDS (%)	
RET. TIENE TAMIZ 3" o 2" (%)	
RET. TAMIZ 3/4" o N° 4" (%)	8.2
PASA TAMIZ N° 200 (%)	52.78
CLAS. AUCS o AASTHO	CL
PCSO ESPECIFICO (gr/cc)	2.66

ABSORCION

Peso. Suelo Húmedo+Molde (gr)			
Peso Molde (gr)			
Peso Suelo Hum. Embetido (gr)			
Peso Suelo Hum. Sin Embetido (gr)			
Agua Absorbida (cc)			
Peso de suelo seco (gr)			
Absorción (%)			

OBSERVACIONES

Gravas	0.00	Gruesa	0.00
		Fina	4.43
Arenas	42.79	Gruesa	1.80
		Mediana	10.44
		Fina	30.56
Finos	52.78		

FECHA	HORA	L.D.	L.D.	L.D.
% DE EXP.				

ANEXO IV
PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Proyecto: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB

Obra: PAVIMENTACIÓN DE UN TRAMO DE VÍA CON APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS

Ubicación: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería

Fecha: Abr-07

MEMORIA DESCRIPTIVA

Ejecución de un tramo de vía de 10m de longitud por 3.5m de ancho con superficie de rodadura en afirmado

PAVIMENTACION CON APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
	PAVIMENTACION CON APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS				6,528.65
01	OBRAS PRELIMINARES				750.01
01.01	Limpieza de Terreno	Glb	1.00	70.00	70.00
01.02	Trazo, Nivelación y Replanteo	Glb	1.00	350.00	350.00
01.03	Movilización y Desmovilización de herramientas	Glb	1.00	100.00	100.00
01.04	Poza de prueba para degradación de suelo	Glb	1.00	174.01	174.01
01.05	Agua para la obra	Glb	1.00	56.00	56.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,080.32
02.01	Excavación de terreno	M3	42.00	24.43	1,026.12
02.02	Perfilado y Refine de terreno excavado	M3	5.00	10.84	54.19
03	CONCRETO SIMPLE				532.27
	MURO DE SEPARACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO				532.27
03.01	Encofrado	M2	13.20	17.74	234.17
03.02	Concreto Ciclópeo	M3	2.80	106.47	298.11
04	ESTRUCTURA				4,166.05
04.01	Conformación de Material Degradado (Incluye Impermeabilización)	M3	42.00	31.89	1,339.38
04.02	Colocación de Geotextil de Separación	M2	38.50	1.01	38.89
04.03	Conformación de Subbase	M2	38.50	29.06	1,118.81
04.04	Conformación de Base (Incluye Geocelda)	M2	38.50	30.89	1,189.27
04.05	Conformación de Superficie de Rodadura	M2	38.50	12.46	479.71

PRESUPUESTO**Proyecto:** MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB**Obra:** POZA DE PRUEBA PARA DEGRADACIÓN DE MATERIAL**Ubicación:** Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería**Fecha:** Abr-07**MEMORIA DESCRIPTIVA**

Ejecución de una poza de prueba para determinar los factores de degradación del suelo

POZA DE PRUEBA PARA DEGRADACIÓN DE SUELO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
	Poza de prueba para degradacion de suelo				174.01
01	OBRAS PRELIMINARES				174.01
01.01	Excavación y perfilado de poza de 1mx1m	M3	1.00	32.52	32.52
01.02	Impermeabilizado de poza	M3	1.00	22.53	22.53
01.03	Relleno Manual con Material Propio	M3	1.00	18.97	18.97
01.04	Ensayos de Laboratorio	Glb	1.00	100.00	100.00

GASTOS GENERALES**Proyecto:** MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB**Obra:** PAVIMENTACIÓN DE UN TRAMO DE UNA VÍA CON APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS**Ubicación:** Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería**Fecha:** Abr-07**ANALISIS DE GASTOS GENERALES**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
	GASTOS GENERALES				416.00
01	DIRECCION Y SUPERVISIÓN DE OBRA				0.00
	Jefe de Proyecto	Mes	0.25	0.00	0.00
	Maestro de Obra	Mes	0.25	0.00	0.00
02	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD				16.00
	Casco de seguridad	Und.	2.00	8.00	16.00
03	MOVILIDAD				0.00
	Movilidad	Glb	1.00	0.00	0.00
04	SERVICIOS				400.00
	Ensayos de Laboratorio	Glb	1.00	400.00	400.00

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VÍAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWEB
Obra: PAVIMENTACIÓN DE UN TRAMO DE UNA VÍA CON APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS
Ubicación: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
Fecha: Abr-07

MEMORIA DESCRIPTIVA

Ejecución de un tramo de vía de 10m de longitud por 3.5m de ancho con superficie de rodadura en afirmado

PARTIDA N° : EXCAVACIÓN LOCALIZADA MANUAL
RENDIMIENTO : 3.50 M3/ DIA **UND:** M3

DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MANO DE OBRA						21.05	21.88
AYUDANTE	1.00	H-H	2.2857	9.21	21.05		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.63	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	21.05	0.63		

PARTIDA N° : REFINE DE EXCAVACIÓN LOCALIZADA
RENDIMIENTO : 7.00 M3/ DIA **UND:** M3

DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MANO DE OBRA						10.52	10.84
AYUDANTE	1.00	H-H	1.1429	9.21	10.52		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.32	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	10.52	0.32		

PARTIDA N° : IMPERMEABILIZADO DE POZA DE PRUEBA
RENDIMIENTO : 30.00 M3/ DIA **UND:** M3

DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MATERIALES						20.00	22.53
PLASTICO		ML	5.0000	4.00	20.00		
MANO DE OBRA						2.46	
AYUDANTE	1.00	H-H	0.2667	9.21	2.46		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.07	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	2.46	0.07		

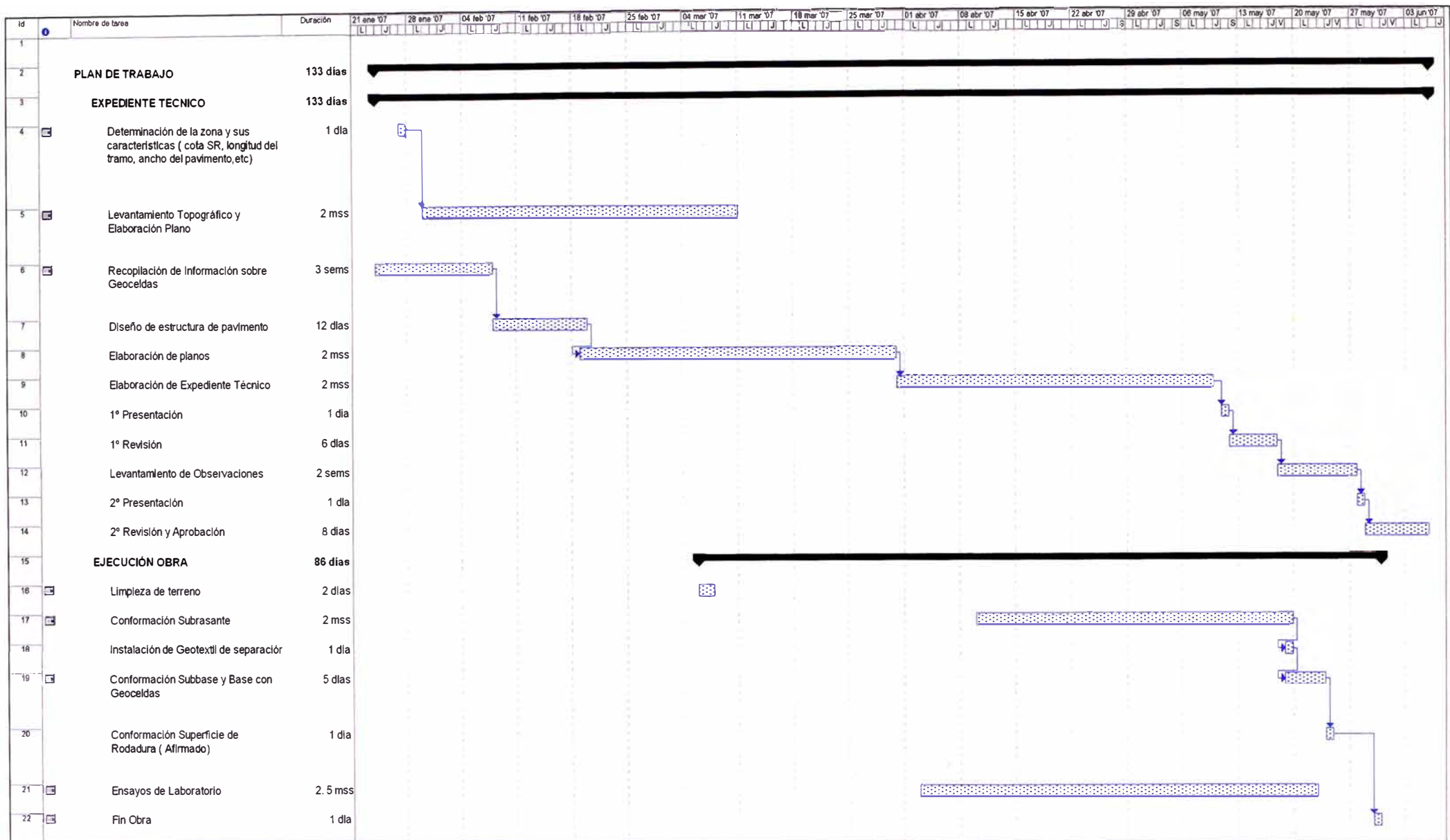
PARTIDA N° : RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO
RENDIMIENTO : 4.00 M3 / DIA **UND:** M3

DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MANO DE OBRA						18.42	18.97
AYUDANTE	1.00	H-H	2.0000	9.21	18.42		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.55	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	18.42	0.55		

PARTIDA N° : EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PESADA RENDIMIENTO : 33.00 M3/ DIA								UND: M3
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.	
MANO DE OBRA						2.23	24.43	
AYUDANTE	1.00	H-H	0.2424	9.21	2.23			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						22.20		
RETROEXCAVADORA	1.00	H-M	0.2424	91.30	22.13			
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	2.23	0.07			
PARTIDA N° : REFINE DE EXCAVACIÓN LOCALIZADA RENDIMIENTO : 7.00 M3/ DIA								UND: M3
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.	
MANO DE OBRA						10.52	10.84	
AYUDANTE	1.00	H-H	1.1429	9.21	10.52			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.32		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	10.52	0.32			
PARTIDA N° : CONCRETO CICLÓPEO 1:6 + 25%PG RENDIMIENTO : 3.00 M3/ DIA								UND: M3
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.	
MATERIAL						91.03	106.47	
HORMIGON		M3	0.9825	0.00	0.00			
CEMENTO PORTLAND TIPO I		BLS	6.1000	14.92	91.03			
PIEDRA 8"		M3	0.3625	0.00	0.00			
MANO DE OBRA						14.98		
OFICIAL	0.10	H-H	0.2667	10.15	2.71			
AYUDANTE	0.50	H-H	1.3333	9.21	12.28			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.45		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	14.98	0.45			
PARTIDA N° : ENCOFRADO DE CONCRETO CICLÓPEO RENDIMIENTO : 12.00 M2/ DIA								UND: M2
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.	
MATERIAL						7.93	17.74	
MADERA TORNILLO		P2	1.9819	2.29	4.54			
CLAVOS		KG	0.4815	2.76	1.33			
ALAMBRE NEGRO A NRO. 8		KG	0.7603	2.71	2.06			
MANO DE OBRA						9.52		
OFICIAL	0.50	H-H	0.3333	10.15	3.38			
AYUDANTE	1.00	H-H	0.6667	9.21	6.14			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.29		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	9.52	0.29			

PARTIDA N° : CONFORMACIÓN DE MATERIAL DEGRADADO (INCLUYE IMPERMEABILIZACIÓN) RENDIMIENTO : 18.00 M3/ DIA UND: M3							
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MATERIALES						2.38	31.89
PLASTICO		ML	0.5952	4.00	2.38		
MANO DE OBRA						12.28	
AYUDANTE	3.00	H-H	1.3333	9.21	12.28		
TAMIZADO DE MATERIAL						16.37	
AYUDANTE	2.00	H-H	1.7778	9.21	16.37		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.86	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	28.65	0.86		
PARTIDA N° : COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL DE SEPARACIÓN RENDIMIENTO : 75.00 M2/ DIA UND: M2							
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MANO DE OBRA						0.98	1.01
AYUDANTE	1.00	H-H	0.1067	9.21	0.98		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						0.03	
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	0.98	0.03		
PARTIDA N° : CONFORMACIÓN DE SUBBASE RENDIMIENTO : 80.00 M2/ DIA UND: M2							
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MATERIALES						7.35	29.06
AFIRMADO		M3	0.3500	21.00	7.35		
MANO DE OBRA						1.84	
AYUDANTE	2.00	H-H	0.2000	9.21	1.84		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						19.87	
RODILLO COMPACTADOR		H-M	2.5000	7.93	19.81		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	1.84	0.06		
PARTIDA N° : CONFORMACIÓN DE BASE RENDIMIENTO : 80.00 M2/ DIA UND: M2							
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MATERIALES						13.14	30.89
AFIRMADO		M3	0.1500	21.00	3.15		
GEOCELDA		M2	0.3500	28.53	9.99		
MANO DE OBRA						1.84	
AYUDANTE	2.00	H-H	0.2000	9.21	1.84		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						15.91	
RODILLO COMPACTADOR		H-M	2.0000	7.93	15.85		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	1.84	0.06		
PARTIDA N° : CONFORMACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA RENDIMIENTO : 100.00 M2/ DIA UND: M2							
DESCRIPCION	CUADRILLA	UND	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL S/.
MATERIALES						1.05	12.46
AFIRMADO		M3	0.0500	21.00	1.05		
MANO DE OBRA						1.84	
AYUDANTE	2.00	H-H	0.2000	9.21	1.84		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						9.57	
RODILLO COMPACTADOR		H-M	1.2000	7.93	9.51		
HERRAMIENTAS	3.00	%	0.0300	1.84	0.06		

ANEXO V
PROGRAMACION DE
OBRA



Proyecto: Cronograma de Trabajo
Fecha: Abril 2007

Tarea
División



Progreso
Hito



Resumen
Resumen del proyecto



Tareas externas
Hito externo



Fecha límite



ANEXO VI

**FORMATO DE
PROTOCOLO DE
CONTROL DE
CALIDAD**

FORMATO DE PROTOCOLO DE VERIFICACION DE TRABAJOS DEL SISTEMA GEOWEB

Obra: Mejoramiento Estructural de Vías Afirmadas con el Sistema Geoweb

Protocolo N° : _____

Fecha : _____

Ubicación : _____	
Verificación de CBR de Subrasante Fecha :	<input type="checkbox"/> Se realizó la verificación respectiva (conformidad con los resultados de laboratorio) Lamina de plano para la verificación de los detalles _____
Verificación de Trabajos Topográficos Fecha :	<input type="checkbox"/> Se efectuó la actividad de trazado de la estructura del pavimento <input type="checkbox"/> Se realizó la verificación en las dimensiones del área de trabajo <input type="checkbox"/> Se realizó la verificación de los niveles topográficos
Verificación del Geotextil de separación Fecha :	<input type="checkbox"/> Tipo de Geotextil (_____) <input type="checkbox"/> Clase y Polímero de Geotextil (_____) <input type="checkbox"/> Se verificó la correcta instalación del geotextil <input type="checkbox"/> Se hicieron los anclajes en los bordes
Verificación de las Geoceldas Fecha :	<input type="checkbox"/> Se verificó el certificado de fabricación de las geoceldas (Conformidad con el material, elementos, medidas y ubicación) <input type="checkbox"/> Se verificó el certificado de garantía del producto Código del plano para la verificación de los detalles _____
Observaciones: _____ _____	
Verificación de la Colocación del Sistema Fecha :	<input type="checkbox"/> Se realizó la correcta colocación del sistema <input type="checkbox"/> Se verificó el grado de compactación de las capas de afirmado <input type="checkbox"/> Se verificó el grado de compactación de las capas de afirmado Código del plano para la verificación de los detalles _____
Observaciones: _____ _____	
Verificación del Sistema de seguridad Fecha :	<input type="checkbox"/> Se realizó el control de seguridad de acuerdo a las normas establecidas
Observaciones: _____ _____	

V°B° Supervisor Obra
Nombre Supervisor

V°B° Supervisor de Seguridad
Nombre Ingeniero Contratista

V°B° Ing. Control de Calidad
Nombre Ingeniero Contratista