



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“GEOTEXILES EN VIAS TERRESTRES”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
DANTE WILFRIDO HEREDIA OROZCO



MEXICO, D. F.

JUNIO 1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	PAG.
I.- INTRODUCCION. ....	1
I.1.- Antecedentes .....	3
II.- DIFERENTES TIPOS DE GEOTEXTILES Y SUS USOS EN VIAS TERRESTRES .....	5
II.1.- Separación de materiales en vías terrestres..	7
II.2.- Geotextiles como auxiliares en el drenaje de suelos .....	12
II.3.- Geotextiles como auxiliares contra la erosión de suelos .....	17
II.4.- Geotextiles como refuerzo de suelos.....	18
II.5.- Geotextiles como soporte temporal (ADEMES)...	36
III.- CARACTERISTICAS O NORMAS PARA LOS DIFERENTES USOS.....	38
III.1.- Propiedades generales .....	40
III.2.- Propiedades mecánicas .....	41
III.3.- Propiedades hidráulicas .....	49

III.4.- Prueba para endurecimiento y propiedades de durabilidad .....	52
III.5.- Propiedad físicas .....	55
IV.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION CON GEOTEXTILES. ....	67
IV.1.- Construcción de la margen izquierda del puente coatzacoalco .....	67
IV.2.- Solucion de grietas en pavimentos .....	69
IV.3.- Proceso constructivo de un subdren con geotextil .....	74
V.- CONCLUSIONES.....	77

## I.- INTRODUCCION.

La finalidad de esta tesis es la de hacer mención que es un geotextil, para que sirva, donde se puede utilizar y diferentes pruebas que hay que realizarle, por lo que en los capítulos de este libro se dará una explicación más detallada.

Hay obras de Ingeniería Civil, que se encuentran situadas en zonas de suelos blandos y compresibles que se caracterizan por su baja resistencia y alta relación de vacíos, o áreas pantanosas en los que existen suelos con alto contenido de agua y materia orgánica. Estos tipos de suelos presentan problemas de inestabilidad cuando se utilizan como elemento de soporte y a largo plazo problemas de asentamientos.

En la construcción de caminos donde el clima es de tipo ecuatorial o de tipo monzónico, se debe tener cuidado por el bajo poder de soporte de los suelos en estado húmedo, lo que es una característica común debido al elevado régimen pluvial. Este problema se resolvería si se localizara material rocoso a distancia razonable de transporte para colocar una adecuada base del camino, otra solución sería el empleo de recursos naturales como en el caso de la amazonía Peruana que utilizaron troncos de árboles adyacentes al camino y sobre los cuales se colocó una base de piedra de río, o en la carretera costera de Bangkok a Siracha en Tailandia, donde se utilizó bambú como refuerzo de la

cimentación en contacto subsuelo-terraplen; aunque el empleo de recursos naturales no siempre es lo mas indicado porque a largo plazo se llega a modificar la ecología de una región. Con el desarrollo de técnicas modernas dentro de la industria textil han surgido membranas sintéticas que en las últimas décadas han sido aprovechadas por los ingenieros dedicados a la geotécnia, impulsados por factores ecológicos, y porque han encontrado que simplifican los procedimientos de construcción.

## I.1 .- ANTECEDENTES.

Antes de la era cristiana, nuestros antepasados ya empleaban el concepto de reforzar materiales de construcción, con productos fibrosos como paja, heno, varas y otros materiales para la estabilización de suelos en la construcción de caminos, o como los aztecas que utilizaron la tierra armada o adobe para la construcción de sus casas o de sus calzadas. Estos son en realidad algunos antecedentes históricos de la finalidad de los modernos geotextiles.

Sin duda el surgimiento de los geotextiles, ha sido una consecuencia directa del progreso tecnológico en el campo de las fibras textiles sintéticas no biodegradables, con propiedades superiores a las de las fibras naturales.

Según la American Society for Testing and Materials (ASTM) los geotextiles son telas permeables que combinadas con otros materiales geotécnicos, son utilizados en algún proyecto, sistema o estructura realizado por el hombre, aunque esta definición es bastante general.

Otra definición es que los geotextiles son telas específicamente desarrolladas para ser utilizadas en combinación con el suelo, por lo que es necesario para su fabricación, emplear materiales que no pierdan sus propiedades al encontrarse en dicho ambiente y por lo mismo se emplean para tal fin productos plásticos no biodegradables, como el polipropileno, poliéster, polietileno

y nylon; todos estos productos son derivados de la industria petroquímica.

A partir de dichos materiales plásticos que se obtienen originalmente en forma de polvo o gránulos, se forman elementos que pueden ser manejados por equipos textiles, tales como las fibras, hilos, cintas etc. existiendo muchas variedades dentro de cada categoría, estos productos son posteriormente transformados mediante procesos textiles, para formar telas tejidas, no tejidas y combinadas principalmente. En 1935 se publicó un trabajo que describe 8 diferentes experimentos utilizando telas textiles de los cuales algunos duraron casi 9 años, y en los reportes se concluyó que tanto la tela como el camino se encontraban en buenas condiciones. A excepción de esta y alguna otra experiencia aislada se puede concluir que los geotextiles son materiales relativamente recientes, que han tenido un desarrollo vertiginoso habiendose empleado según estadísticas, la cantidad de 690 millones de m<sup>2</sup> en todo el mundo durante el lapso de 1968 a 1981.

CONSUMO DE GEOTEXTILES EN EL MUNDO EN EL LAPSO DE 1968 - 1981  
SEGUN LA REVISTA " TEXTILE INDUSTRIES " EDICION V./83.

Categoría	Consumo millones de m <sup>2</sup>
No tejidos	590 ( 85 % )
tejidos	100 ( 15 % )
total	690 ( 100 % )

## II.- DIFERENTES TIPOS DE GEOTEXTILES Y SUS USOS EN VIAS TERRESTRES.

Los geotextiles son telas específicamente desarrolladas para ser utilizadas en combinación con el suelo, por lo que incorpora elementos que forman los 2 principales grupos de geotextiles que son:

### TEJIDOS Y NO TEJIDOS.

Los tejidos se caracterizan por la disposición geométrica regular de los elementos individuales entre si, los cuales se entrelazan formando un ángulo de 90 .

Los no tejidos presentan una disposición de las fibras que puede ser desde completamente errática a preferentemente orientada en alguna dirección.

Se puede resumir que los geotextiles mas usuales son los no tejidos entre los que destacan los termosellados en los cuales la tela se forma por fusión de los elementos individuales en las zonas donde se cruzan. Los punzonados, en los cuales las fibras se entrelazan por medio de la acción de agujas. Los impregnados, los cuales forman fuertes uniones entre las fibras por medio de resinas especiales que se curan por temperatura en un horno.

Como consecuencia de los diferentes materiales y procesos que se emplean, se obtiene una gama muy extensa de geotextiles, con una combinación de propiedades muy variada, pudiéndose

encontrar geotextiles que pesan menos de 150 gr/m<sup>2</sup> a otros que pesan hasta 1000 gr/m<sup>2</sup>.

En cuanto a resistencia nos encontramos con materiales que resisten menos de 5 kg/cm<sup>2</sup> en tensión, hasta los que resisten 200 kg/cm<sup>2</sup>.

#### CLASIFICACION DE LOS GEOTEXTILES SEGUN SU USO

Los geotextiles se pueden clasificar de acuerdo a su uso de la siguiente manera:

SEPARACION DE MATERIALES

DRENAJE DE SUELOS

CONTROL DE LA EROSION DE SUELOS

REFUERZO

SOPORTE TEMPORAL ( ADEMÁS )

## II.1.- SEPARACION DE MATERIALES EN VIAS TERRESTRES.

Los geotextiles usados como separadores de materiales, se utilizan como capa anticontaminante entre la capa rompedora de capilaridad de una carretera y la capa subrasante; su función será la de evitar que particulas de la capa subrasante penetren en el material granular que constituye la capa rompedora.

Quizá la función mas importante de separación de materiales es en el caso de vias de ferrocarril, donde por efecto de la acumulación de humedad en los terraplenes y la vibración producida por el tráfico, se tienen problemas de desniveles y asentamientos en las vias.

El efecto combinado de humedad y cargas provoca la incrustación del balasto dentro de la subrasante y favorece el bombeo de particulas finas de la subrasante, lo que origina que el balasto se contamine. La solución tradicional a este problema es colocar una capa de subbalasto, que funcione como capa de transición y evita la contaminación de la subrasante.

De estudios realizados, utilizando geotextiles como separadores entre la subrasante y el balasto para evitar la contaminación de ésta se obtuvieron los siguientes resultados.

a).- La separación de la subrasante y el balasto por el geotextil, previene la contaminación del balasto por

incrustación.

b).- Algunos tipos de telas permiten el movimiento del agua, sin permitir el bombeo de partículas finas.

c).- Incrementa el rango de respuesta elástica del suelo bajo carga, lo cual tiene el efecto de una más amplia distribución de la carga.

De una serie de pruebas triaxiales en arenas densas y sueltas colocando geotextiles en diferentes profundidades dentro de los arreglos, sometiendo los especímenes a bajas y altas presiones de confinamiento, B. Broms obtuvo las siguientes conclusiones.

a).- El esfuerzo de falla es aproximadamente el doble cuando se coloca la tela en el lugar adecuado dentro del arreglo.

b).- El esfuerzo de falla no se ve afectado cuando el geotextil es colocado en forma inadecuada.

c).- El módulo de elasticidad de la arena se incrementa cuando el geotextil se coloca adecuadamente.

Similarmente P. M. Jarret efectuó pruebas de placa sobre pavimentos de grava construidos sobre turba, con y sin geotextiles colocados entre cada material concluyendo que:

a).- Para que el geotextil proporcione un refuerzo significativo, es necesario que se elongue y coloque sin arrugas.

b).- Los geotextiles menos extensibles poseen mayor potencial de refuerzo.

c).- la posición del geotextil dentro de la capa de base, es importante para su efectividad.

Por otro lado, Barksdale y Zeevaert realizaron una serie de experimentos con un geotextil, construyendo réplicas de caminos revestidos sobre suelo arcilloso, en dos fosas de prueba de 0.90 m. y 2.50 m. de diametro respectivamente, colocando al geotextil entre la arcilla y el revestimiento de grava, sometiendo el arreglo a ciclos de aplicación de carga, variando los espesores de grava.

Sus conclusiones fueron: (ver fig 2.1 y 2.2).

a).- Los geotextiles efectivamente refuerzan y mejoran la resistencia de los sistemas suelo - agregado, bajo cargas dinámicas. Se obtuvieron incrementos hasta del 800 % en la vida útil de caminos simulados, empleando como parámetro de medición, la resistencia y profundidad de las deflexiones originadas por la carga.

b).- Geotextiles con alto módulo de elongación tienen mejor desempeño como refuerzo que los de bajo módulo.

c).- Con el uso de geotextiles es posible obtener ahorros en agregados que va de un 25 a un 40 % si el suelo es blando.

d).- El beneficio del geotextil es mayor para VRS menores a 3.

El refuerzo que proporcionan los geotextiles de acuerdo a lo anterior dependen esencialmente de las propiedades mecánicas del textil y de las condiciones de uso.

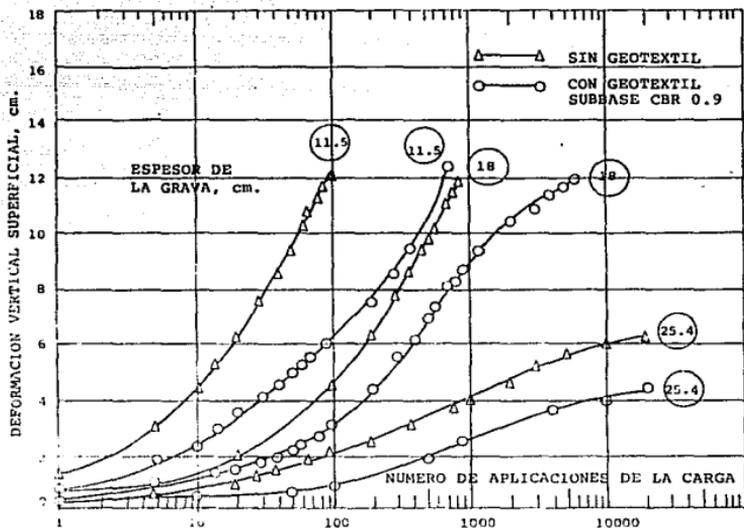


Figura 2.1 Deformación Vertical Superficial como Función del Número de Aplicaciones de la Carga con y sin Geotextil. Pozo de 0.9 m. de Diámetro.

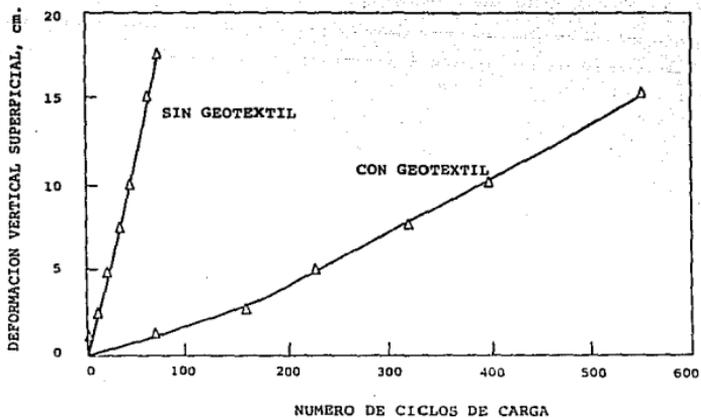


Figura 2.2 Deformación Vertical Superficial como Función de la Aplicación de la Carga con y sin Geotextil en el -- Poso de 2.5 m. de Diámetro.

## II.2.- GEOTEXTILES COMO AUXILIARES EN EL DRENAJE DE SUELOS.

La presencia de agua dentro de la estructura de las vías terrestres, es la principal causa de fallas que ocasiona importantes inversiones en la conservación de las obras. Por lo tanto toda obra bien proyectada incluye como uno de los primeros trabajos a considerar, el del drenaje.

Así para proteger los pavimentos de carreteras, aeropistas, patios de ferrocarril etc. se han empleado drenes de trinchera para lograr abatir el nivel del agua a profundidades donde no representen peligro para los pavimentos. Estos drenes se rellenan con una mezcla de grava y arena en una proporción tal que cumplan con una curva granulométrica especificada. A este material se le denomina filtro y se coloca formando una plantilla donde descansa un tubo perforado que tiene como función desalojar rápidamente el agua.

Posteriormente se rellena la trinchera hasta cierto nivel y se cubre con material impermeable del lugar ver fig. 2.3.

La curva granulométrica especificada pretende lograr que exista una distribución tal que los tamaños de partículas en el material cumplan las condiciones establecidas por Terzaghi para lograr dos objetivos a la vez:

El primero, denominado criterio de suficiente permeabilidad, que demanda que los espacios que quedan entre las partículas sean tales que permitan una suficiente capacidad de

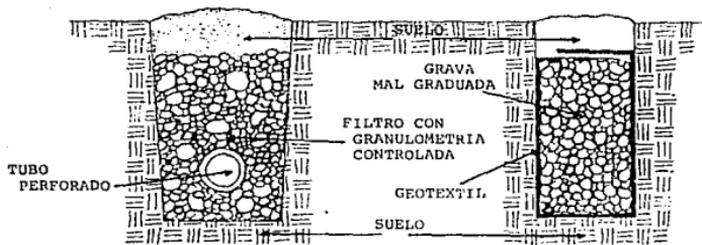


Fig. 2.3

COMPARACION ENTRE UN SUBDREN CONVENCIONAL  
Y UN SUBDREN CON GEOTEXTIL

conducción del agua.

La segunda, conocida como criterio de retención, que establece que los espacios deben ser tales que las partículas finas del suelo deben quedar retenidas.

Por lo tanto, en un dren tradicional, grava - arena tiene una función doble que es la de filtrar y conducir el agua. Así la retención de finos se realiza en la masa del material petreo. Los geotextiles han abierto una brecha en este campo, con un nuevo concepto, lograr que el suelo sea su propio filtro, así en los sistemas de drenaje de suelos que emplean geotextil, se remplaza el filtro de grava - arena por grava gruesa mal graduada, misma que se envuelve con el geotextil, para evitar que las partículas finas del suelo la penetren. De este modo, la operación del sistema se rige por las siguientes etapas:

1.- ETAPA INICIAL.- El agua presente en el subsuelo acarrea finos hasta la superficie de la tela cuyas aberturas controlan el paso de las partículas; Si son más gruesas que los poros de la tela quedan retenidas; Si son más pequeñas, pasan a través de ella. En esta etapa se lleva a cabo un lavado inicial del suelo. Es solo aquí cuando el geotextil funciona como un verdadero filtro.

2.- REORDENAMIENTO.- Como el número de poros o aberturas del geotextil es muy pequeño, comparado con el número de partículas de suelo presentes, se establece una competencia entre estas, para tratar de fluir hacia el dren arrastradas

por el agua.

Esto causa un bloqueo o puenteo entre ellas, que ocasiona que la mayoría de ellas quede atrapada por las demás. Es por este motivo que gradualmente comienza a clarificar el agua que se obtiene a la salida del dren pues cada vez menos partículas logran pasar.

3.- ESTABILIZACION.- En este momento ha quedado completamente formada, una capa de suelo, predominantemente formada por partículas gruesas, localizada alrededor de la tela.

Alrededor de esta capa se sitúa una segunda capa constituida por material con una curva granulométrica más amplia, cercana a la composición original del suelo, éste es el filtro del sistema.

A partir de este momento, la función del geotextil será la de impedir que se erosione el filtro de suelo, luego entonces la tela solo sirvió como auténtico filtro hasta que quedó formado aquel. Por lo tanto se concluye que la tela es un prefiltro.

Las aplicaciones prácticas de este sistema pueden ser en el drenaje subterráneo de carreteras, aeropuertos, vías de ferrocarril etc.

Las ventajas que se obtienen son las siguientes:

Menor costo por posible omisión del tubo perforado, posibilidad de reducción de la sección transversal del dren, lo que implica menos excavación, posibilidad de empleo de

agregados en gréña, mayor sencillez y rapidez de construcción, además de ahorros futuros en mantenimiento de los drenes.

Prevención del movimiento de suelos finos en gravas o en tubos del sistema de subdrenaje. Esto tiene el efecto de eliminar la necesidad de un filtro invertido, consistente de varias capas graduadas de arena y grava.

Prevención de la penetración y pérdida de un material grueso de alta permeabilidad en el suelo adyacente.

Eliminación de la necesidad de algunos filtros graduados en las construcciones de presas de tierra, en los conductos de drenajes y áreas de las galerías de drenaje.

Facilitar el drenaje entre muros de retención temporales y permanentes.

### II.3.- GEOTEXTILES COMO AUXILIARES CONTRA LA EROSION DE SUELOS.

La principal aplicación para las telas en este caso, es la protección de taludes de carreteras, caminos y ferrocarriles, en cuyo caso la instalación de la tela sobre el bordo es seguida por la descarga de grava, enrocamientos o bien gaviones.

A diferencia de la aplicación en subdrenes, el flujo del agua aquí es en ambos sentidos, debiendo tener el geotextil suficiente capacidad para liberar la presión hidrostática, sobre todo si se trata de una vía terrestre que pasa junto al mar. Es de suma importancia seleccionar adecuadamente el revestimiento que se coloca sobre el geotextil, toda vez que estará sujeto a la acción de las olas.

#### II.4.- GEOTEXTILES COMO REFUERZO DE SUELOS.

Los geotextiles usados como refuerzo en suelos con bajo valor relativo de soporte, ayuda a controlar los esfuerzos en el suelo de cimentación debido al esfuerzo cortante horizontal movilizado por las cargas verticales, esto hace que la membrana trabaje a tensión, lo cual distribuye la carga sobre un área más grande y por esto decrece su intensidad sobre el terreno.

Un decremento en el esfuerzo significa menor probabilidad de falla y menores asentamientos.

A continuación se presentan algunos de los usos más frecuentes del refuerzo con geotextiles, en la construcción y mantenimiento de vías terrestres.

Empleo de geotextiles en la cimentación de carreteras construidas sobre suelo blando.

Al utilizar un geotextil como separador entre la subrasante de bajo valor relativo de soporte y el material que constituirá el pavimento, se tienen ventajas ya que se evita la contaminación de los materiales, así mismo se puede utilizar como refuerzo de cimentación y estabilizador de carreteras.

Cuando se trabaja con suelos blandos en la construcción de carreteras y se tiene que mejorar dicho terreno con materiales de algún banco de préstamo cercano, se presenta el problema de la penetración del material que forma el

terraplén con el terreno de cimentación, que esta en función del máximo esfuerzo transmitido al suelo en su frontera con el agregado.

Por este motivo se empleo el uso de membranas, en pruebas de laboratorio utilizando modelos a escala como el que se muestra en la fig. 2.4, donde se observaron los diferentes desplazamientos que se presentan al cargar un sistema Suelo Blando - Agregado y un sistema Suelo Blando - Geotextil - Agregado ver fig. 2.5.

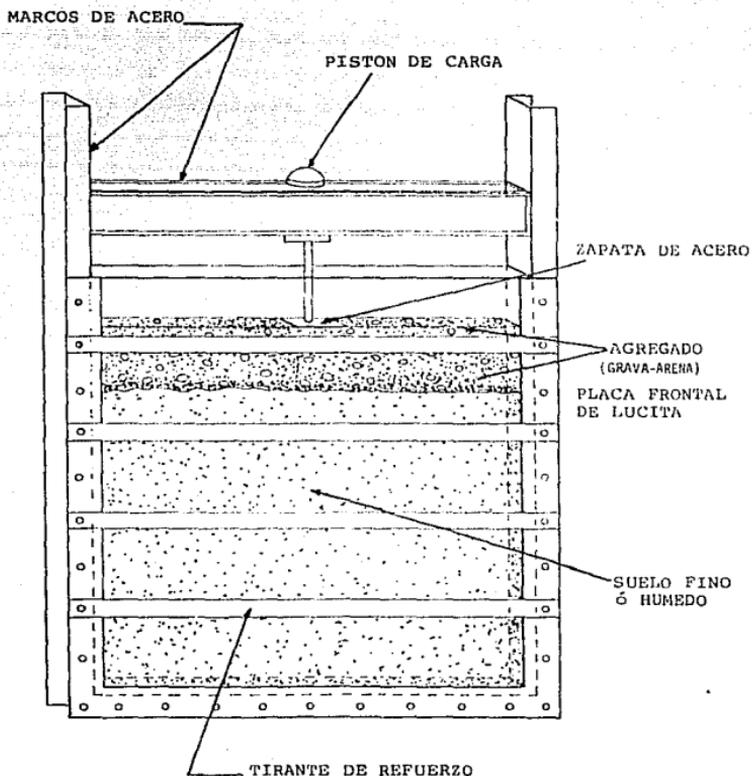
De estas pruebas se observó que existe una relación aproximadamente lineal entre la profundidad de penetración y el número de ciclos de carga en los sistemas sin membrana y en los sistemas con membrana esa relación se presenta antes de las 2 pulgadas de penetración.

En fosas de prueba ver fig. 2.6 la penetración a largo plazo en el sistema Terraplen - Geotextil - Suelo es del orden de la séptima parte de la registrada en el sistema Terraplén - Suelo.

En base a los estudios realizados, el Tecnológico de Georgia en E.U.A. propone un modelo consistente en curvas idealizadas que relacionan la profundidad de endentación y el número de cargas cíclicas dicho modelo aparece en la fig. 2.7 y se explica en las fig. 2.8, 2.9 y 2.10.

La hipótesis a la que se llegó sostiene que se encuentran cuatro regiones o etapas de carga en el sistema terraplén -

Fig. 2.4 Equipo para estudiar la respuesta estructural de los sistemas: Terraplén-Suelo; Terraplén-Geotextil-Suelo.



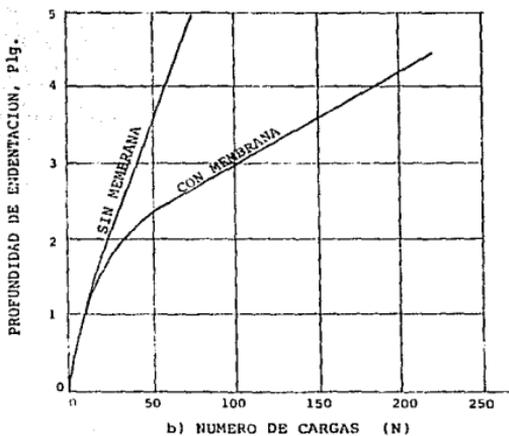
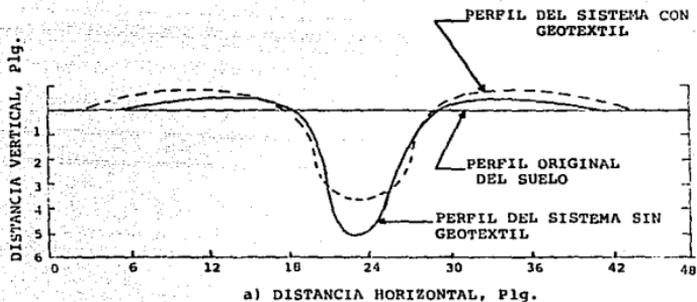
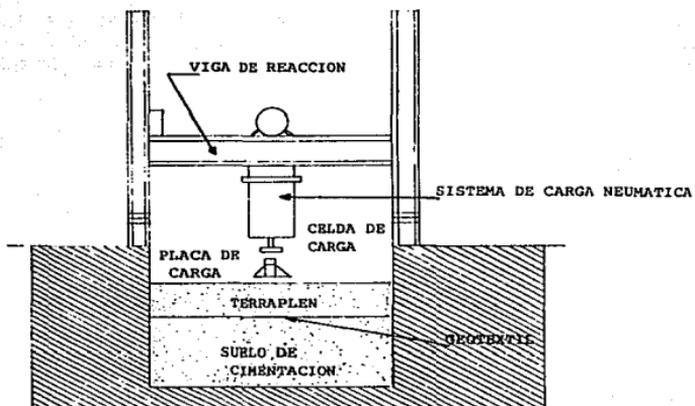


Fig. 2.5 Profundidad de endentación relacionada con:  
 a) Distancia horizontal y b) Repeticiones de carga.



**Fig. 2.6** DIAGRAMA ESQUEMATICO DE  
FOSAS DE PRUEBA.

**SISTEMAS TERRAPLEN-GEOTEXTIL-SUELO;  
APLICACION DE CARGA DINAMINA.**

NUMERO DE CICLOS DE CARGA

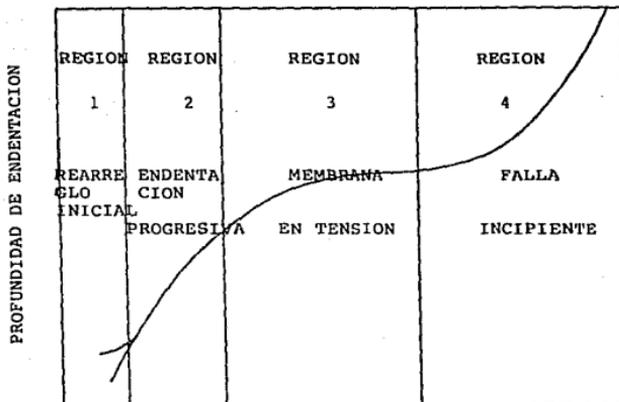


Fig. 2.7 MODELO DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AGREGADO-GEOTEXTIL-SUELO.  
CURVAS IDEALIZADAS DE PROFUNDIDAD DE ENDENTACION VER SUS NUMEROS DE REPETICIONES DE CARGA.

REGION 1: REARREGLO INICIAL.

CUANDO SE TIENE UN ESPESOR PEQUEÑO DE AGREGADO Y UN SISTEMA ALTAMENTE REFORZADO, LA CURVA TIENE FUERTE PENDIENTE HASTA QUE EL SISTEMA ACUSA DEFORMACION PLASTICA. EN SISTEMAS CON ESPESOR DEL AGREGADO, LA RESISTENCIA A LA DEFLEXION DE AQUEL PUEDE CAMBIAR COMO RESULTADO DE SU COMPACTACION Y PENETRACION DEL AGREGADO SOBRE EL SISTEMA GEOTEXTIL-SUELO.

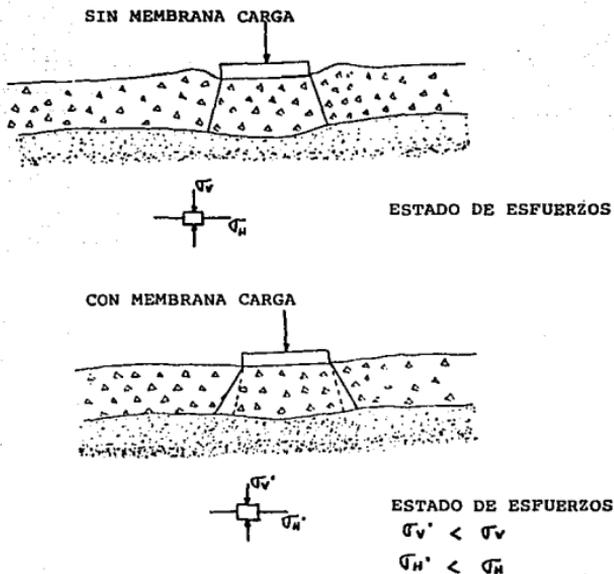
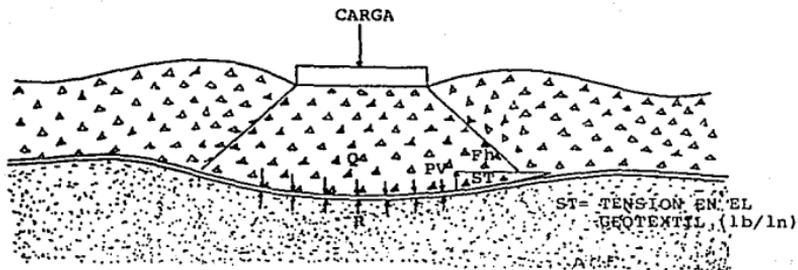


Fig. 2.8

REGION 2 ENDENTACION PROGRESIVA.

EN ESTA REGION LAS DEFORMACIONES SON PEQUEÑAS, EL GEOTEXTIL NO RECIBE AUN TENSIONES SIGNIFICATIVAS. EL MECANISMO POSTULADO AQUI ES QUE LA MEMBRANA ACTUA REDUCIENDO LOS ESFUERZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PORQUE CONTIENE AL AGREGADO Y REPARTE LA CARGA.



R= ESFUERZOS DE REACCION DEL SUELO.  
 Q= ESFUERZOS EN EL GEOTEXTIL.

$$R = Q - PV / \text{area.}$$

Fig. 2.9 REGION 3: MEMBRANA DE TENSION SIGNIFICATIVA.

CUANDO LA PROFUNDIDAD DE ENDENTACION SE INCREMENTA, LA MEMBRANA QUE ESTA PRACTICAMENTE ANCLADA SE ELONGA Y ABSORBE PARTE DE LA CARGA DEBIDO A QUE SE FORMA UN PLANO INCLINADO DEL GEOTEXTIL EN TENSION Y LA LINEA DE ACCION DE LAS CARGAS TRANSMITIDAS BAJO ESTAS CIRCUNSTANCIAS EL GRADO DE EDENTACION DECRECE YA QUE EL ESPUEZO EN EL GEOTEXTIL AUMENTA.

R = ESFUERZO DE REACCION DEL SUELO  
 St = TENSION EN EL GEOTEXTIL  
 Q = ESFUERZOS SOBRE EL GEOTEXTIL

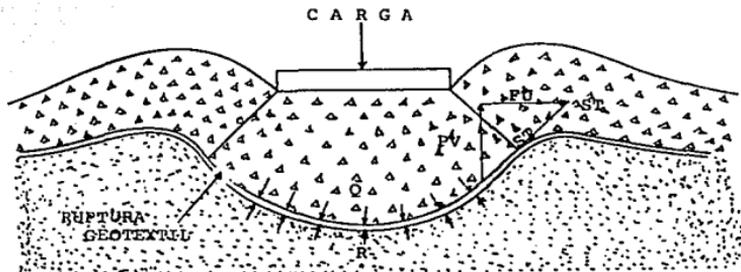


Fig. 2.10 REGION 4: FALLA INCIPIENTE.

LA ENDENTACION CONTINUA Y EL AGREGADO NO PUEDE REPARTIR MAS LA CARGA, DEBIDO A LA COMPLETA FALLA POR CORTANTE DE LA ZONA DE AGREGADO EN FORMA DE CONO TRUNCADO QUE SE ENCUENTRA ENTRE LA PLACA DE CARGA Y LA MEMBRANA. EL GEOTEXTIL ABSORBE CADA VEZ MAS DE LA CARGA HASTA QUE FALLA; EN ESTA ULTIMA REGION EL VALOR DE LA ENDENTACION AUMENTA.

**Geotextil - Suelo que son:**

**REGION 1.- Rearreglo Inicial:**

A pocas repeticiones de carga, la superficie de endentación de la estructura puede presentar formas diversas.

Cuando se tiene un espesor pequeño de terraplén y un sistema altamente esforzado, la curva tiene elevada pendiente hasta que ocurren en el sistema deformaciones plásticas.

En sistemas con gran espesor de terraplén, la resistencia a la deformación de aquel puede cambiar como resultado de su compactación, y penetración del agregado sobre el sistema Geotextil - Suelo.

**REGION 2.- Endentación Progresiva:**

En esta región las deflexiones son pequeñas, el geotextil no recibe aún tensiones significativas.

El mecanismo postulado aquí es que la membrana actúa reduciendo las fuerzas verticales y horizontales porque contienen al terraplén y reparten la carga. Esta etapa depende del módulo de deformación inicial del geotextil.

**REGION 3.- Membrana en Tensión Significativa:**

Cuando la profundidad de endentación crece, la membrana que está prácticamente anclada, se enlarga absorbiendo parte de la carga debido a que se forma un plano inclinado entre el geotextil en tensión y la línea de acción de las cargas transmitidas. Bajo estas circunstancias el grado de

penetración decrece cuando el esfuerzo en el geotextil aumenta.

#### REGION 4.- Falla Incipiente:

Como continúa la endentación, el agregado no puede repartir más la carga debido a falla por cortante en forma de cono truncado que se encuentra entre la placa de carga y la membrana; el geotextil toma cada vez mayor parte de la carga hasta que falla y en estas condiciones el valor de la endentación aumenta apreciablemente.

Los investigadores J. Lai y Q. Robnett en base a las pruebas realizadas concluyeron que la membrana mejora el comportamiento del sistema Terraplén - Suelo, sometido a las cargas repetidas de los vehículos.

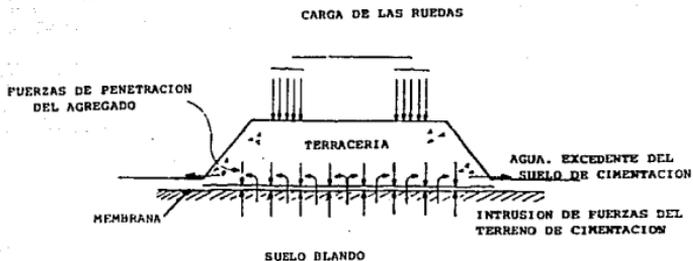
Entre los mecanismos que influyen debe mencionarse ver fig. 2.11:

a).- Restricción de la membrana: Hay dos tipos de restricciones que son:

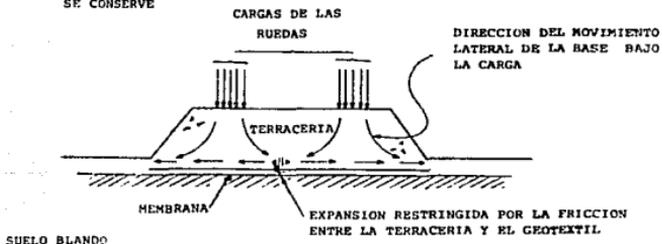
La primera se refiere a la concavidad de la membrana en la zona donde pasa la rueda y a la presión o sobrecarga aparente aplicada al sistema, tal efecto debe incrementar la resistencia al cortante o flujo plástico del suelo desde el contacto con la rueda.

La segunda restricción ocurre cuando el agregado en la interfase tiende a moverse debajo del Area cargada pero su movimiento es restringido debido al esfuerzo a tensión de la

- a) LA MEMBRANA COMO SEPARADOR PREVIENE EL DETERIORO DE LA SECCION DISEÑADA



- b) LA RESTRICCION LATERAL DE GEOTEXTIL HACE QUE LA TERRACERIA SE CONSERVE



- c) EL GEOTEXTIL ABSORBE PARTE DE LA CARGA DE LAS RUEDAS

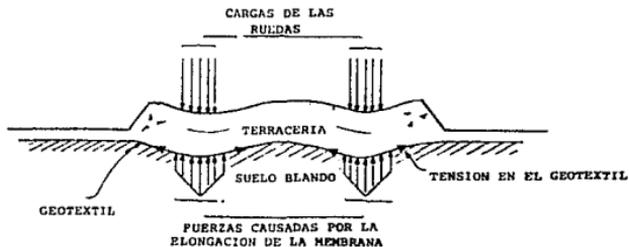


Fig. 2.11 MECANISMO DEL EFECTO ESTRUCTURAL DE LOS GEOTEXTILES EN LA CONSERVACION DE LA CARRETERA.

membrana.

La resistencia y módulo del material agregado se afectan posteriormente, por este incremento del confinamiento.

b).- Efecto de membrana: Cuando la carretera se somete a grandes deformaciones, el geotextil cede y desarrolla esfuerzos de tensión en un plano dependiendo su magnitud de la resistencia y el módulo de la membrana . Se induce un esfuerzo normal perpendicular al plano de la tela con magnitud igual al esfuerzo en el plano dividido por el radio de curvatura inducida al textil.

Para una carga vehicular dada y peso propio del cuerpo de la carretera habra una reducción en la profundidad de endentación del agregado.

c).- Fricción y condiciones de frontera: La fricción desarrollada a lo largo de la interfase Agregado - Textil y la adhesión en la interfase Geotextil - Suelo crea un estrato de frontera, que es dúctil y resistente a la tensión.

La efectividad de este fenómeno está muy relacionado a la magnitud de la fricción adhesión desarrollada en la interfase.

d).- Refuerzo local: Las cargas concentradas debido al peso del agregado y la carga vehicular impuesta puede causar una falla por punzonamiento o falla local en la superficie de contacto Agregado - Subrasante.

El uso de membranas entre el agregado y el suelo blando

servirá para distribuir la carga, reducir esfuerzos localizados y en general proveer un incremento en la resistencia al desplazamiento vertical.

De los estudios realizados, se comprueba que se ha mejorado ostensiblemente el comportamiento de las terracerías cuando se refuerzan con geotextiles que tengan las propiedades mecánicas y químicas adecuadas para obtener el beneficio a los requerimientos específicos de trabajo para el cual fue diseñado.

#### USO DE GEOTEXTILES PARA ESTABILIZAR TALUDES

Cuando se construye un terraplén y se pone un geotextil como refuerzo de cimentación, el riesgo de falla puede reducirse por la fricción y adherencia del sistema ver fig. 2.12, 2.13, 2.14, y 2.15.

Cuando los cortes efectuados para una carretera se tienen suelos de mala calidad, fácilmente erosionables, el uso de geotextiles como recubrimiento es el adecuado.

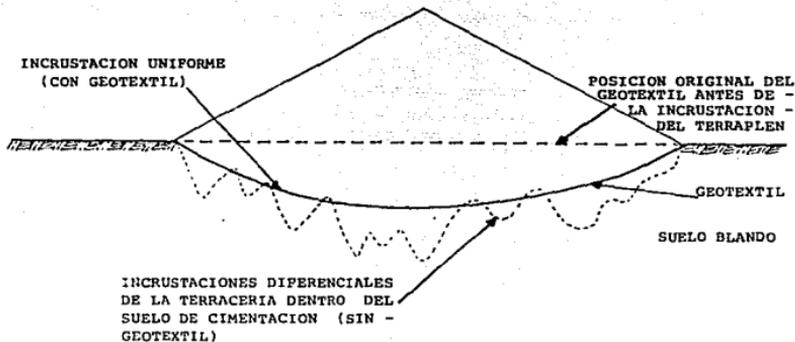


Fig. 2.12

CONTRIBUCION DEL GEOTEXTIL: EVITAR FALLAS LOCALIZADAS DEL SUELO DE CIMENTACION Y GRIETAS EN EL TERRAPLEN.

- a) LA RESISTENCIA A LA ELONGACION (MODULO) DEL TEXTIL IMPIDE QUE EL RELLENO SE INCRUSTE MASIVAMENTE DENTRO DEL SUELO, DISMINUYENDO - LA PROFUNDIDAD DE LA ENDENTACION.
- b) LA PENETRACION DEL TERRAPLEN DENTRO DEL SUELO DE DESPLANTE ES MUCHO MAS UNIFORME. LOGRANDO DE ESTE MODO ASENTAMIENTOS MAS UNIFORMES PARA LA DISTRIBUCION HOMOGENEA DE LOS ESPUERZOS Y PREVINIENDOSE AGRIETAMIENTOS Y DEFORMACIONES EXCESIVAS EN RASANTE.
- c) SE LOGRA UNA DISMINUCION MUY GRANDE DEL CONSUMO DE MATERIAL DE BANCO PARA EL MISMO NIVEL DE RASANTE (EXISTEN EXPERIENCIAS DONDE EL USO DE GEOTEXILES HA AHORRADO MATERIALES HASTA EN UN 40%.

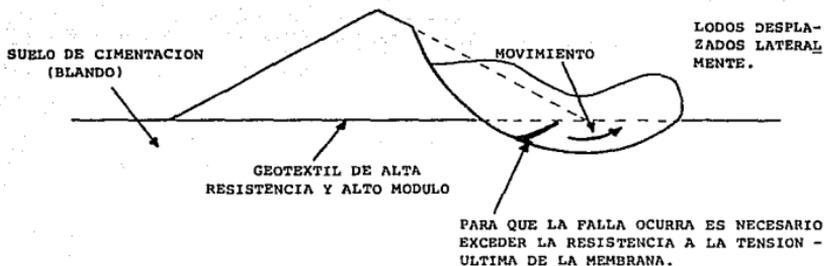


Fig. 2.13

CONTRIBUCION DEL GEOTEXTIL: PREVENIR FALLAS DEL SUELO DE CIMENTACION/FALLAS ROTACIONALES.

- a) LA ALTA RESISTENCIA A LA TENSION DEL TEXTIL, MAS LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DEL SUELO, PREVIENEN LA FALLA.
- b) PARA QUE LO ANTERIOR SE LOGRE, SE DESARROLLA UNA ALTA TENSION EN LA TELA, CON UNA ELONGACION MUY PEQUEÑA (ALTO MODULO).



Fig. 2.14

CONTRIBUCION DEL GEOTEXTIL: EVITAR DESPLAZAMIENTO EXCESIVO DEL SUELO BLANDO (EXTRUSION).

- a) LA ALTA RESISTENCIA A LA ELONGACION DE LA TELA DISTRIBUYE LA CARGA, EVITANDO ASI DESPLAZAR AL SUELO Y PREVIENIENDO HUNDIMIENTOS AL TERRA DLEN EN SU PARTE CENTRAL.
- b) LA GENERACION DE FRICCION ENTRE EL SUELO Y LA TELA ASEGURA QUE PARTE DE LOS ESFUERZOS GENERADOS POR LAS OBRAS SERAN TRANSMITIDOS A LA MEMBRANA.

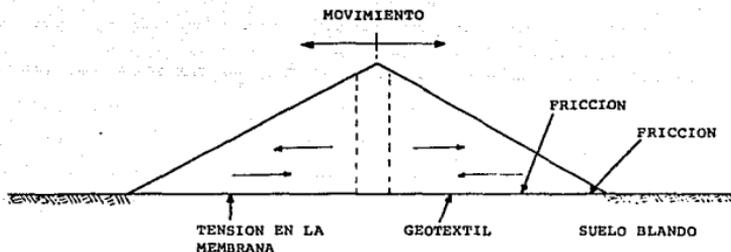


Fig. 2.15

CONTRIBUCION DEL GEOTEXTIL: PREVENIR DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES Y DESLIZAMIENTOS DEL TERRAPLEN.

- a) LA FRICCIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL CONTACTO TERRAPLEN-MEMBRANA Y SUELO-MEMBRANA, EVITAN EL POTENCIAL DESLIZAMIENTO.
- b) LA ALTA RESISTENCIA A LA ELONGACION DEL GEOTEXTIL (MODULO), EVITA DESPLAZAMIENTOS LATERALES DEL MATERIAL DE BANCO.

## II.5.- GEOTEXTILES COMO SOPORTE TEMPORAL ( ADENES )

Los geotextiles pueden actuar como moldes para ser llenados con otros materiales y pueden así satisfacer la forma y topografía de cualquier superficie en la cual se va a colocar.

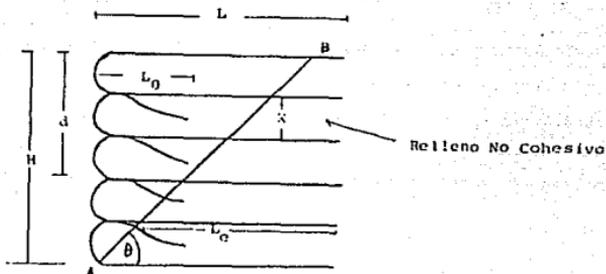
La permeabilidad controlable permite fácilmente el escape de aire o agua pero contiene el material permanentemente inyectado.

En la construcción de muros de contención, mediante cápsulas de tierra confinadas por geotextiles, el esfuerzo es unidireccional, donde la tensión del geotextil se opone al empuje de la tierra ver fig. 2.16.

Por su rapidez y relativa sencillez de ejecución, es ideal este procedimiento, para obras temporales o de pequeña envergadura.

Fig. 2.16

**ESQUEMA CONCEPTUAL DE UN MURO DE CONTENCIÓN  
ARMADO CON GEOTEXTIL.**



$H$  = ALTURA HASTA LA CORONA DEL MURO.

$d$  = ALTURA DESDE LA CORONA DEL MURO HASTA LA PARTE INFERIOR DE LA CAPSULA.

$x$  = ESPACIAMIENTO ENTRE CAPSULAS.

$L_0$  = LONGITUD DE TRASLAPE DE LA CAPSULA DENTRO DEL SISTEMA.

$L_0$  = LONGITUD DE ANCLAJE DEL GEOTEXTIL DENTRO DE LA ZONA PASIVA DE LA ESTRUCTURA.

$L$  = LONGITUD TOTAL DE LA ZONA RELLENADA.

$\overline{AB}$  = PLANO DE FALLA.

$\beta$  = ANGULO DEL PLANO DE FALLA =  $45^\circ + \frac{\phi}{2}$

### III.- CARACTERISTICAS O NORMAS PARA LOS DIFERENTES USOS; PRUEBA DE TENSION PARA GEOTEXTILES.

En la ingeniería de suelos la aplicación de membranas sintéticas utilizadas como refuerzo a la tensión puede ser estudiada a través de sus características mecánicas, hidráulicas y de resistencia al ataque de agentes químicos.

Para cada proyecto en particular, existiran una serie de propiedades de los geotextiles que van directamente relacionado con la función que se pretende asignar a la tela y otro grupo de propiedades que tienen que ver con la capacidad de dicho material para conservar su integridad y como consecuencia mantener su eficacia durante toda la vida útil de la obra. Este último grupo de propiedades influye definitivamente en el diseño del procedimiento constructivo, el cual debe considerar la necesidad de tomar precauciones para evitar daño al geotextil durante su instalación o bien seleccionar alguno que posea la suficiente fortaleza para no tener que modificar el procedimiento de construcción dependiendo de las condiciones que prevalezcan en cada proyecto.

En 1977 el comité D-13 de la ASTM ( en textiles ) creó un nuevo comité para evaluar, modificar y sugerir métodos de prueba para membranas geotécnicas.

Tomando como referencia áreas de métodos comunes de prueba se concluyó que las características de los geotextiles pueden

**estudiarse en base a sus:**

**PROPIEDADES GENERALES.**

**PROPIEDADES MECANICAS.**

**PROPIEDADES HIDRAULICAS.**

**ENDURECIMIENTO Y PROPIEDADES DE DURABILIDAD.**

**PROPIEDADES FISICAS.**

### III.1.- PROPIEDADES GENERALES.

**PESO:** El peso es una propiedad que se toma en cuenta para determinar el grado de dificultad que puede representar la colocación manual del producto bajo diferentes condiciones.

**COMPOSICION QUIMICA:** Ya sea con esta propiedad o con el peso específico se puede determinar si el geotextil flotará o se hundirá al instalarse en zonas con tirante de agua, así como otros factores de su comportamiento.

**ABSORCION DE AGUA:** Existen geotextiles hidrofílicos, que absorben agua o hidrofóbicos, que la rechazan. Un material hidrofílico puede ser inconveniente cuando se instala manualmente en zonas inundadas pues se vuelve muy pesado y difícil de manejar. En cambio en algun tipo de trabajos en alta mar, sería deseable que la tela se hunda por si misma sin tener que lastrarla.

### III.2.- PROPIEDADES MECANICAS.

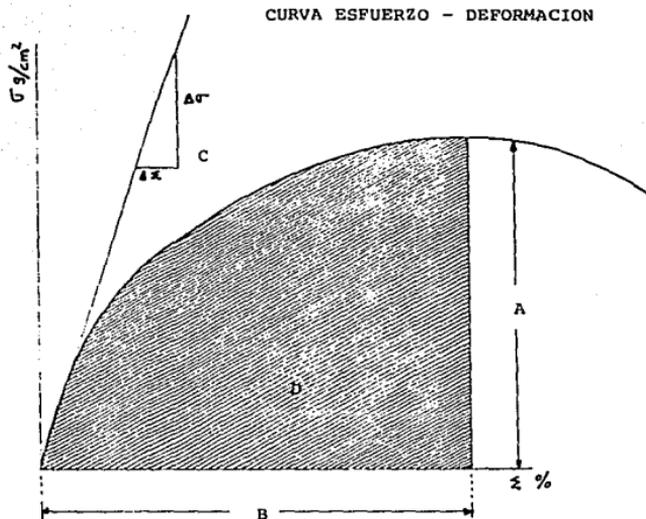
Se denominan propiedades mecánicas de los geotextiles a las siguientes características:

a).- RESISTENCIA A LA TENSION: Al someter un geotextil a un esfuerzo de tracción, la resistencia del material a ser deformado se manifiesta mediante una tensión que se desarrolla en el plano del mismo. La resistencia a la tracción así definida, normalmente se reporta en el punto de ruptura o bien en el punto donde se experimentó la máxima carga, aunque el punto de ruptura haya sido otro posterior, en cuyo caso se conoce como máximo rendimiento, esta propiedad es conocida como la resistencia de Grab y se mide con la prueba de resistencia usada comunmente en textiles con los métodos D-1682 y D-751 de la ASTM, en la cual solamente una parte del ancho del espécimen es sostenido entre abrazaderas y ensayado hasta la falla.

Normalmente se utiliza un espécimen de 4 pulgadas de ancho centralmente sujetado con mordaza de 1" de ancho. La prueba puede completarse con una máquina de prueba de incremento constante transversal, incremento constante de carga o incremento constante de extensión. La porción no cargada de la tira provee cierta tenacidad transversal.

La relación esfuerzo - deformación se muestra en la fig. 3.1, la cual la resistencia a la tensión es el maximo esfuerzo que soporta la muestra de membrana.

Fig. 3.1 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSION DE GRAB.  
(ASTM-1682).



A = RESISTENCIA ULTIMA

B = ELONGACION

C = MODULO=PENDIENTE DE LA CURVA

ESFUERZO-DEFORMACION =  $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

D = TENACIDAD=AREA BAJO LA CURVA  
ESFUERZO-DEFORMACION

b).- DEFORMABILIDAD BAJO TENSION ( MODULO DE GRAB ):

El módulo de deformación influye en la capacidad de soporte del geotextil.

En la gráfica esfuerzo - deformación, el módulo de Grab es la pendiente inicial de la curva, es decir  $d\sigma/d\epsilon$  fig. 3.1.

c).- TENACIDAD: Es el trabajo necesario para llevar una muestra a la falla.

La resistencia del geotextil va de acuerdo a la relación esfuerzo deformación.

Es el área bajo la curva de resistencia de Grab fig. 3.1.

d).- RESISTENCIA AL RASGADO: Es la fuerza requerida para evitar la propagación de la ruptura de algunas fibras geotextiles, se mide con la prueba D-2263 geotextil dela ASTM que consiste en insertar una muestra trapezoidal de membrana en una máquina de prueba de tensión con el objeto de que las fibras sean llevadas progresivamente al rasgado, para iniciar el proceso se hace un corte inicial de 5/8" fig. 3.2

e).- RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO: Es la fuerza que se opone a la penetración del material a través del geotextil. Previene al punzonamiento que pueda originar el balasto de aristas afiladas.

Previene la migración de suelos finos hacia el balasto y viceversa.

La resistencia al punzonamiento se mide con la prueba de

penetración ASTM D-751, que consiste en incrustar una varilla de 5/16" de radio en una muestra de geotextil anclada en un molde de 1 3/4" fig 3.3.

f).- RESISTENCIA A LA ABRASION: Se define como la resistencia a la fricción a largo plazo.

Se estudia para prevenir la formación de oquedades producidas a largo plazo por estar en contacto con el agregado.

Se estudia con la prueba Tabor de abrasión ASTM D-1175, que consiste en aplicar una carga dinámica ( N-1000 Y W-1000 g ) sobre un agregado que a su vez está colocado sobre una membrana para posteriormente evaluar el peso del material expulsado, debido a la fricción entre una y otra superficie, al final se efectúa la prueba de Grab fig 3.4.

g).- ISOTROPIA: De acuerdo a su fabricación, los geotextiles pueden presentar resistencia muy semejante en todos los sentidos en que se ensayen en cuyo caso se consideran materiales isotropicos.

En caso contrario cuando la resistencia en algún sentido es superior a la de los demás sentidos, se considera un producto anisotrópico.

Por lo general los productos tejidos son anisotrópicos, ya que por su construcción, su resistencia en el sentido diagonal a 45 es muy inferior a la de los sentidos principales. Esta consideración es de importancia al diseñar

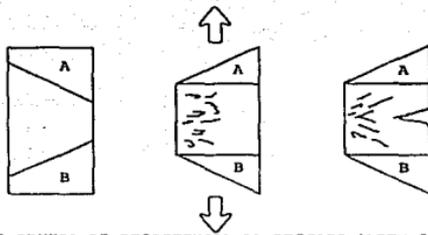


Fig. 3.2 PRUEBA DE RESISTENCIA AL RESGADO (ASTM 2263)

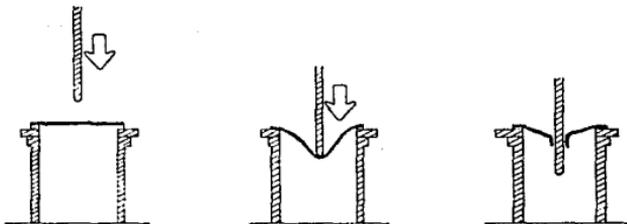


Fig. 3.3 PRUEBA DE RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO (ASTM D-751)



Fig. 3.4 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ABRASION (ASTM D-1175)

por ejemplo, sistemas de tierra reforzada donde el esfuerzo que proporciona el textil es unidireccional y por lo tanto es menester definir , de acuerdo con las propiedades del refuerzo, cual de sus lados será el que absorba el empuje de la tierra.

h).- FRICCION: La fricción que se desarrolla entre la superficie de una tela o geotextil y los demás materiales geotécnicos que se emplean en conjunto con ella, es responsable de la capacidad del textil para movilizar su módulo y proporcionar un refuerzo significativo dentro del arreglo.

Murray comparó la eficacia de diversos geotextiles para retardar la reflexión de grietas en pavimentos asfálticos y concluyó que los materiales con mayor módulo retardaban más la falla, en una relación casi lineal con su módulo secante a 5% de elongación, pero observó que aún un producto de muy alto módulo no funcionó de acuerdo con sus observaciones, debido a que la baja fricción que presentaba dentro del sistema, propiciaba un deslizamiento en su frontera con el pavimento y por lo tanto no se aprovechaba satisfactoriamente su alto módulo.

Para determinar esta propiedad, es necesario ensayar experimentalmente mediante pruebas de corte, la combinación Geotextil - Agregados que se van a emplear.

i).- FLUJO ( CREEP ): Se refiere a la variación en las

dimensiones originales del material, como consecuencia de estar sometido a una carga estática en forma permanente.

Uno de los métodos empleados consiste en sostener un espécimen del material que se desea ensayar, colocando un peso fijo en el extremo inferior de la muestra, efectuando lecturas de los cambios de longitud que se lleven a cabo con el tiempo.

CUADRO GENERAL DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS GEOTEXILES POR CONSIDERAR,

SEGUN LA FUNCION QUE ESTE ASEJURE EN LA OBRA.

CUADRO 1

CARACTERISTICAS POR CONSI- DERAR.  FUNCIONES DEL GEOTEXTIL	RESISTENCIA DE TENSION	ESFUERZO	FRICCION SUELO GEOTEXTIL	ABERTURA DE FILTRACION	PERMITI- VIDAD	TRANSMISI- VIDAD
SEPARACION ANTICONTAMINANTE				*		
FILTRACION				*	*	
DRENAJE					*	*
REFORZAMIENTO MECANICO	*	*	*			

### III.3.- PROPIEDADES HIDRAULICAS.

Las propiedades hidráulicas que se consideran importantes para aplicaciones en la ingeniería son:

A).- FLUJO: Se mide el volúmen de agua que fluye a través del textil, por unidad de área y por unidad de tiempo. se puede realizar empleando permeámetros de carga constante o de carga variable .

b).- PERMEABILIDAD AL AIRE: El método D-737 de la ASTM define permeabilidad al aire como " El volúmen de aire que fluye a través de un material bajo una diferencia de presión entre las dos superficies de la membrana ". Esto se expresa en pies cúbicos por minuto de aire por pie cuadrado de membrana. El flujo de aire se toma de cartas de calibración de pruebas de los fabricantes de equipo para dar un nivel de presión de aire ( determinada con un manómetro vertical de aceite controlado ) y el tamaño del orificio de salida de aire.

c).- PERMEABILIDAD AL AGUA: Se determina en forma similar al caso de los agregados.

Esta prueba se efectua tomando un especimen de la membrana, se coloca en una base plástica y se acomoda con otro tubo de plástico de 4 1/2" de diámetro en la parte superior.

El agua se introduce en la parte superior del tubo desde donde fluye hacia abajo a través de la membrana y fuera del sistema.

Se mantiene constante la carga, se llevan a cabo tres pruebas con cargas de 3, 12, y 36 pulgadas respectivamente.

Los datos se grafican de manera convencional para obtener la permeabilidad de la membrana en cm/seg.

De acuerdo a lo anterior se designa a  $K_n$  como el coeficiente de permeabilidad transversal y  $k_p$  como el coeficiente de permeabilidad en el plano del geotextil.

Si se designa con  $h$  al espesor de la tela, entonces se derivan la permitividad como  $K_n/h$  y la transmitividad como  $K_{ph}$ .

d).- RELACION DE GRADIENTES: Esta prueba ha sido desarrollada por el cuerpo de ingenieros ( E.U.A. ) y tiene por objeto determinar el gradiente hidráulico que genera un geotextil más una pulgada de suelo que se encuentra inmediatamente arriba de él, comparandose contra el correspondiente gradiente que generan dos pulgadas del mismo suelo colocados inmediatamente arriba de la porción de suelo que se encuentra sobre la tela.

El espesor total de suelos entonces es de 3 pulgadas. Esta prueba se efectua con un permeámetro de carga constante con la membrana sujeta firmemente a través del filtro y finalmente fuera del permeámetro.

El agua corre por 24 horas antes que los datos se tomen para calcular la relación de gradiente .

Es importante conocer la resistencia al taponamiento, ya que

el objetivo es evitar la migración de partículas a través del geotextil.

e).- TAMAÑO DE ABERTURA EQUIVALENTE: El tamaño de abertura equivalente, como lo refiere el cuerpo de ingenieros en la especificación CW 02211, es un índice del diámetro de los canales más largos que están abiertos entre una y otra cara del geotextil. Esto se mide con pruebas comunes a la metalografía cuantitativa, con dispositivos " Analizadores de imagen " los cuales rápidamente analizan el espécimen y por reflexión de luz dan el porcentaje de vacíos de la fibra; la determinación final se hace con base a la medida estadística de los datos obtenidos.

f).- RESISTENCIA A LA TUBIFICACION: Si el gradiente de flujo del suelo se vuelve demasiado grande para que la membrana lo retenga, la falla de la membrana se representará haciendo una prueba de laboratorio similar a la prueba de gradiente ascendente; se establece el flujo de modo que genere altos gradientes.

Los niveles piezométricos son medidos por toda la columna de suelo bajo la membrana y en ambos lados de ésta.

La falla de la membrana ocurre en forma de un " estallido con el suelo subyacente fluyendo hacia arriba a través de la membrana fallada.

#### III.4.- PRUEBA PARA ENDURECIMIENTO Y PROPIEDADES DE DURABILIDAD.

Deterioro de membranas enterradas ( Resistencia biológica ): El consejo de investigación nacional de Canada, ha desarrollado un método que consiste en enterrar muestras de geotextiles en el suelo, extrayendo material a intervalos de 3 meses y practicando la prueba denominada resistencia a la explosión ( ASTM D-774 ), que consiste en someter a la prueba a la presión que ejerce un émbolo de hule accionado por un sistema hidráulico. La falla se presenta por reventamiento del geotextil.

El método así realizado se conoce con la designación CGSB4-GP-2, método 28.3.

Otro método, designado AATCC-30-1974 se realiza sumergiendo un espécimen de tela no esterilizado, en una solución acuosa que contiene 0.05% de un agente humedificante no iónico, después de lo cual se coloca en suelo previamente preparado. El parámetro que se controla es la resistencia a la tracción.

a).- RESISTENCIA A LOS REACTIVOS QUIMICOS: Uno de los métodos aplicables es el ASTM D 543 que con el titulo " Resistencia de los plásticos a los agentes químicos, " proporciona el procedimiento para determinar cambios en peso, dimensiones, apariencia y resistencia.

Las disposiciones están basadas también para varios tipos de

exposición y diferentes reactivos a elevadas temperaturas. Otro método desarrollado por C. C. Calhoun, determina los cambios en resistencia a la tracción después de sumergir la tela en hidróxido de potasio (  $\text{Ph}=13$  ) y ácido clorhídrico (  $\text{Ph}=2$  ), a una temperatura de 140 a 150 F.

b).- RESISTENCIA A LA LUZ Y AL INTEMPERISMO: El método ASTM D1435 DENOMINADO " Outdoor wheathering of plastics " define condiciones para exponer las muestras a la intemperie. Se trata de una prueba comparativa que depende del clima, época del año, condiciones atmosféricas etc. y como tal da solamente un índice del comportamiento in situ a largo plazo. Otra posibilidad es la utilización de equipo de laboratorio que simula diferentes condiciones, como concentración de rayos ultravioletas, humedad, temperatura etc. y que se denomina wheatherometro.

El departamento de transportación del estado de Nueva York ( E.U.A ) y la estación experimental Whaterways ( Cuerpo de ingenieros E.U.A. ) han efectuado pruebas con diferentes procedimientos, utilizando el equipo mencionado.

De cualquier manera, es conocido que practicamente todas las aplicaciones de los geotextiles involucran necesariamente el ser cubiertos con suelo o con agregados, por lo que solo es menester vigilar que no sean expuestas al sol por periodos prolongados.

El polipropileno es particularmente sensible al ataque por

rayos ultravioletas, por lo que con dicho material es necesario tener especial cuidado.

### III.5.- PROPIEDADES FISICAS:

a).- PESO: La prueba de la ASTM para esta propiedad se denomina D-1910, donde dice que la membrana se debe expresar en unidades de área, gramos por metro cuadrado, gramos por metro lineal.

La determinación del peso puede hacerse con aproximaciones de 0.01% del peso del espécimen, y la longitud y el ancho suelen medirse bajo tensión cero.

b).- ESPESOR: El espesor de una membrana es la distancia entre la superficie más alta y más baja del material, medida bajo una presión específica.

El método D-1777 de la ASTM estipula que el espesor es, medido con una exactitud de por lo menos 0.001 pulgadas.

El espesor de un geotextil es importante cuando se requiere en el cálculo de otra propiedad de la membrana por ejemplo, la determinación del coeficiente de permeabilidad que requiere el espesor del espécimen a través del cual ocurre el flujo.

c).- COMPRESIBILIDAD: El espesor de una membrana responde a una presión específica pudiendo ser medida de acuerdo al método D-1777 de la ASTM.

En forma similar para la prueba de compresibilidad en geotecnia, la pendiente de la curva resultante es un módulo de compresibilidad ( o coeficiente ) a este último se

considera un índice de propiedad física / mecánica.

**d).- PRUEBAS DE RECEPCION Y PRUEBAS DE CARACTERIZACION:**

Las pruebas examinadas en el cuadro II pueden ser consideradas como " pruebas de caracterización "

( determinación del valor de las características de los productos ). Son por lo general, muy largas, costosas y de ejecución compleja.

En numerosos casos o porque las superficies de los geotextiles son débiles o sobre todo porque el papel del geotextil no es crítico, no es factible proceder a estas pruebas. En estos casos, será suficiente verificar la conformidad de la etiqueta y principalmente de la ficha de identificación del producto establecido según la norma NF G 38-050.

Existen dos pruebas que se clasifican como " pruebas de recepción " que son simples, rápidas y poco costosas y permiten por comparación con los valores indicados en la ficha de identificación , decidir si se puede aceptar el producto o si es conveniente proceder a las pruebas de caracterización complementarias.

Estas pruebas son dos:

Prueba de determinación de la masa superficial y.

Prueba de medida del espesor.

En una obra considerada, el geotextil podrá intervenir en una o varias funciones en diferentes niveles de importancia. Su

CUADRO II

PRUEBAS DE CARACTERIZACION

CARACTERISTICAS DEL GEOTEXTIL	PRUEBA(S) QUE PERMITEN MEDIRLA	FORMA DE ACTUALIZACION DE LA PRUEBA	PRINCIPIO ACEPTADO EN LA FORMA DE OPERACION
ABERTURA DE FILTRACION. $Of(\mu)$	PRUEBA DE POROMETRIA	ACTUALIZACION TERMINADA. PRUEBA NORMALIZADA DESCRITA EN LA NORMA NF G 38-017.	SE DETERMINA EL VALOR $Of$ QUE DEFINE EL DIAMETRO DE FILTRACION DEL GEOTEXTIL HACIENDO PASAR A TRAVES DEL ESPECIMEN UN MATERIAL DE GRANULOMETRIA CONOCIDA EN SUSPENSION EN EL AGUA. SE ADMITE QUE EL VALOR $Of$ INVESTIGADO ES IGUAL AL D95 DEL SUELO DESPUES DE INVESTIGAR EL ESPECIMEN.
PERMITIVIDAD $\frac{K_n}{e} (S^{-1})$	PRUEBA DE PERMITIVIDAD	ACTUALIZACION TERMINADA. PRUEBA NORMALIZADA DESCRITA EN LA NORMA NF G 38016	SE MIDE BAJO UNA CARGA HIDRAULICA CONSTANTE, EL CONSUMO UNITARIO Q/S QUE DEJA CIRCULAR PERPENDICULARMENTE A SU PLANO UN ESPECIMEN DE SUPERFICIE S. PARA RESPETAR LAS CONDICIONES DE VALIDEZ DE LA LEY DE DARCY ES NECESARIO UTILIZAR AGUA LIBRE DE AIRE Y UN PERMEABETRO APLICANDO UN GRADIENTE MUY PEQUEÑO Y RESPETAR UN CONSUMO UNITARIO DE MEDIDA INFERIOR A $3.5 \times 10^{-2}$ L/S.
TRANSMISIVIDAD $K_{ve}(m/s)$	PRUEBA DE TRANSMISIVIDAD	ACTUALIZACION TERMINADA. DADO EL CASO PRUEBA DE NORMALIZACION	SE MIDE PARA UN GRADIENTE LONGITUDINAL DADO EL CONSUMO QUE PUEDE CIRCULAR EN EL ESPESOR DE UN GEOTEXTIL POR UNIDAD DE ANCHO DE BANDA. LA PRUEBA SE REALIZA EN UN PERMEABETRO APLICANDO UN GRADIENTE HIDRAULICO MUY PEQUEÑO PARA ESTAR EN LAS CONDICIONES DE VALIDEZ DE LA LEY DE DARCY, CON UNA PRESION DE $2 \times 10$ Pa, APLICADA EN UN GEOTEXTIL EN EL SENTIDO DEL ESPESOR Y UTILIZANDO AGUA LIBRE DE AIRE

<p>RESISTENCIA EN TRACCION</p> <p><math>R = \frac{KN}{m^2}</math></p>	<p>PRUEBA DE TRACCION EN BANDA ANCHA</p>	<p>ACTUALIZACION TERMINADA. PRUEBA NORMALIZADA DESCRITA EN LA NORMA NFG 38-014</p>	<p>LA PRUEBA DE TRACCION SE REALIZA EN UN ESPECIMEN DE 100 mm. DE ANCHO (DISTANCIA ENTRE PINZAS) Y 500 mm. DE ANCHO.</p> <p>LA PRUEBA SE REALIZA EN UNA PRESA CUYAS HORDADAZAS SE ESTUDIAN PARA ASEGURAR LA SUJECION DEL ESPECIMEN SIN DESLIZAMIENTO, NI CIZALLAMIENTO. LA VELOCIDAD DE TRACCION ES DE 50 mm/min.</p>
<p>TENSION</p> <p><math>J (KN)</math></p>	<p>PRUEBA DE TRACCION EN BANDA ANCHA</p>	<p>ACTUALIZACION TERMINADA. PRUEBA NORMALIZADA DESCRITA EN LA NORMA NFG 38-014. ESTA NORMA DEBE SIN EMBARGO SER COMPLEMENTADA POR LA DEFINICION DE LAS DIFERENTES TENSIONES QUE PUEDEN SER TOMADAS EN CONSIDERACION.</p>	<p>LA MEDIDA DE LA TENSION SE REALIZA A PARTIR DE LA PRUEBA DE TRACCION, DURANTE LA CUAL SE MIDE EN CONTINUO:</p> <p>a).- LA DEFORMACION ENTRE PINZAS</p> <p>b).- LA ESTRICCION ( MEDIDA A LO ANCHO )</p> <p>PARA DETERMINAR LA DEFORMACION REAL <math>E^*</math> UTILIZANDO LA RELACION <math>E = E^* \frac{1 + E}{1 - E}</math></p>
<p>FROTAMIENTO SUELO/GEOTEXTIL</p> <p>9 EN GRADOS 0</p> <p><math>F = \frac{L \cdot g \cdot \mu}{L \cdot g \cdot \mu}</math></p> <p><math>\phi</math> ANGULO DE FROTAMIENTO DEL SUELO</p>	<p>PRUEBAS DE CORTANTE EN LA CAJA</p>	<p>ACTUALIZACION AVANZADA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MATERIAL DEFINIDO</li> <li>- PROGRAMA DE PRUEBAS EN NUMEROSOS PRODUCTOS GEOTEXTILES YA REALIZADOS.</li> </ul>	<p>SE REALIZA UNA PRUEBA DE CORTANTE CON AYUDA DE UNA SEMI-CAJA MODIFICADA DE 180X100 mm.</p> <p>LA PRUEBA SE REALIZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CON UN SUELO ESCALONADO ( PRUEBA DE IDENTIFICACION )</li> <li>- CON UN SUELO INDICADO EN EL PROYECTO (PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO).</li> </ul>

<p>RESISTENCIA A LA ROTURA ESTÁTICA ( <math>X_n</math> )</p>	<p>PRUEBA DE ROTURA ESTÁTICA</p>	<p>ACTUALIZACIÓN TERMINADA. PRUEBA NORMALIZADA DESCRITA EN LA NORMA NFG 38-015</p>	<p>LA PRUEBA DE ROTURA SE REALIZA EN UN ESPECÍMEN TRAPEZOIDAL DE 225 X 670 mm. Y 475 mm. DE ALTURA, EN EL CUAL SE REALIZA UNA HUESCA DE 50 mm. PARA PREPARAR LA ROTURA EN LA FICENA BASE. LAS PUNZAS SE DESPLAZAN A UNA VELOCIDAD DE 50 -- mm/min. SE REGISTRA Y SE MIDE LA FUERZA NECESARIA PARA PROPAGAR LA ROTURA, Y EL VALOR ACEPTADO, ES EL PROMEDIO DE LOS CINCO VALORES MÁXIMOS ANOTADOS DURANTE LA PRUEBA</p>
<p>RESISTENCIA A LA ROTURA DINÁMICA ( <math>X_n</math> )</p>	<p>PRUEBA DE ROTURA DINÁMICA</p>	<p>ACTUALIZACIÓN TERMINADA</p>	<p>LA PRUEBA DE ROTURA SE REALIZA EN EL MISMO ESPECÍMEN TRAPEZOIDAL UTILIZADO PARA LA PRUEBA DE ROTURA ESTÁTICA. LA VELOCIDAD DE ROTURA ES DE 3,5 -- m/s SIENDO 1000 VECES LA DE LA ROTURA ESTÁTICA, LO QUE NECESITA UN MATERIAL ESPECÍFICO Y RELATIVAMENTE COMPLEJO. SE CALCULA EL VALOR DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA DINÁMICA DE LA MISMA MANERA QUE PARA LA DE LA -- ROTURA ESTÁTICA.</p>
<p>RESISTENCIA A LAS SOLICITACIONES LOCALIZADAS ( EXPRESIÓN -- AUN NO DEFINIDA )</p>	<p>PRUEBAS DE: --CORTE --TENSION EN FIBRAS --PERFORACION ESTÁTICA Y DINÁMICA. --SIMULACION DEL EFECTO: COMPACTACION CAIDA DE BLOQUES, REALIZANDO UNA -- PRUEBA DE -- MEDIA MAGNITUD.</p>	<p>ACTUALIZACIÓN DE UNA O VARIAS PRUEBAS EN ESTUDIO.</p>	<p>NUMEROSOS PROCESOS DE PRUEBA SE HAN CREADO Y PRACTICADO; NINGUNA ES SATISFACTORIA EN EL PLANO TEÓRICO ( DIFICULTAD DE INTERPRETACION ). ADEMAS EL USUARIO DE UNA PRUEBA DADA QUE, POR SUS APLICACIONES EN SI, ADQUIEREN LOS ELEMENTOS DE UNA INTERPRETACION EMPÍRICA SON CHUTIDOS AL CAMBIAR DE PRUEBA. EN LAS APLICACIONES DELICADAS ( MACIZOS, CAPA DE BASE, PROTECCION DE TALUDES ) ACTUALMENTE EL MÉTODO RECOMENDADO ES REALIZAR UNA PRUEBA DE MEDIA -- MAGNITUD EN UN MEDIO AMBIENTE PREVISTO DE LA OBRA ( EN MATERIALES, COMPACTADORES, EN MAQUINARIA DIVERSA ) Y MEDIR DESPUES DE LA SIMULACION LAS -- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES RESIDUALES DEL GEOTEXTIL PARA TOMARLAS EN CUENTA EN EL DIMENSIONAMIENTO</p>

CONFORMACION	PRUEBA DE FLEXIBILIDAD: -EN EL SENTIDO PERPENDICULAR EN EL PLANO DEL GEOTEXTIL -EN EL PLANO DEL GEOTEXTIL	ACTUALIZACION CASI TERMINADA  PRUEBA AUN NO ESTUDIADA	SE DESPLAZA UNA BANDA RECTANGULAR DE GEOTEXTIL EN UNA PLATAFORMA HORIZONTAL. CUANDO EL GEOTEXTIL SE DESPLAZA AL BORDE DE LA PLATAFORMA SE DOBLA CADA VEZ MAS A MEDIDA QUE SE AVANZA. ANOTAR LA LONGITUD "L" DE LA PARTE COLGANTE DEL ESPECTEM CUANDO SU EXTREMIDAD ENCUENTRE UN PLANO QUE FORME UN ANGULO DE $41.5^{\circ}$ CON LA HORIZONTAL. EL CONDICIONAMIENTO DE "L" PERMITE CALCULAR UN MODULO DE RIGIDEZ EN FLEXION DEL MATERIAL.
--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

determinación es de importancia para la definición del control, como ejemplo, se presenta en el cuadro III algunas obras tipo para las cuales la función fue cuantificada por un cierto número de asteriscos ( 0 a 3 ) según su importancia en el buen funcionamiento de la obra.

Este cuadro no es exhaustivo y el perfil del producto puede ser modificado según el tipo de obra.

La elección del tipo de pruebas por realizar se hará de acuerdo al cuadro de correspondencia ( cuadro IV ).

La frecuencia de las pruebas estará en función de la importancia de la obra, como por el número de metros cuadrados de geotextil empleados, y la importancia de la función del geotextil en el funcionamiento de la obra ( 0 a 3 asteriscos ).

El cuadro V presenta el número de pruebas para las funciones que tienen de 1 a 3 asteriscos ( en ausencia de asteriscos, ninguna prueba será realizada ).

**CUADRO III**  
**IMPORTANCIA DE LAS FUNCIONES DEL GEOTEXTIL PARA DIFERENTES CASOS DE OBRAS**

OBRA	DRENAJE	FILTRACION	SEPARACION	REFORZAMIENTO
1.- MACIZO DE PARAMETRO VERTICAL CON ESTRUCTURA SUBVACENTE.				***
2.- MACIZO DE PARAMETRO VERTICAL SIN ESTRUCTURA SUBVACENTE.				**
3.- TERRAPLEN EN SUELO BLANDO ( AUMENTO DE ESTABILIDAD POR EL GEOTEXTIL ).		*		***
4.- TERRAPLEN EN SUELO BLANDO ( UTILIZADO COMO SEPARADOR ).		*		*
5.- MACIZO EN TIERRA REFORZADA CON PARAMENTO INCLINADO CON ESTRUCTURA SUBVACENTE.				**
6.- MACIZO EN TIERRA REFORZADA CON PARAMENTO INCLINADO SIN ESTRUCTURA SUBVACENTE.				*
7.- VIAS CON POCO TRANSITO Y CAPAS DE -- FORMACION.			*	**
8.- FISTAS DE OBRA.			*	*
9.- ZANJA DRENANTE ( ORILLA DE LA CALZADA ).		**		
10.- FILTRO DE BARRERA.		***		
11.- FILTRO DRENANTE HOMOGENEO DETRAS DEL MURO DE CONTENCIOM.	***	***		
12.- PROTECCION DE TALUD.		**	**	
* FUNCION REGULARMENTE IMPORTANTE ** FUNCION IMPORTANTE *** FUNCION ESSENCIAL				

**CUADRO IV**  
**CORRESPONDENCIA ENTRE FUNCION Y PRUEBA**  
**DE CONTROL.**

PRUEBA / FUNCION	TENSION	FROTAMIENTO	PERMITIVIDAD	TRANSMISIVIDAD	POROSIMETRIA
SEPARACION					*
REFORZAMIENTO	*	*			
FILTRO			*		*
DREN				*	

CUADRO U (A)

NÚMERO DE LAS PRUEBAS DE CONTROL SEGUN LA IMPORTANCIA DE LA FUNCION Y DE LA SUPERFICIE DEL GEOTEXTIL.

SUPERFICIE DE GEOTEXTIL	Ø	250 M <sup>2</sup>	2500 M <sup>2</sup>	25000 M <sup>2</sup>
TENSION	Ø	1	1 $\frac{X-2500}{5000}$	6 $\frac{X-25000}{10000}$
FROTAMIENTO	Ø	Ø	1	1 $\frac{X-25000}{50000}$
PERMITIVIDA	Ø	1	1 $\frac{X-2500}{5000}$	6 $\frac{X-25000}{10000}$
TRANSMISIVIDAD	Ø	1	1 $\frac{X-2500}{5000}$	6 $\frac{X-25000}{10000}$
POROMETRIA	Ø	1	1 $\frac{X-2500}{5000}$	6 $\frac{X-25000}{10000}$

CUADRO U <B>

NÚMERO DE LAS PRUEBAS DE CONTROL SEGUN LA IMPORTANCIA  
DE LA FUNCION Y DE LA SUPERFICIE DEL GEOTEXTIL.

SUPERFICIE DE GEOTEXTIL	Ø	1000 M <sup>2</sup>	10000 M <sup>2</sup>
TENSION	Ø	1	$1 + \frac{X-10000}{20000}$
FROTAMIENTO	Ø	Ø	1
PERMITIVIDAD	Ø	1	$1 + \frac{X-10000}{20000}$
TRANSMISIVIDAD	Ø	1	$1 + \frac{X-10000}{20000}$
PEROMEYRIA	Ø	1	$1 + \frac{X-10000}{20000}$

CUADRO U (C)

NÚMERO DE LAS PRUEBAS DE CONTROL SEGUN LA IMPORTANCIA  
DE LA FUNCION Y DE LA SUPERFICIE DEL GEOTEXTIL.

SUPERFICIE DE GEOTEXTIL	Ø	4000 M <sup>2</sup>	40000 M <sup>2</sup>
TENSION	Ø	1	$1 + \frac{X-40000}{10000}$
FROTAMIENTO	Ø	Ø	1
PERMEABILIDAD	Ø	1	$1 + \frac{X-40000}{10000}$
TRANSISIVIDAD	Ø	1	$1 + \frac{X-40000}{10000}$
POROMETRIA	Ø	1	$1 + \frac{X-40000}{10000}$

#### IV.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION CON GEOTEXILES.

El procedimiento de construcción va a depender del tipo de obra que se vaya a realizar y de las condiciones del terreno en el que se va trabajar.

##### IV.I.- CONSTRUCCION DEL CAMINO DE ACCESO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PUENTE COATZACOALCOS II.

Una de las obras importantes que se han hecho en México utilizando geotextiles fué la construcción del camino de acceso de la margen izquierda del puente Coatzacoalcos II la cual fue proyectada en la construcción del terraplén en las siguientes etapas:

- a).- Se preparó el terreno con la eliminación de la vegetación.
- b).- El geotextil se instala sobre el terreno ya preparado, en tiras de 4.75 m. de ancho transversal al eje del camino, cosidas con hilo del mismo material y abarcando el ancho de la plantilla del terraplén más un 25 % a cada lado, el geotextil se extiende directamente sobre el terreno en zonas con o sin tirante de agua.
- c).- Construcción de la plantilla de trabajo colocando el material de volteo, directamente sobre el geotextil, siguiendo el procedimiento de punta de flecha simétrica

extendiendo el material del centro hacia los lados en todo el ancho del terraplén y bermas bandeándolo con seis pasadas de tractor.

El material que se utilizó en la plantilla fué: Arena límica con gravas aisladas, 10 % de finos con un peso volumétrico seco máximo de 2.1 ton/m<sup>2</sup>.

d).- El cuerpo del terraplén debió estar formado por capas de material de 0.3 m. de profundidad, compactadas hasta alcanzar el 95 % y la capa subrasante al 100 % de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo a la prueba de compactación Proctor Modificada, ésta especificación no se llevó a cabo al 100% ya que se tuvieron problemas climáticos y económicos por lo que se colocaron capas de mayor espesor de material y la compactación se hizo con equipo más pesado ocasionando ciertos desniveles en el cuerpo del terraplén y posteriormente afecto a la carpeta.

e).- Se almacenó material sobre la plantilla de trabajo que sirvió para recargar el terreno y acelerar la consolidación, esto aunado al paso del equipo que transportaba el material al frente de avance. Este material se utilizó para la construcción de las bermas, las cuales tuvieron un ancho de corona de 10 m. y taludes con relación de 4:1.

IV.2.- Otro procedimiento constructivo sería el de resolver el problema de reflejo de grietas en pavimentos fallados hacia la nueva superficie de rodamiento, cuando se colocan sobrecarpetas.

Es bien conocido que las grietas de los pavimentos reparados aparecen después de cierto tiempo en la superficie de rodamiento mediante un fenómeno de propagación de las mismas que es inducido por esfuerzos de tensión que el pavimento no puede absorber, así poco a poco la grieta penetra a la capa de la sobrecarpeta y la atraviesa por completo.

Al aparecer grietas en la superficie, se abre una vía para que el agua superficial penetre a la estructura del pavimento y llegue hasta las capas inferiores que son más susceptibles a su efecto, reduciendo su capacidad de carga y creando un problema que posteriormente requerirá de una reparación mediante bacheo.

Al colocar una membrana del tipo geotextil entre carpeta fallada y la sobrecarpeta ligada con cemento asfáltico ó emulsión asfáltica, se esta incorporando al sistema una capa delgada, de relativa alta tenacidad ( resistente a la elongación ) que es capaz de absorber los esfuerzos de tensión que son los motores de la reflexión; de éste modo son retardadas las grietas reflectivas siendo mayor el tiempo sin agrietamiento, entre mayor sea el módulo de elasticidad de la membrana y su resistencia a la fatiga por tensión.

El procedimiento constructivo para resolver el problema de grietas en pavimentos sera:

a).- La superficie donde se instale la membrana deberá estar libre de tierra, vegetación y humedad.

No deberá presentar grietas sin rellenar o reparar, de acuerdo a su tamaño. Lo más conveniente es aplicar una capa de renivelación antes de su colocación.

b).- El riego de liga consistirá de cemento asfáltico en dosificación variable, que dependerá sobre todo de las condiciones en que se encuentre el pavimento viejo.

Siempre será necesario aplicar un exceso de aproximadamente 0.5 lts/m<sup>2</sup>, que es la cantidad que absorberá el textil.

c).- Colocación del geotextil, este paso debe realizarse inmediatamente después de regar el cemento asfáltico, para evitar que este se enfríe demasiado. Primeramente se desenrolla unos metros de membrana los cuales se deben sostener sobre el área por aplicar, de manera que al bajarla la tela quede bien alineada, posteriormente se presiona la tela contra el piso utilizando para tal efecto cepillos de mango largo como los utilizados para labores domesticos ( ver fig. 4.1 ). Una vez hecho lo anterior, se pasará un compactador de neumáticos sobre la membrana para forzar al asfalto penetre en ella ( ver fig. 4.2 ).

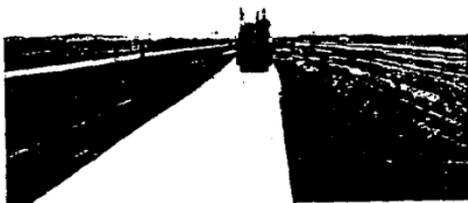
Fig. 4.1

(A). Después de rellenar los grietas existentes ó renovarlas, se aplica riego de cemento agfáltico.



(B). Se adhiere el geotextil, evitando formar arrugas.

Fig. 4.2



(C). Con un equipo de neumáticos se ayuda a que el geotextil se impregne totalmente con el asfalto. Inmediatamente después, se coloca la subcarpeta.

d).- Colocación de la mezcla asfáltica: Antes de iniciar su operación la pavimentadora, se deberán colocar unas paladas de mezcla asfáltica sobre el extremo libre de la membrana para evitar que el equipo la levante.

Los conductores de los camiones que acarrear la mezcla asfáltica no deberán acelerar, frenar ni variar bruscamente cuando transiten sobre el geotextil pues de lo contrario lo pueden rasgar.

El resto de la operación es como cualquier otro trabajo de colocación de sobrecarpeta.

#### IV.3.- Proceso constructivo de un subdren con geotextil.

El procedimiento constructivo de un subdren longitudinal de zanja utilizando geotextil como filtro es "similar" al de un subdren con filtro granular pero la variante es en cuanto a que el ancho de la zanja puede ser menor y ya no es necesario utilizar el filtro granular. La secuencia de construcción es la siguiente:

Se hace la excavación de la zanja por medios mecánicos por considerarse más económica y rápida que realizandola manualmente.

Una vez realizada la excavación se afina el fondo ya que se colara una plantilla de concreto pobre de una  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>. de aproximadamente 10 cm. de espesor sobre la cual se colocara envuelta en geotextil un filtro granular que servirá de conducción del agua.

El geotextil que envuelve al filtro se extiende hacia arriba colocando entre el geotextil una reticula de plástico a lo largo del mismo ya que aumenta el flujo del agua hasta en un 50% (ver fig. 4.3).

Después de ésto se rellena la zanja con el mismo material producto de la excavación compactandolo con pisón de mano, y cerrando la zanja con una losa, de mortero cemento - arena 1:3 de 5 cm. espesor.

Como se puede observar en la construcción de un subdren con geotextil se ahorra en las diferentes etapas constructivas como son:

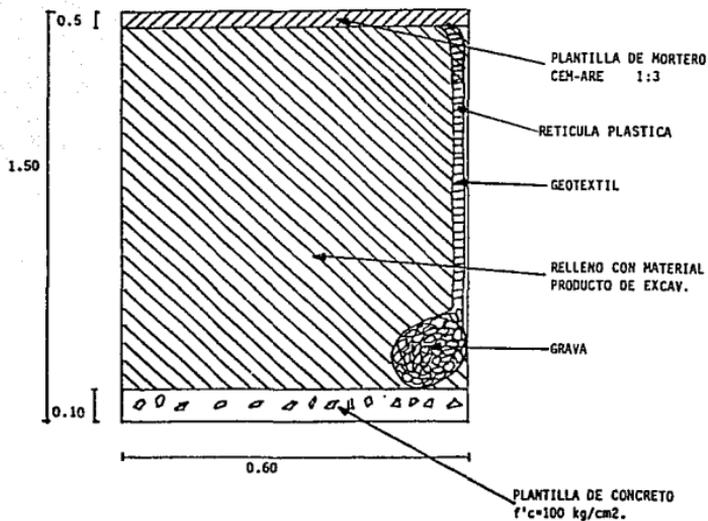


Fig. 4.3

a) El ancho de zanja puede ser menor ya que no se utiliza tubería perforada.

b) El acarreo para retirar el material producto de la excavación a un tiro preestablecido ya que se utiliza para el relleno de la zanja.

c) El costo de la grava que se va utilizar como filtro y su acarreo del banco del material a la zona de trabajo ya que el volúmen que se utiliza es mucho menor con este método.

d) El costo de la tubería.

Por lo tanto al hacer la comparación de costos de un dren convencional contra un dren con geotextil, va a depender mucho la distancia a que se encuentren los materiales a la obra que se va a ejecutar.

## V.- CONCLUSIONES,

El desarrollo de nuevos productos y métodos de construcción siempre genera desconfianza, por el desconocimiento de los casos en que se ha probado su eficacia.

La ingeniería nacional se ha retrasado en el estudio y utilización de los geotextiles por lo que hay que utilizar las experiencias de países que van a la vanguardia en la utilización de este producto.

El esfuerzo de investigación realizado en Francia permitió rápidamente la actualización de las pruebas normalizadas permitiendo la comparación de los productos y aportando a los proyectistas valores confiables para el dimensionamiento de las obras y a los encargados de las obras valores confiables para el control.

Todo procedimiento constructivo tiene conveniencias e inconveniencias y como se ha comentado los textiles poseen esta dualidad, por lo que su aplicación debe realizarse con cuidado efectuando la mayor cantidad de ensayos de sus propiedades y las observaciones de comportamiento que amerita esta alternativa.

Un geotextil es un elemento que cumple con diferentes características propias de algunos materiales de construcción y que por su economía, facilidad de manejo y resistencia se le puede dar una serie de usos dentro de la ingeniería civil,

por ejemplo:

Separador de materiales, drenaje de suelos, control de la erosión de suelos, refuerzo, soporte temporal (ademes) etc. aunque para garantizar un buen resultado deben observarse una serie de recomendaciones.

-- Proteger el geotextil de los rayos solares para que no sufra pérdida de resistencia ocasionando fallas en la obra.

-- Tener cuidado en los traslapes para asegurar el buen funcionamiento para el cual fué diseñado.

-- Tener cuidado en el sentido de colocacion del geotextil ya que no tiene la misma resistencia en ambos sentidos.

Los geotextiles representan una magnífica opción en muchos casos, dependiendo, como en toda construcción de la viabilidad de su ejecución de su eficacia y como siempre de su costo ante alternativas convencionales.

A consecuencia de la gran demanda de este material y de los estudios que se han realizado es posible que dentro de poco tiempo se implementen nuevas técnicas, eliminando métodos tradicionales para que sean mas económicos y más rápidos en su ejecución para poder solucionar el crecimiento de vías terrestres en nuestro país.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- RAMIREZ MANZANO ALEJANDRO "CONFERENCIA SOBRE EL USO DE GEOTEXTILES" MARZO DE 1979.
- 2.- MELCHOR APODACA RUBEN "EMPLEO DE GEOTEXTILES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION" TESIS ELABORADA EN 1984.
- 3.- JEAN CLAUDE BLIVET "CARACTERISTICAS DE LOS GEOTEXTILES"
- 4.- BAUTISTA PASTRANA JUAN RICARDO "GEOTEXTILES PARA SUBDRENEOS EN VIAS TERRESTRES" TESIS ELABORADA EN 1989.
- 5.- MARQUES BARRAZA GISELA "ESTABILIZACION DE SUELOS CON GEOTEXTILES" TESIS ELABORADA EN 1981.
- 6.- JARRET P. M. LEE R. A. "THE USE OF FABRICS IN ROAD PAVEMENTS CONSTRUCTED ON PEAT" ABRIL 1977.
- 7.- SPRINGAL C. G. Y SOSA G. R. "COMPORTAMIENTO DE TERRAPLENES EN SUELOS BLANDOS DEL CAMINO DE ACCESO AL PUENTE COATZACOALCOS II USO DE GEOTEXTILES" EN 1981.
- 8.- MURILLO FERNANDEZ R. "LOS GEOTEXTILES COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION" COMISION NACIONAL DEL AGUA.
- 9.- RUIZ RUIZ GERARDO "LOS GEOTEXTILES APLICADOS A LA INGENIERIA CIVIL" TESIS ELABORADA EN 1987.
- 10.- "REUNION NACIONAL DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES" QUERETARO QRO. MAYO DE 1986.