

# ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL ESCURRIMIENTO BAJO GEOTEXILES EXPUESTOS A CORRIENTES

Pablo Spalletti<sup>(1)</sup>, José Daniel Brea<sup>(1)</sup>, Pablo Porri<sup>(2)</sup> y Gerardo Fracassi<sup>(2)</sup>

(1) Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua (INA), Argentina

(2) Maccaferri S.A.

E-mail: pspallet@ina.gov.ar - dbrea@ina.gov.ar - pporri@maccaferri-arg.com.ar

## Introducción

El escurrimiento sobre geotextiles colocados sobre el fondo de un canal induce un flujo por debajo de la manta permeable y por encima del suelo saturado que conforma la base, cuya velocidad es un parámetro de gran importancia a la hora de analizar la estabilidad de la estructura frente al acarreo del material de asiento.

Para evaluar el escurrimiento bajo mantas geotextiles no tejidas en polipropileno, se realizaron a pedido de Maccaferri S.A., estudios en un canal de ensayo en escala de prototipo (Spalletti, 2010). En cada experiencia se caracterizó el perfil del escurrimiento sobre la manta, las velocidades del flujo desarrollado por debajo del geotextil y la relación entre las velocidades por arriba y debajo de la manta.

Para registrar las velocidades bajo la manta se desarrollaron dispositivos basados en el registro del pasaje de una solución salina, mientras que el resto de las mediciones de velocidad se realizaron con ADV (Velocímetro Acústico Doppler).

## Descripción de los ensayos

En un canal de ensayo de 0,8 metros de ancho y 1,20 metros de alto, que presenta un tramo central vidriado de ambos costados de 7 metros de largo (Figura 1), el geotextil se apoyó sobre una base de arena de 340  $\mu\text{m}$  y 30 centímetros de espesor, nivelada y enrasada.



Figura 1.- Vista general del canal de ensayo

Se efectuaron 24 ensayos con tres geotextiles no tejidos, agujados y producidos con hilos de polipropileno (MacTex®N N26.1, N50.1 y N70.1), para diferentes caudales y tirante.

La colocación del geotextil se realizó de manera tal que el escurrimiento por debajo del mismo sólo fue inducido por el flujo y el paso de agua a través de la manta, no imponiéndose en el extremo de aguas arriba del modelo, un caudal de base bajo el geotextil.

La transición entre el tramo de canal de ensayo a fondo fijo y la manta sobre la arena, se materializó mediante un

elemento de sujeción aguas arriba que hacía las veces de anclaje, constituido por un colchón de alambre y gravas, de acuerdo al esquema presentado en la Figura 2.

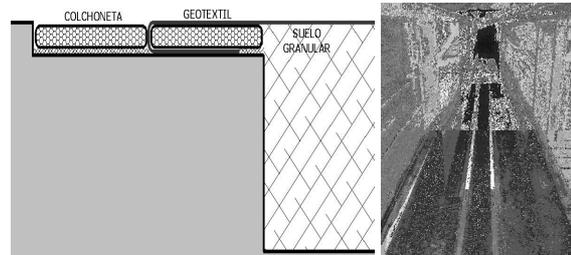


Figura 2.- Esquema de sujeción de la manta en sus extremos y anclajes longitudinales

Para evitar el flameo de la manta ante el pasaje de la corriente, de forma de afectar lo menos posible al flujo, los geotextiles se mantuvieron en posición durante el desarrollo de los ensayos, mediante dispositivos de anclaje colocados longitudinalmente al escurrimiento (Figura 2) constituidos por varillas de acero simplemente apoyadas sobre las mantas, cuya separación en la mayor parte de las experiencias se adoptó igual a 30 centímetros, aunque también se realizaron algunos ensayos con separación de 15 centímetros para evaluar la sensibilidad a este parámetro. También la manta se mantuvo fija en correspondencia con los laterales del canal.

Dado que no es posible determinar la velocidad del flujo bajo la manta por medio de medidores de velocidad convencionales, y debido a las bajas velocidades a medir y el reducido espacio para ubicar el sensor de velocidad, se planteó la implementación de un medidor de fabricación doméstica, desarrollado en el Laboratorio de Hidráulica (Izquierdo et al., 2010), con un principio de funcionamiento de uso ampliamente probado. El mismo consiste en seguir la evolución de una porción del flujo con algún contaminante, del que se pueda detectar su presencia en el tiempo y el espacio. En este caso particular, el medidor de velocidad cuyo esquema se indica en la Figura 3, consta de una placa de material aislante al que se le fija un dosificador de solución salina y juegos de electrodos distanciados una longitud tal que permita caracterizar el escurrimiento. Todo el conjunto se enrasa con el material del fondo, en este caso arena, en la forma indicada en el gráfico esquemático.

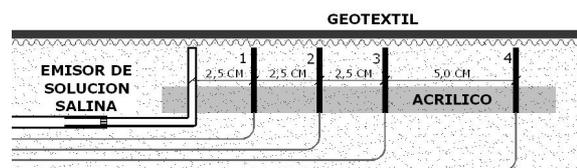


Figura 3.- Esquema del equipo de medición de velocidades bajo la manta

El sistema electrónico de detección de cambio de conductividad, se conecta a una PC, que permite graficar en función del tiempo una señal proporcional a la

conductividad (Figura 4). Medido el tiempo en que dicha señal supera un valor umbral predeterminado en cada par de electrodos y conocida la distancia que separa los mismos, se pudo determinar la velocidad promedio de desplazamiento de la solución salina bajo la manta.

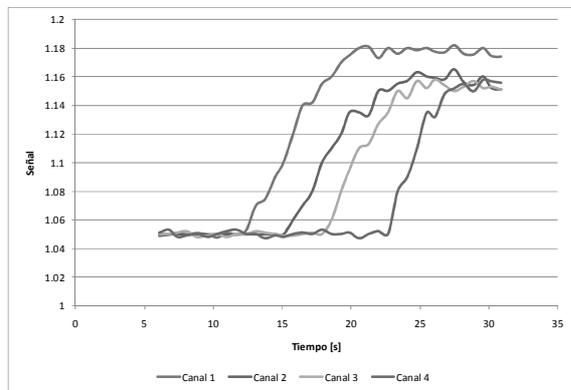


Figura 4.- Ejemplo de registros de sensores de salinidad

### Resultados de los ensayos

Para las distintas configuraciones del sistema y para diversas combinaciones de los parámetros hidráulicos (tirante y caudal), se caracterizó el flujo en distintas posiciones en la vertical. Para ello se relevaron los perfiles de velocidades mediante ADV sobre la manta. En correspondencia con el fondo, se emitieron pulsos de líquido con colorante que fueron registrados mediante filmación y luego desgrabados para caracterizar la velocidad media del escurrimiento sobre la manta.

También se caracterizó el escurrimiento bajo el geotextil en la zona de contacto con el suelo de base en tres progresivas longitudinales, tomando para cada condición de funcionamiento al menos 3 registros del paso de la solución salina en cada sensor, y se midió la pendiente de la superficie libre, a partir de la cual puede describirse el escurrimiento en el medio permeable conformado por el material de base.

Las características físicas e hidráulicas de los ensayos realizados, así como los principales resultados se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Resumen de las condiciones de ensayo

Ensayo	Geotextil	Sep.Varillas [cm]	V <sub>m</sub> [m/s]	H [m]	Caudal [m3/seg]	V <sub>inf</sub> [cm/s]
1	26.1	0.30	0.593	0.25	0.1230	<b>1.25</b>
2	26.1	0.30	0.535	0.30	0.1333	<b>1.11</b>
3	26.1	0.30	0.367	0.30	0.0914	<b>0.86</b>
4	26.1	0.30	0.181	0.30	0.0450	<b>0.30</b>
5	26.1	0.30	0.099	0.30	0.0246	<b>0.33</b>
6	26.1	0.30	0.366	0.50	0.1517	<b>1.09</b>
7	26.1	0.30	0.204	0.45	0.0762	<b>0.42</b>
8	26.1	0.30	0.115	0.40	0.0381	<b>0.31</b>
9	50.1	0.30	0.367	0.30	0.0914	<b>1.20</b>
10	50.1	0.30	0.180	0.30	0.0449	<b>0.33</b>
11	50.1	0.30	0.098	0.30	0.0244	<b>0.15</b>
12	50.1	0.30	0.539	0.30	0.1343	<b>1.40</b>
13	50.1	0.15	0.377	0.30	0.0939	<b>0.54</b>
14	50.1	0.30	0.358	0.50	0.1487	<b>1.00</b>
15	50.1	0.30	0.205	0.45	0.0768	<b>0.54</b>
16	50.1	0.30	0.115	0.40	0.0382	<b>0.42</b>
17	70.1	0.30	0.369	0.50	0.1530	<b>0.90</b>
18	70.1	0.30	0.205	0.45	0.0765	<b>0.61</b>
19	70.1	0.30	0.115	0.40	0.0382	<b>0.14</b>
20	70.1	0.30	0.536	0.30	0.1334	<b>1.36</b>
21	70.1	0.30	0.368	0.30	0.0916	<b>1.23</b>
22	70.1	0.30	0.182	0.30	0.0452	<b>0.53</b>
23	70.1	0.30	0.098	0.30	0.0244	<b>0.50</b>
24	70.1	0.15	0.534	0.30	0.1329	<b>0.58</b>

Graficando los valores de velocidad entre el suelo y la manta de geotextil en función de la velocidad media del escurrimiento para los 24 ensayos realizados, se tiene como resultado la Figura 5.

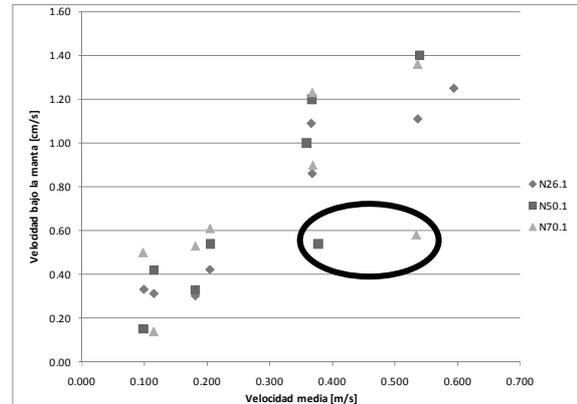


Figura 5.- Velocidades bajo la manta en función de la velocidad media del escurrimiento

En la citada figura se aprecia una marcada relación entre ambas velocidades, salvo para los puntos resaltados, que se corresponden a los ensayos en que la separación de las varillas de anclaje fue de 15 centímetros, y no se observan diferencias en el comportamiento de los distintos tipos de mantas.

Las velocidades determinadas para el medio permeable de base, fueron varios órdenes de magnitud inferiores a las registradas entre la manta y el suelo.

### Conclusiones

De los resultados se tiene que la velocidad en cercanías de la manta es del orden de la mitad de la velocidad media del escurrimiento. Comparando estas velocidades con las correspondientes al flujo bajo la manta, surge que para separaciones de las varillas de sostenimiento de 30 cm, la relación de velocidades bajo y sobre la cubierta fue, en término medio, el 5,3% y para 15 cm de distanciamiento de apoyos, dicha relación bajó al 2,5%. En todos los casos, las velocidades entre el geotextil y el suelo, fueron insuficientes para movilizar partículas de la base.

La corriente que se desarrolla bajo la manta, se establece por el flujo de agua que atraviesa el geotextil y no por la trasmisión de tensiones de corte a través de la manta.

Para separaciones menores de los anclajes, se limitó la posibilidad de la cubierta de flotar y moverse por acción de la corriente, y con ello el flujo inducido bajo la manta.

Para velocidades superiores a 60 cm/s y anclajes distanciados 30 cm, comenzó a observarse el flameo de la manta. Por ello, la máxima velocidad media del escurrimiento analizada, fue del orden de 0,6 m/s.

### Referencias Bibliográficas

Izquierdo, J. M., Tatone G. (2010): "Equipo Ultrasónico para Estudio de Erosión en Modelos Físicos", *XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Punta del Este, Uruguay*, Noviembre 2010.

Spalletti, P. (2010). *Estudio en Modelo Físico del Esgurrimiento Bajo Geotextiles*. Informe LHA 313-01-2010. Julio de 2010, Argentina.