



**Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata**

**“Permeabilidad planar en productos
Geosintéticos”.**

**Centro de investigaciones Viales LEMaC
Área: MayOC (Medio Ambiente y Obras Civiles)
Becario: Delbono Héctor Luís / Ott Matías
Director Tesis: Enrique Fensel**

Introducción y objetivos:

El siguiente informe refleja el estudio y los avances realizados en cuanto al desarrollo y equipamiento para efectivizar el ensayo de permeabilidad planar en productos Geosintéticos.

El método, esta basado en la **NORMA IRAM 78010**, consiste en la medición del flujo de agua en el plano de la probeta bajo diversos esfuerzos normales de compresión, gradientes hidráulicos típicos y superficie de contacto definida.

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Análisis de la metodología de ensayo
- Desarrollo del dispositivo para la ejecución del ensayo
- Práctica de la metodología de ensayo
- Identificación de problemas en la metodología
- Mantenimiento constante de los gradientes hidráulicos

Importancia:

El ensayo de permeabilidad planar tiene fundamentalmente importancia en aquellos productos que serán utilizados en aplicaciones geotécnicas donde se requiera la conducción de agua en su plano. Casos comunes son los geotextiles utilizados en geodrenes los cuales tienen múltiples usos como ser:

- ✓ Consolidación profunda de terrenos
- ✓ Abatimiento de napa freática
- ✓ Alivio de empujes hidrostáticos

Estos ejemplos demuestran que el control de calidad en los Geosintéticos en lo referente a la conducción hidráulica, queda altamente justificado.

Basándonos en este punto de partida se decide el desarrollo del equipamiento necesario para el ensayo de permeabilidad planar.

Procedimiento de ensayo según norma IRAM 78010:

La apreciación del ensayo esta ligada al comportamiento de la fluencia por compresión a largo plazo, con el fin de evaluar la capacidad de flujo a largo plazo.

Probetas:

Se cortan tres probetas de la muestra en sentido longitudinal y otras tres en sentido transversal, de manera que midan como mínimo 0,3m en la dirección longitudinal o de flujo y 0,2m en la dirección transversal de la maquina.

Procedimiento:

1 - Se mide el espesor nominal bajo una presión de 2Kpa (IRAM 78004-1).

2 - Se sumergen las probetas 12 horas en agua a temperatura de laboratorio con un tensioactivo (tipo detergente con una concentración de 0,1ml/100ml) para eliminar burbujas.

3 - Se coloca la goma de caucho y la probeta en el dispositivo (Figura 1) y se procede a bajar la celda de carga sobre la probeta. La goma de caucho tiene la función de absorber las deformaciones producidas en el geotextil al aplicarse las cargas.

4 - Se aplica sobre la probeta un esfuerzo de 2Kpa (se incluye la placa de carga) y se llena de agua el deposito de entrada para dejarla fluir a través de la probeta, con el fin de eliminar el aire.

En este paso es de suma importancia evitar la creación de caminos de flujo a lo largo de los bordes de la probeta. Si esto se observa se rechaza el ensayo.

5 - Se aumenta el esfuerzo a 20Kpa = 122Kg y se mantiene durante 360 seg.

6 - Se llena el depósito de entrada hasta el nivel correspondiente al gradiente hidráulico de 0,1. Se debe utilizar agua desaireada para flujo inferior a 0,3 ml/seg.

7 - Se deja que el agua atraviese la probeta durante 120 seg.

Para ciertos materiales, en particular aquellos que presentan fluencia a la compresión, el esfuerzo puede tener tendencia a decrecer durante el ensayo, en caso de utilizar gato hidráulico por ejemplo, por lo que es necesario realizar un reajuste continuo del esfuerzo con los fines de mantener un valor constante durante el periodo de ensayo.

8 - Se recoge el agua que atraviesa la probeta en un tiempo determinado (5 seg. Mínimo) y un volumen de agua de 0,5 litros mínimo. Esto para probetas de flujo elevado. Para las de bajo flujo se limita a 600 seg. Máximo. Se debe anotar la temperatura del agua. Este procedimiento se realiza dos veces mas, es decir, se realizan en total tres lecturas de flujo, tomando el promedio del volumen de agua recogida.

9 - Se aumenta el gradiente hidráulico, manteniendo el valor del esfuerzo, repitiéndose el ensayo en forma similar.

10 - Se reduce el gradiente a 0,1, aumentando el esfuerzo normal de compresión a 100Kpa = 612Kg. manteniéndose durante 120 seg. repitiéndose los dos pasos anteriores.

11 - Se continúa así hasta que la probeta haya sido ensayada para cada gradiente hidráulico y cada esfuerzo de compresión.

12 - Se repiten los pasos anteriores para las probetas restantes.

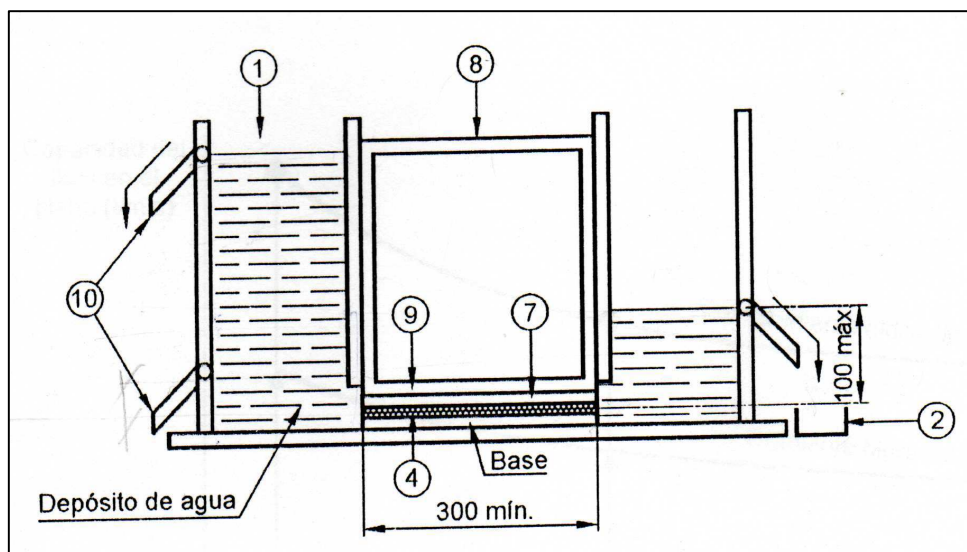


Figura 1 - **Dispositivo para realizar el ensayo según Norma IRAM 78010**

- 1 - Alimentación de agua
- 2 - Recipiente colector de agua
- 4 - Probeta
- 7 - Espuma de caucho impermeable
- 8 - Carga
- 9 - Placa de carga
- 10 - Rebosaderos para gradientes hidráulicos 0,1 y 1,0

Cálculo y expresión de resultados:

Se calcula la permeabilidad al flujo de agua en el plano a 20°C mediante:

$$q \text{ esfuerzo} \mid \text{ gradiente} = V \cdot R_t \mid W \cdot t$$

Siendo:

q = Permeabilidad en el plano por unidad de ancho a un gradiente y esfuerzo definido en m²/seg.

V = Volumen en m³

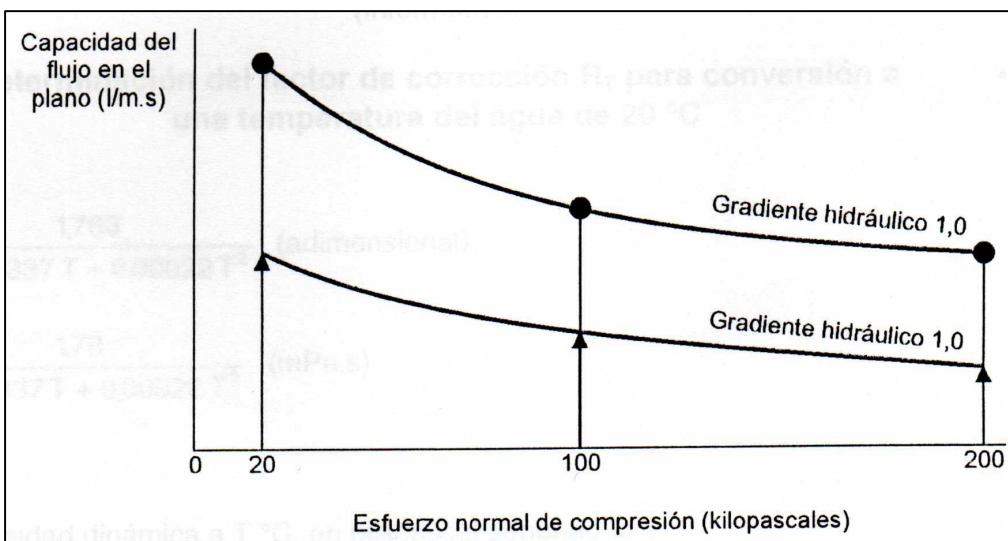
R_t = Factor de corrección de temperatura.

W = Ancho de la probeta en metros.

t = Tiempo en segundos.

Los resultados pueden ser representados de la siguiente manera:

Los resultados pueden ser expresados como representación grafica de la permeabilidad en el plano, en función del esfuerzo normal de compresión para los dos gradientes hidráulicos definidos.



- **Cálculos para una probeta**

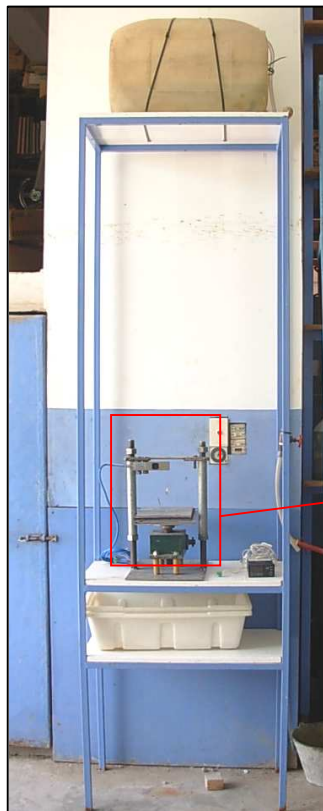
¡Error!

Esfuerzo aplicado (Kpa)	Gradiente hidraulico	Permeabilidad en el plano no corregida (L/m.s)	Temperatura del agua (°C)	Correccion de viscosidad (RT)	Permeabilidad en el plano coregida (L/m.s)
20	0,1				
20	1,0				
100	0,1				
100	1,0				
200	0,1				
200	1,0				

- **Presentación de los resultados para el rango de operación recomendado**

Probeta	q20/0,1	q100/0,1	q200/0,1	q20/1,0	q100/1,0	q200/1,0
1						
2						
3						
Media						

Equipamiento para efectuar el ensayo:



Equipo modular para mantener constante la carga de agua y lograr los gradientes hidráulicos necesarios para el ensayo (Figura 2)

Pórtico y celda de carga para aplicar esfuerzos de compresión sobre la probeta y lograr lecturas precisas (figura 3)



Figura (2)



Figura (3)

- 1- Dispositivo para tomar las lecturas (digital)
- 2- Celda de carga para aplicar el esfuerzo de compresión.

Figura (4)

Imágenes del dispositivo adoptado para la determinación de las características de permeabilidad planar.



Figura (5)

Consideraciones finales:

La Norma IRAM no es muy descriptiva en cuanto al desarrollo del dispositivo de ensayo, por lo que se han realizado algunas modificaciones del mismo.

Como primer medida se colocó dentro del recipiente colector de agua, una bolsa plástica de alta densidad (Figura 5), que envuelve la probeta, para que no se produzcan fugas de líquido al ser sometida la misma a esfuerzos de compresión, esto no está estipulado por la Norma, la misma limita las fugas a 0,2 ml/seg. cuando la placa de presión esté colocada en el dispositivo sin la probeta, por lo que mediante esta decisión se elimina dicho inconveniente.

A su vez otro de los problemas que se presenta es que el agua puede crear caminos de flujo en los bordes de la probeta, mediante este sistema adoptado también se reduce dicha dificultad. Este tema se tratara en el Subcomité de Geosintéticos en el IRAM, donde el LEMaC tiene participación.

Otras de las consideraciones realizadas es la aplicación del esfuerzo de compresión sobre la probeta. Para esto se incorporo al dispositivo una celda de carga con una capacidad de 2000Kg, la cual estará conectada a un controlador digital de 5 dígitos para tener lecturas precisas del esfuerzo a compresión aplicado sobre la probeta.

Conclusiones:

Al día de hoy se ha estudiado y comprendido la metodología de ensayo, se han adquirido equipos necesarios para efectuar el mismo y se ha avanzado en el desarrollo del dispositivo construyendo un pórtico donde se alojara la celda de carga para poder aplicar el esfuerzo de compresión y tomar lecturas correctas.

Se han solucionado dos principales problemas como lo son el evitar caminos de flujo en los bordes de la probeta y fugas en el dispositivo, logrando de esta manera obtener resultados precisos.

Para mantener el nivel de los gradientes hidráulicos constante se utilizara el equipo modular. Mientras que para mantener los esfuerzos de compresión se utilizara un sistema hidráulico.

Por el momento no se ha podido realizar ensayos sobre geotextiles por cuestiones de tiempo y equipamiento necesario que hacia falta. Si se han hecho pruebas para probar el sistema **goma de caucho – geotextil – goma de caucho**, para verificar el comportamiento de ambos materiales al someterlos a una carga de 2000kg con la prensa Marshall. Esto ultimo no presento ningún tipo de dificultad.

De esta manera se ha cumplido con los objetivos planteados al comienzo de este informe, queda por delante la realización del ensayo con distintos tipos de geotextiles.

Bibliografía:

- ✓ Norma IRAM 78010 “Determinación de las características de permeabilidad al agua normal al plano, sin carga”.
- ✓ Esquema de Norma IRAM 78026 “Clasificación, funciones y usos”
- ✓ “Geosintéticos. Desde la fabricación a su aplicación en obra”. LEMaC Centro de investigaciones Viales – CIT INTI Centro de Investigación y Desarrollo Textil. Año 2003.