

PhD Thesis

Mound Breakwater Design in Depth-Limited Breaking Wave Conditions

AUTHOR

María Piedad HERRERA GAMBOA

SUPERVISOR

Dr. Josep Ramon MEDINA FOLGADO

November, 2016

## RESUMEN

El manto principal de los diques en talud suele estar formado por escollera natural o elementos prefabricados de hormigón; su función es resistir la acción del oleaje. Una revisión del estado del arte pone de manifiesto que son numerosas las fórmulas existentes para el diseño de mantos derivadas de ensayos físicos a escala reducida con oleaje sin rotura por fondo. Sin embargo, la mayoría de diques en talud se construyen en la zona de rompientes con oleaje limitado por fondo, donde las ecuaciones de diseño habituales no son del todo válidas. En esta tesis doctoral se analiza la estabilidad hidráulica de mantos bicapa de escollera, a partir de ensayos a escala reducida con pendiente de fondo  $m=1/50$ . En base a los resultados obtenidos de los ensayos físicos, se propone una nueva relación potencial para el diseño de mantos de escollera en condiciones de oleaje limitado por fondo, válida para taludes con  $\cot\alpha=1.5$ , números de estabilidad  $0.98 \leq Hm_0/(\Delta Dn_{50}) \leq 2.5$ , y profundidades relativas a pie de dique de  $3.75 \leq h_s/(\Delta Dn_{50}) \leq 7.50$ .

Cuando el manto principal está formado por elementos de hormigón, es habitual construir una berma de pie que proporciona apoyo a los elementos del manto y, en su caso, colabora en la protección de la zona inferior del dique contra la socavación. Dicha berma suele construirse con escollera natural y su peso está condicionado al de los elementos del manto en el caso de no haber rotura por fondo. El peso de los elementos de la berma de pie suele ser un orden de magnitud inferior al peso de las unidades del manto; sin embargo, si la pendiente de fondo es fuerte (p.e.  $m=1/10$ ) y las aguas someras esta regla no se cumple ya que algunas olas rompen sobre el fondo impactando directamente sobre la berma de pie. En estos casos, el peso de la escollera de la berma puede sobrepasar el de las unidades del manto y su correcto diseño es crucial para garantizar la estabilidad del dique. Además de estudiar la estabilidad del manto principal de diques de escollera, la presente tesis doctoral analiza también la estabilidad hidráulica de bermas de pie de escollera ubicadas en fondos con pendiente  $m=1/10$  y aguas someras ( $0.5 < h_s/Dn_{50} < 5.01$ ), en base a ensayos físicos a escala reducida realizados con mantos bicapa de cubos y bermas de escollera con diferentes dimensiones. En primer lugar, se propone una nueva ecuación para el diseño de bermas escollera estándar ( $Bt=3Dn_{50}$  y  $tt=2 Dn_{50}$ ), tanto emergidas como sumergidas, a partir de tres parámetros: (1) altura de ola en aguas profundas,  $Hs_0$ , (2) longitud de onda en aguas profundas,  $L_{0p}$ , (3) profundidad a pie de dique,  $h_s$ . Posteriormente, se analiza la influencia del ancho de la berma ( $Bt$ ) en su estabilidad hidráulica, introduciendo dos nuevos conceptos para caracterizar bermas de pie anchas ( $Bt > 3Dn_{50}$ ): (1) berma nominal o zona de la berma de pie sobre la que realmente apoya el manto principal, y (2) berma de sacrificio o zona de la berma de pie que protege a la berma nominal. A partir del daño de la berma de pie nominal, se propone un nuevo método para reducir el tamaño de piedra ( $Dn_{50}$ ) incrementando el ancho de la berma ( $Bt$ ) cuando no se disponga del tamaño requerido en cantera. Finalmente, se examina el daño del manto de cubos y se analiza la influencia del método de colocación sobre el mismo, a partir de ensayos realizados con mantos bicapa de cubos con colocación aleatoria y uniforme.