

DISEÑO DE LA BERMA DE PIE EN DIQUES ROMPEOLAS

A. Hoyos¹, Maria P. Herrera¹, J.R. Medina¹

¹Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, 14, 46022 Valencia, aihoal@upv.es, mahergam@upv.es, jrmedina@upv.es

INTRODUCCIÓN

Muchos diques rompeolas tienen un manto principal apoyado en una berma de pie. Esta berma, además de proporcionar apoyo al manto principal, sirve para facilitar la correcta colocación de la primera fila de elementos del manto y proteger el dique contra la socavación. La berma de pie es un elemento fundamental para garantizar la estabilidad del manto, sobre todo en aquellas situaciones de poco calado en las que las olas rompientes atacan directamente la berma y la parte inferior del manto.

Existen diversas fórmulas para evaluar la estabilidad hidráulica y estimar el daño de la berma de pie. Las más comunes (ver Tabla 1) derivan de investigaciones llevadas a cabo por Gerding (1993), Van der Meer (1998), Muttray (2013) y Van Gent (2014). Para definir el daño de la berma, estos autores emplean el parámetro N_{od} , introducido por Gerding (1993), que representa el número de elementos desplazados de la estructura del pie en una franja de ancho un diámetro nominal, $N_{od}=N/(B/D_{n50})$, donde N es el número de piedras movidas y B es la longitud de la sección del dique donde se cuentan las piezas desplazadas. Estas fórmulas son aplicadas para evaluar la influencia de las distintas variables (H_s , D_{n50} , h_t , h_s , t_t , B_t) en la estimación del daño.

Autor y año	Fórmula
Gerding (1993)	$N_{od} = \left(\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} / \left(0.24 \left(\frac{h_t}{D_{n50}} \right) + 1.6 \right) \right)^{6.67}$
Van der Meer (1998)	$N_{od} = \left(\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} / \left(6.2 \left(\frac{h_t}{h_s} \right)^{2.7} + 2 \right) \right)^{6.67}$
Muttray (2013)	$N_{od} = \left(\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \left(0.58 - 0.17 \frac{h_t}{H_s} \right) \right)^3$
Van Gent (2014)	$N_{od} = 0.032 \left(\frac{t_t}{H_s} \right) \left(\frac{B_t}{H_s} \right)^{0.3} \left(\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \right)^3 \left(\frac{\hat{u}_\delta}{\sqrt{gH_s}} \right)$

Tabla 1. Formulaciones para estimar el daño de la berma de pie.

INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD Y GEOMETRÍA DE LA BERMA EN SU ESTABILIDAD

Para estudiar el diseño óptimo de la berma de pie, se han empleado las diferentes fórmulas para la estimación del daño de la berma en un dique en talud convencional. Fijando el calado a pie de dique ($h_s(m)=12$) y el tamaño de la escollera ($D_{n50}(m)=1.32$), se varía la profundidad de la berma (h_t). Los parámetros descriptivos del oleaje considerado son la altura de ola $H_s(m)=6$ y periodo pico $T_p(s)=12$ del temporal de cálculo. En el caso de la fórmula de Van Gent (2014), se han considerado un ancho de berma (B_t) estándar de $3D_{n50}$ (ver Figura 1), según las recomendaciones dadas por el CIRIA (2007).

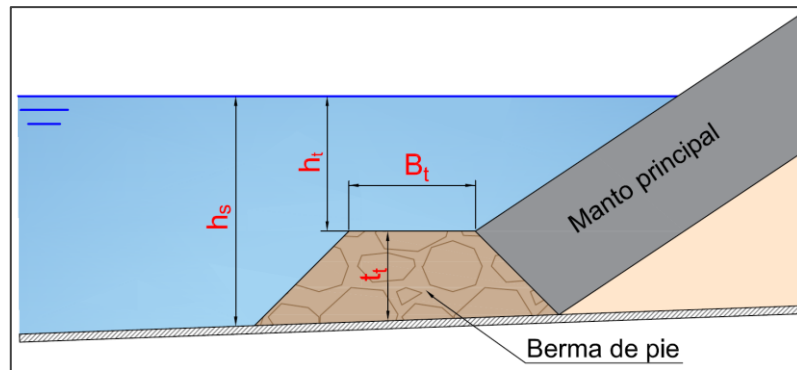


Figura 1. Principales parámetros de diseño.

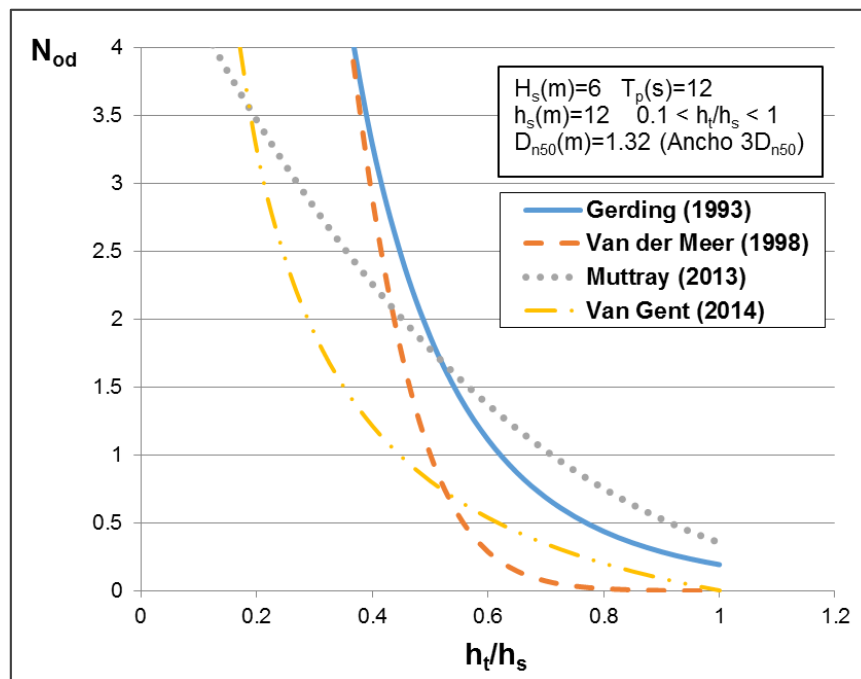


Figura 2. Influencia de la geometría de la berma en el daño.

La profundidad relativa de la berma de pie (h_t/h_s) resulta ser un parámetro muy relevante en la estabilidad de la misma. En el caso de bermas sumergidas, para profundidades relativas (h_t/h_s) bajas, cuando la superficie del agua está próxima a la coronación de la berma, el daño es muy elevado y las fórmulas de Tabla 1 quedan fuera de rango (ver Herrera et al., 2014). En costas acantiladas con fuertes pendientes de fondo, la berma de pie puede ser menos estable que el manto principal ($h_t \approx 0$) y un cambio de diseño en planta de dique (defensa longitudinal) puede ser necesario para sacar la berma de pie de la profundidad crítica.

REFERENCIAS

- CIRIA, CUR and CETMEF (2007): The rock manual: The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition), C683, CIRIA, London.
- Gerding, E. (1993). Toe structure stability of rubble mound breakwaters, MSc thesis, Delft University of Technology, also published as Delft Hydraulics report no. H1874.
- Herrera, M.P., Molines, J., and Medina, J.R. (2014). Toe protection stability for rubble mound breakwaters in very shallow water, Coastlab 2014, *Proc. 5th International Conference on the Application of Physical Modelling to Port and Coastal Protection*, pp. 231-239.
- Muttray, M. (2013). A pragmatic approach to rock toe stability. *Coast. Eng.*, vol. 82. Elsevier 56–63.
- Van der Meer, J.W. (1998). Geometrical design of coastal structures. Chapter 9. In: Pilarczyk, K.W. (Ed.), *Seawalls, Dikes and Revetments*. Balkema, Rotterdam.
- Van Gent, M.R.A., Van der Werf I.M. (2014). Rock toe stability of rubble mound breakwaters. *Coastal*

Engineering 83 (2014) 166–176.