

ANÁLISIS DE EROSIONES Y ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EL DISEÑO DE PROTECCIONES MARGINALES

Marcela Reynares, Felipe Franco, Luis Zanardi, Norberto Morbidoni y Mario Schreider

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral (UNL) - Santa Fe - Argentina -

E-mail: reynares@fich1.unl.edu.ar - ffranco@fich1.unl.edu.ar - schreide@fich.unl.edu.ar

Introducción

La extensión de una protección de margen en su desarrollo transversal a la corriente, resulta siempre un compromiso a asumir entre la necesaria estabilidad que la obra debe tener a lo largo de su vida útil y las limitantes económicas que toda obra de ingeniería posee.

Dos factores resultan fundamentales a la hora de definir la extensión a dar a la protección: la erosión esperable al pie de la misma una vez colocada ésta y la estabilidad del conjunto estructura - suelo una vez ocurridas las erosiones del lecho y deformada la protección. Como contrapartida de estas definiciones, la realidad de la práctica ingenieril indica que en muchos casos las erosiones son calculadas sin tener en cuenta la presencia de la protección y más aún, las longitudes de éstas, no son evaluadas a partir de un análisis de estabilidad que involucre una adecuada descripción del proceso de deformación de la cubierta.

El presente trabajo, tiene por objeto presentar algunas evidencias de laboratorio y de campo que ponen de manifiesto la no adecuada consideración de los procesos erosivos en las proximidades de la margen y de que modo una adecuada valoración de la estabilidad del talud puede poner en evidencia el peligro de destrucción del mismo, al tiempo de guiar un diseño apropiado del desarrollo de la protección.

Evidencias de laboratorio

Estudios antecedentes (Franco et al, 2002, Zanardi et al, 2002), han demostrado, en base a experimentación de laboratorio, la incidencia que la protección tiene sobre el desarrollo de erosiones al pie de la misma. La Figura 1, tomada de Franco et al, 2002 pone en evidencia como la presencia de la cubierta si bien impide las erosiones en el sector de la margen protegida, promueve mayores erosiones en el pie de la misma respecto de las que se observaron para igual condición hidráulica cuando la margen no fue recubierta. Ello se tradujo en una deformación de la protección distinta de la estimada a partir de las erosiones teóricas (calculadas sin la presencia de la protección). Como resultado de ello los factores de estabilidad del conjunto estructura suelo, calculados en base a las erosiones reales en presencia de la protección fueron entre un 15% y un 20% menores que los obtenidos para la protección deformada acorde a una erosión calculada que no tuvo en cuenta la presencia de la cubierta.

Estas evidencias constituyen un primer alerta respecto de la necesidad de reproducir de la manera más fiel posible las erosiones al pie de la protección, teniendo en cuenta la incidencia que ella misma produce. Asimismo, se pudo vislumbrar cómo el análisis de estabilidad del conjunto se constituyó en una herramienta válida para identificar adecuadamente estos efectos.

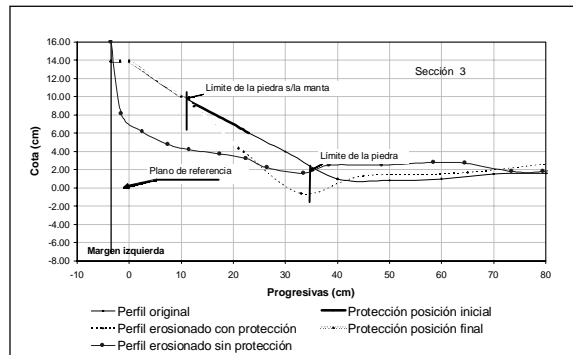


Figura 1.- Configuración final de la sección de erosión con y sin protección

Evidencias de campo

Se presentan, con un carácter introductorio, dos situaciones de campo donde se reflejan las consideraciones efectuadas acerca del análisis conjunto de erosiones y estabilidad de taludes.

Caso I: Río Salado, Sector INALI

Un estudio antecedente (FICH, 2002) evaluó las erosiones esperables en un sector de la margen derecha del río Salado frente a las instalaciones del Instituto Nacional de Limnología (CONICET - UNL) a los efectos del diseño de una obra de protección de márgenes. El análisis de estabilidad (Morbidoni, 2002) correspondiente a las situaciones con y sin erosión, demostraron que un sector del predio del INALI ante la situación sin erosión que resultaba estable, $F_s > 1$, se volvía inestable si se consideraba la margen erosionada (Figura 2).

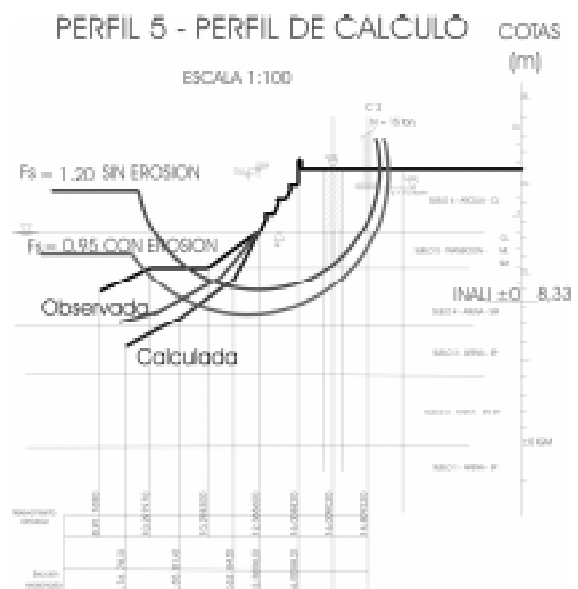


Figura 2.- Perfil de estabilidad del INALI

La ocurrencia de la crecida extraordinaria del río Salado de Abril/Mayo de 2003, encontró al sector aún sin

proteger, provocándole erosiones cercanas a las estimadas por FICH 2002 (Figura 2) y produciendo deslizamientos de la margen de acuerdo a lo estimado por el análisis de estabilidad. (Figura 3)



Figura 3.- Sector del INALI afectado por el deslizamiento.

Caso II: Río San Javier. Sector Ruinas de Cayastá.

La Figura 4 presenta una sección típica del río San Javier frente a las ruinas de Cayastá. En dicha figura se han representado en forma superpuesta la sección correspondiente a 1988, previa a la construcción de la cubierta, y la sección relevada en el año 2001 con la situación inicial (1989). Asimismo se indican las extensiones de la protección, en la condición inicial correspondiente a la obra construida en 1989 (línea llena gruesa en Figura 4) y en la situación actual (línea de trazos en Figura 4). El cálculo de la estabilidad del conjunto estructura suelo en la condición inicial de la obra de protección arrojó un F_s : 0.987, demostrando que el diseño de la protección, el cual no incluyó la reconstitución del talud, puede haber sido inadecuado, ello puede demostrarse al producirse la posterior destrucción de la margen.

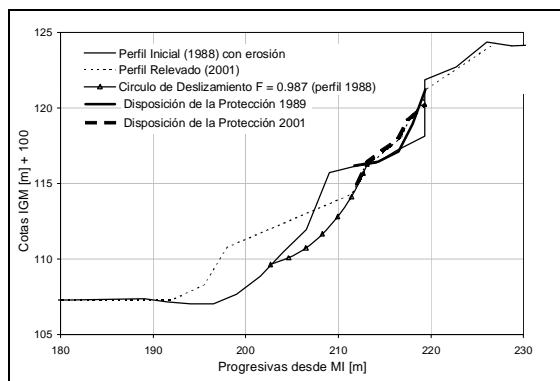


Figura 4.- Río San Javier, Cayastá, Perfil tipo relevado en 1988 y 2001, con sus respectivas longitudes de protecciones.

Si se analiza ahora la condición de funcionamiento de la protección en el estado actual, parcialmente destruida (Figura 5) se concluye que la misma no sólo no contribuye a la estabilidad de la sección sino que resulta contraproducente. Ello se comprueba al calcular los círculos de deslizamiento para las situaciones con y sin protección. Se observa que en este último caso el factor de seguridad es mayor: F_s (sin protección): 1.961 vs. F_s (con protección): 1.690, demostrando que la sobrecarga que representa la cubierta en la parte superior del talud, resulta inconveniente para la estabilidad de la margen.



Figura 5.- Protección colapsada de la defensa de Cayastá relevada en el año 2001

Conclusiones preliminares

El análisis de estabilidad y el cálculo de erosiones son dos herramientas de análisis que, trabajando en forma interrelacionada, brindan elementos de juicio, tanto para estimar la estabilidad de una margen y las obras implantadas en su entorno, como para precisar el diseño de la extensión de una protección.

El inadecuado diseño de una protección puede resultar un elemento que contribuya a la inestabilidad del talud en lugar de su defensa.

Una protección parcialmente destruida, puede convertirse en factor de inestabilidad para la margen.

Referencias Bibliográficas

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (2002), "Estudio de erosiones en un tramo del río Salado frente al Instituto Nacional de Limnología (INALI). Convenio: Instituto Nacional de Limnología (CONICET) - Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe.

Franco, F., Romano, C., Morbidoni, N. y Schreider, M. (2002), "Erosión y estabilidad de taludes en márgenes protegidas", Revista Ingeniería del Agua, Vol 9, Número 2, pp 135-142.

Morbidoni, N. (2002), "Análisis de estabilidad general de un tramo del río Salado frente al INALI en su situación actual y con obras". Comunicación Personal, 2002.

Zanardi, L., Franco, F., Scacchi, G., Romano, C., y Schreider, M., (2002) "Erosión al pie de una protección marginal", Anales del XIX Congreso Nacional del Agua. Villa Carlos Paz.