

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 6. MATERIALES DIVERSOS

TÍTULO: 01. Geosintéticos

CAPÍTULO: 004. Resistencia a la Tensión Grab y Elongación de Geotextiles

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la resistencia a la tensión Grab y elongación de geotextiles a los que se refieren las Normas N·CMT·6·01·001, *Geotextiles para Terracerías*, N·CMT·6·01·002, *Geotextiles para Obras de Subdrenaje*, N·CMT·6·01·003, *Geotextiles para Subbases y Bases* y N·CMT·6·01·004, *Geotextiles para Mezclas Asfálticas en Caliente*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·6·01·001, *Muestreo de Geosintéticos*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia a la tensión Grab y la elongación de una muestra representativa de un lote de rollos de un mismo tipo de geotextil, en condiciones de temperatura y humedad relativa controladas, mediante una carga de tensión ejercida en sentido longitudinal al espécimen hasta alcanzar su rotura, midiendo la carga máxima y su correspondiente elongación.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Geotextiles para Terracerías	N·CMT·6·01·001
Geotextiles para Obras de Subdrenaje	N·CMT·6·01·002
Geotextiles para Subbases y Bases	N·CMT·6·01·003
Geotextiles para Mezclas Asfálticas en Caliente	N·CMT·6·01·004
Muestreo de Geosintéticos	M·MMP·6·01·001

D. EQUIPO

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes.

D.1. MÁQUINA DE PRUEBA

Hidráulica o neumática, cuya capacidad sea tal que la carga máxima esperada se encuentre en el rango de 10 a 90% de su capacidad de carga, con control de velocidad constante, conectada a un sistema de registro de datos. Además, incluirá un dispositivo capaz de medir la carga de tensión aplicada al geotextil y su elongación. Esta máquina contará con un certificado de calibración vigente expedido por un laboratorio acreditado. Se realizará una calibración inmediatamente después de que se efectúen reparaciones o ajustes en los mecanismos de medición, cada vez que se cambie de sitio o se tengan dudas acerca de la exactitud de los resultados, sin importar cuándo se calibró o verificó la última vez.

D.2. SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS

Con unidad central de procesamiento, teclado y pantalla electrónica, conectada a la máquina de prueba y equipada con un programa de cómputo que permita ingresar los datos de identificación de los especímenes a los que se refiere la Fracción H.4. de este Manual y que registre los valores de las cargas que sean aplicadas y su correspondiente elongación, presentándolos de manera textual y gráfica en tiempo real.

D.3. MORDAZAS

Dos mordazas, cada una constituida por dos placas de acero al carbono, con superficies de ajuste planas, paralelas y aptas para evitar el deslizamiento del espécimen durante la prueba. Cada placa tendrá dimensiones de 25,4 x 50,8 mm (1 x 2 in), con su dimensión más larga paralela a la dirección de aplicación de la carga, que puedan ser colocadas y ajustadas en los cabezales de la máquina de prueba.

D.4. FLEXÓMETRO O CINTA MÉTRICA

Graduada con aproximación de 1 mm, de al menos 5 m de longitud.

D.5. PLANTILLAS

Con la forma y dimensiones adecuadas que permitan trazar los especímenes requeridos sobre el geotextil, como se indica en la Fracción E.3. de este Manual.

D.6. HERRAMIENTA DE CORTE

De acero inoxidable. Puede ser alguna de las siguientes:

D.6.1. Navaja

Rígida tipo cúter.

D.6.2. Tijeras

De tamaño y capacidad adecuada para realizar cortes limpios en el geotextil sin inducirle deformaciones o alteraciones en su estructura.

D.6.3. Máquina de corte

Con capacidad adecuada para realizar cortes de precisión con troqueles que permitan obtener los especímenes con las dimensiones indicadas en la Fracción E.3. de este Manual.

D.7. REGLA Y ESCUADRA

Preferentemente metálicas, de tamaño adecuado que permitan trazar líneas rectas sobre el geotextil. Además, de ser necesario, que sirvan de guía al corte de las tijeras o de apoyo a la navaja de corte durante su recorrido.

D.8. MARCADOR

Con tinta indeleble, que no modifique o altere las propiedades del geotextil o le cause daños, o un lápiz de cera.

D.9. BALANZA

Con capacidad de 2 kg y aproximación de 0,1 g.

D.10. TERMÓMETRO

Con rango de 19 a 27°C y aproximación de 0,1°C.

D.11. HIGRÓMETRO DIGITAL

Con capacidad de medir la humedad relativa con aproximación de 1%.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

De cada lienzo de los rollos que integren la muestra del lote de un mismo tipo de geotextil, obtenidos como se indica en el Manual M-MMP-6-01-001, *Muestreo de Geosintéticos*, se toma una porción de 10 m² previamente delimitada de acuerdo con lo señalado en el mismo Manual, de la cual se obtienen los especímenes de prueba de la siguiente manera:

- E.1.** Cada porción de lienzo se extiende sobre una superficie sensiblemente plana, limpia y libre de objetos que pudiera dañarla, perforarla o rasgarla, verificando que quede asentada en todo su ancho para evitar que se deforme o flexione.
- E.2.** Se delimita el área para la obtención de los especímenes trazando con un marcador o un lápiz de cera una línea perimetral a una distancia del borde de la porción de lienzo de 1/20 del ancho del rollo o 150 mm (6 in), la que resulte menor, como se muestra en la Figura 1 de este Manual.
- E.3.** Se traza con un marcador o un lápiz de cera una línea diagonal que servirá de guía y que una a dos vértices opuestos de la línea perimetral indicada en la Fracción anterior. Posteriormente, con la ayuda de una plantilla o regla y escuadra, se trazan 20 rectángulos de 101,6 x 203,2 mm (4 x 8 in) que corresponderán a los especímenes de prueba, distribuyéndolos a lo largo de la línea diagonal guía o lo más cercano a ella como se muestra en la Figura 1 de este Manual, de los cuales 10 especímenes se trazan con su longitud mayor en el sentido longitudinal de fabricación (*L*) y 10 especímenes con su longitud mayor en el sentido transversal al de fabricación (*T*), de manera que cada espécimen contenga diferentes cabos de urdimbre o trama cuando se trate de geotextiles tejidos y filamentos o fibras cuando se trate de geotextiles no tejidos.
- E.4.** Utilizando un marcador o el lápiz de cera, cada espécimen se identifica con un número consecutivo que considere todos los especímenes por probar del lote, el número del rollo del que fue tomado, el número de lote al que pertenece y una flecha con las letras "L" o "T" que indiquen el sentido de fabricación del geotextil al que se refiere la Fracción anterior.
- E.5.** Con la ayuda de la herramienta de corte, se recortan los 20 especímenes a que se refiere la Fracción E.3. En caso de que se descarten los resultados de las pruebas efectuadas a alguno de los especímenes, por deslizamientos o roturas como los indicados en la Fracción H.8. de este Manual, se recortarán especímenes adicionales de la misma porción del lienzo que sustituirán a los descartados, verificando que los nuevos especímenes se obtengan en el mismo sentido de fabricación que los originales.

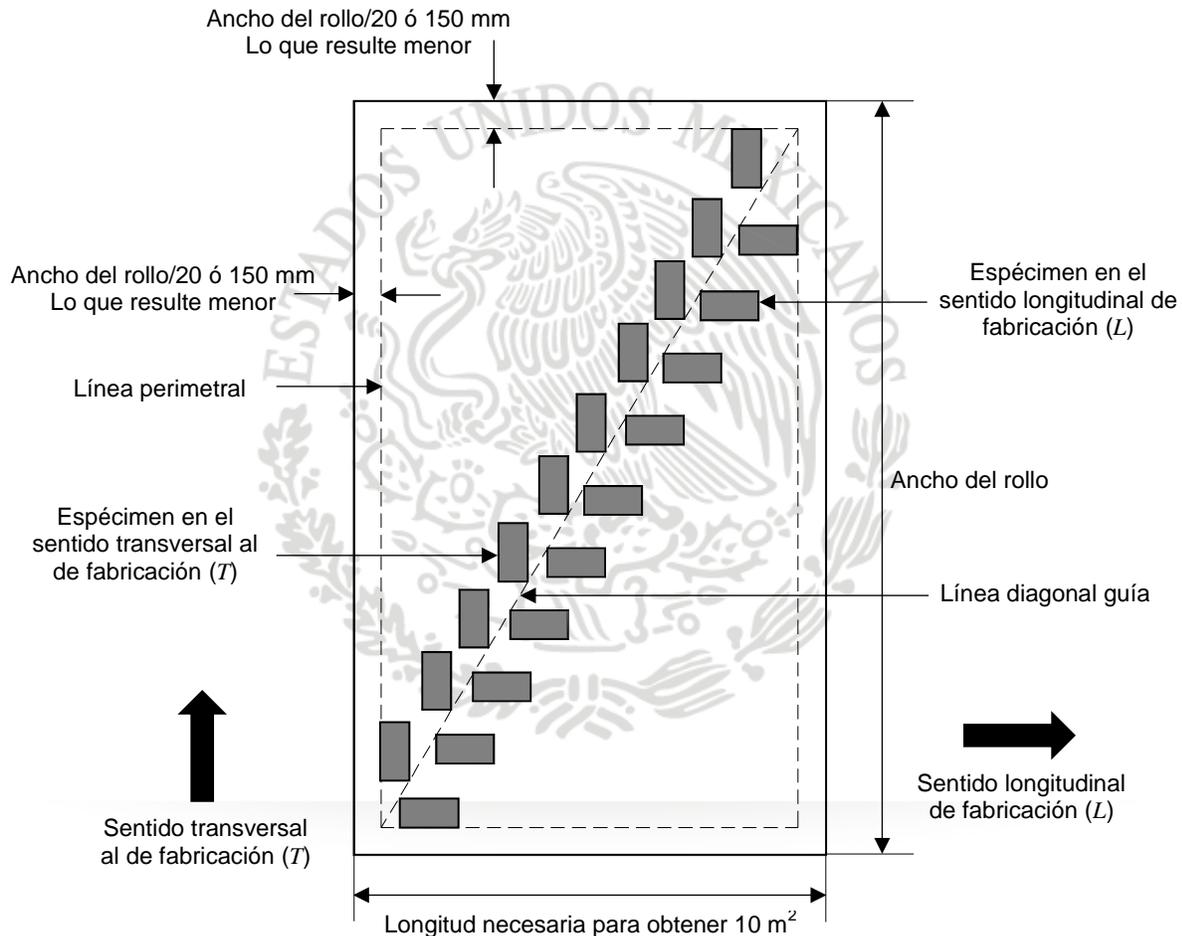


FIGURA 1.- Distribución de especímenes de prueba según su sentido de fabricación

F. PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE PRUEBA

La preparación de los especímenes de prueba se efectúa en el laboratorio a una temperatura ambiente de $21 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $65 \pm 5\%$. Los especímenes se dejan en contacto con el ambiente del laboratorio al menos 24 h antes de efectuar la prueba. Posteriormente, en cada uno de ellos se realiza lo siguiente:

- F.1. Se dibuja una línea auxiliar paralela al borde más largo del espécimen, a 38,1 mm (1,5 in) de ese borde y abarcando todo su largo. En caso de geotextiles tejidos y no tejidos con refuerzo, esta línea quedará completamente paralela a los filamentos que corren en la dimensión mayor del espécimen.
- F.2. Se pesa periódicamente el espécimen con intervalos de al menos 2 h, hasta que las masas en dos pesadas sucesivas no difieran en más del 0,1%.

G. TRABAJOS PREVIOS

Previo al inicio de la prueba se realizan las siguientes actividades:

- G.1. Se verifica que el laboratorio tenga una temperatura ambiente de $21 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $65 \pm 5\%$.

- G.2.** Se montan las mordazas en la máquina de prueba.
- G.3.** Se ajusta la máquina de prueba para que aplique la carga de tensión al espécimen con una velocidad constante de 300 ± 10 mm/min ($12 \pm 0,5$ in/min).

H. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Las pruebas que se realizan a los especímenes correspondientes al sentido longitudinal de fabricación (*L*) y al sentido transversal al de fabricación (*T*), se ejecutan y registran por separado de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- H.1.** Se ajusta la distancia entre la mordaza superior e inferior a 75 ± 1 mm ($3 \pm 0,05$ in), asegurando que ambas mordazas se encuentren verticalmente alineadas como se muestra en la Figura 2 de este Manual.
- H.2.** El espécimen por probar se coloca entre las mordazas de tal manera que sus lados más largos sean paralelos a la dirección de aplicación de la carga de tensión como se muestra en la Figura 2 de este Manual, verificando que:
- H.2.1.** Los lados más largos de espécimen sean paralelos a la dirección de la carga y que sus extremos superior e inferior sobresalgan de las mordazas aproximadamente la misma longitud, con el propósito de que la aplicación de la carga se haga de manera uniforme en toda el área de geotextil sujeta por las mordazas.
- H.2.2.** Las mordazas se ubiquen en la parte central del ancho del espécimen, para lo cual se utiliza como guía, la línea auxiliar vertical a la que se refiere la Fracción F.1. de este Manual, alineando dicha línea con los bordes laterales de las mordazas superior e inferior.
- H.2.3.** El espécimen se encuentre sujeto firmemente, cuidando que no presente pliegues o dobleces.
- H.3.** Se marca el espécimen con una línea auxiliar horizontal en el borde superior e inferior de cada mordaza, como se muestra en la Figura 2 de este Manual, de modo que se pueda comprobar que durante la prueba no existe deslizamiento del espécimen con relación a las mordazas.
- H.4.** Se ingresa en el sistema de registro de datos, para cada espécimen, los siguientes datos de identificación:
- Nombre y número o designación de la prueba,
 - número consecutivo de espécimen,
 - sentido de fabricación,
 - número de lote y
 - número de rollo.
- H.5.** Se ajusta a cero la máquina de prueba.
- H.6.** Se inicia la aplicación de la carga de tensión a velocidad constante de 300 ± 10 mm/min ($12 \pm 0,5$ in/min) hasta que se presenta la rotura del espécimen, deteniendo en ese momento la máquina de prueba.
- H.7.** El sistema de registro de datos registra la resistencia a la tensión Grab (R_{TG}) en términos de la carga de tensión máxima en N y la elongación (ϵ) correspondiente a dicha carga en %.

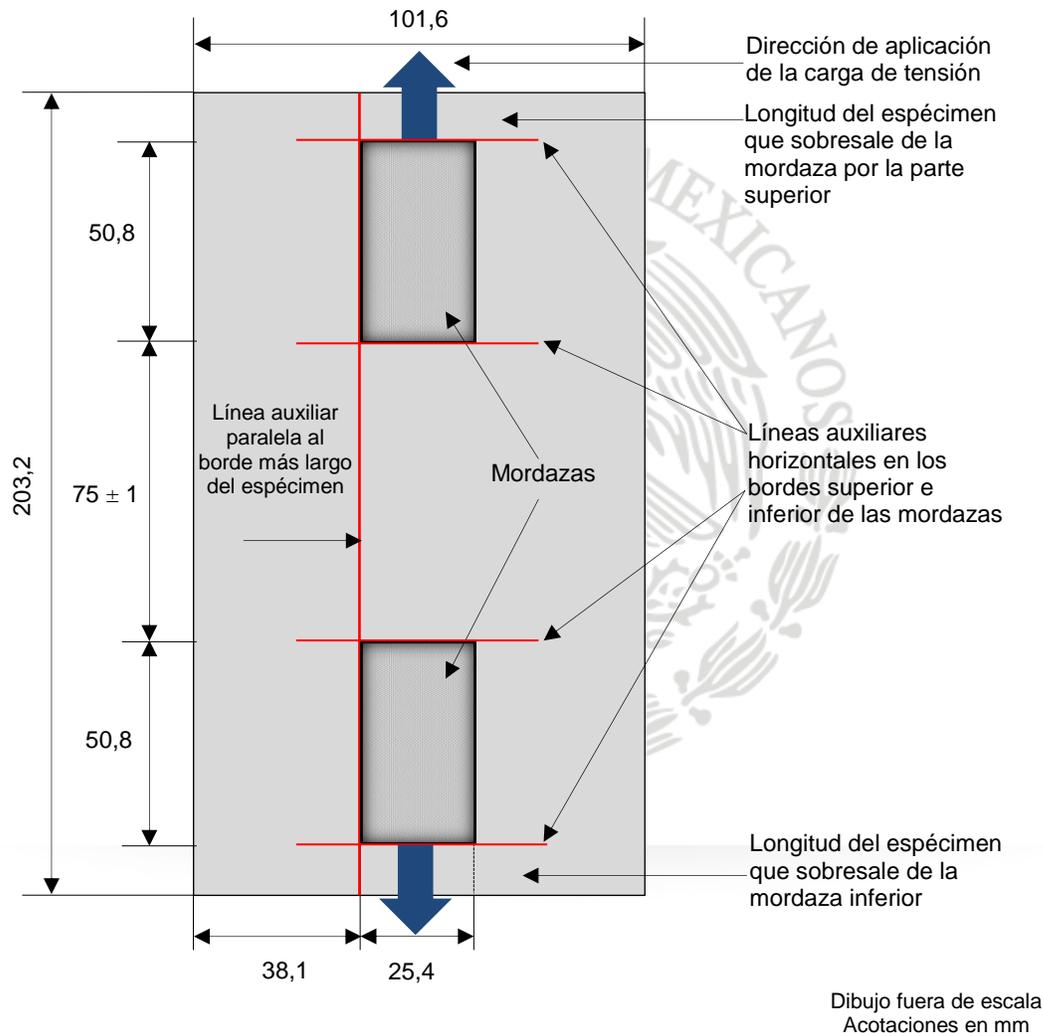


FIGURA 2.- Colocación del espécimen entre las mordazas

- H.8.** Si durante la ejecución de la prueba se presenta algún deslizamiento del espécimen con respecto a las mordazas o que por la acción deficiente de éstas se presente la ruptura del espécimen, se descartan los resultados de la prueba y ésta se repite con un nuevo espécimen con las mismas características del espécimen descartado.
- H.9.** La máquina de prueba se regresa a su posición inicial y se repite el procedimiento de prueba para cada espécimen subsecuente de todos los lienzos de los rollos que integren la muestra del lote.

I. CÁLCULOS Y REPORTE DE RESULTADOS

Los resultados de las pruebas realizadas a los especímenes correspondientes al sentido longitudinal de fabricación (L) y al sentido transversal al de fabricación (T), se analizan y reportan por separado de acuerdo con lo siguiente:

- I.1.** Para cada espécimen probado, se reporta:

- I.1.1.** La resistencia a la tensión Grab (R_{TG}), en N, que corresponde a la carga de tensión máxima registrada de acuerdo con lo indicado en la Fracción H.7. de este Manual.

- I.1.2.** La elongación (ε), en %, correspondiente a la carga de tensión máxima registrada de acuerdo con lo indicado en la Fracción H.7. de este Manual.
- I.2.** Una vez registradas la resistencia a la tensión Grab (R_{TG}) y la elongación (ε) de cada espécimen de todos los lienzos de los rollos que integran la muestra del lote, se calcula y reporta para cada sentido de fabricación:

- I.2.1.** La resistencia promedio a la tensión Grab ($\overline{R_{TG}}$), utilizando la siguiente expresión:

$$\overline{R_{TG}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{TG_i}}{n}$$

Donde:

$\overline{R_{TG}}$ = Resistencia promedio a la tensión Grab de todos los especímenes del lote, (N)

R_{TG_i} = Resistencia a la tensión Grab del espécimen i , (N)

n = Número de especímenes probados del lote, (adimensional)

- I.2.2.** La elongación promedio ($\overline{\varepsilon}$) de todos los especímenes del lote, utilizando la siguiente expresión:

$$\overline{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}{n}$$

Donde:

$\overline{\varepsilon}$ = Elongación promedio de todos los especímenes del lote, (%)

ε_i = Elongación del espécimen i , (%)

n = Número de especímenes probados del lote, (adimensional)

- I.3.** Además de lo indicado en las Fracciones I.1. e I.2. de este Manual, en el reporte de los resultados se incluyen, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre y número o designación de la prueba,
- fecha de la prueba,
- operador o laboratorista,
- razón social, logotipo o marca del fabricante del geotextil,
- nombre del producto,
- tipo de geotextil incluyendo el material del que está fabricado,
- fecha de fabricación,
- ancho, longitud y masa del geotextil,
- leyenda "Hecho en México" o del país de origen,
- uso al que se destinará el geotextil,
- obra donde será utilizado,
- fecha, lugar y hora del muestreo,
- número de lote,
- número de rollos muestreados del lote,
- número de especímenes probados para cada sentido de fabricación,

- número de especímenes descartados de acuerdo con lo indicado en la Fracción H.8. de este Manual, y
- los resultados de la prueba expresados de manera textual y gráfica.

J. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de las pruebas, se observan las siguientes precauciones:

- J.1.** Realizar la prueba en un lugar cerrado, con temperatura y humedad controlada, ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire que puedan provocar la contaminación de las muestras.
- J.2.** Que la máquina de prueba esté debidamente calibrada y en perfectas condiciones de mantenimiento.
- J.3.** Que todo el equipo esté limpio y en condiciones de operación.
- J.4.** Que al colocar el espécimen entre las mordazas, éste quede sujeto firmemente y alineado tanto en el sentido vertical como horizontal sin que presente pliegues o dobleces.
- J.5.** Que durante la prueba no exista deslizamiento del espécimen respecto a las mordazas o se presente la ruptura del espécimen por una deficiente colocación en éstas.

SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
AV. COYOACÁN 1895
COL. ACACIAS
CIUDAD DE MÉXICO, 03240
WWW.GOB.MX/SCT

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
NUEVA YORK 115, 4º PISO
COL. NÁPOLES
CIUDAD DE MÉXICO, 03810
WWW.IMT.MX
NORMAS@IMT.MX