

Grado de Ingeniería Civil

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

Interacción entre la Sección del Dique

y las Oscilaciones del Mar

AMF, RBM, MOS

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Universidad de Granada

Granada, 26/02/2016

www

inicio



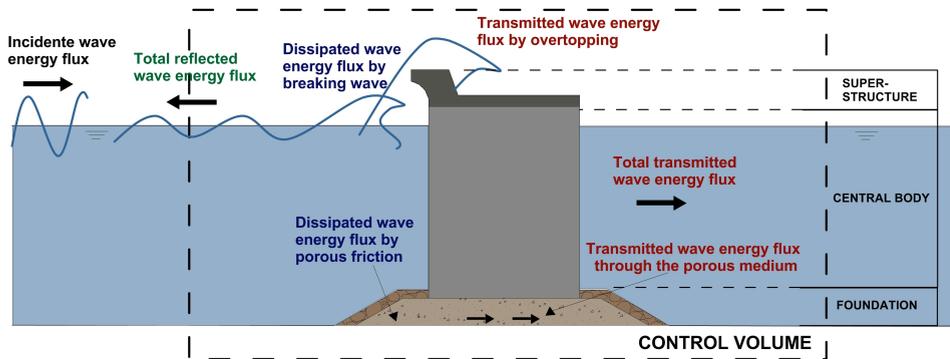
página 1 de 23

fullscreen

salir

Introducción

- Interacción oleaje-dique:



www

inicio



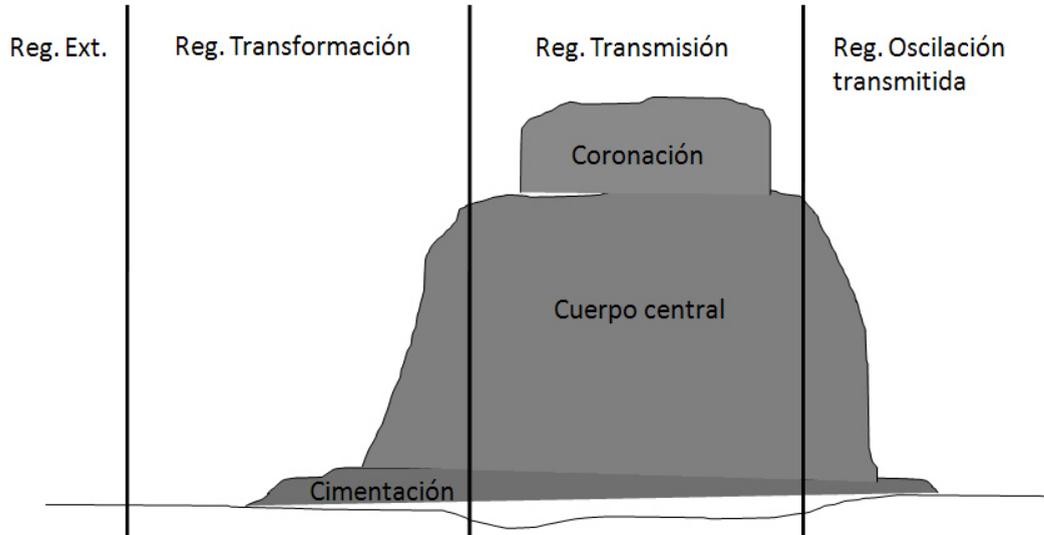
página 2 de 23

fullscreen

salir



- Regiones de interacción:



[www](#)

[inicio](#)



[página 3 de 23](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Interacción entre la Sección y la Dinámica del Medio Marino

Nota 1.

Balace energético del oleaje incidente sobre el dique → depende tanto de los elementos de la tipología como de la naturaleza de los materiales:

- Forma del dique y geometría de sus diferentes partes.
- Tipos de material que lo constituyen.

www

inicio

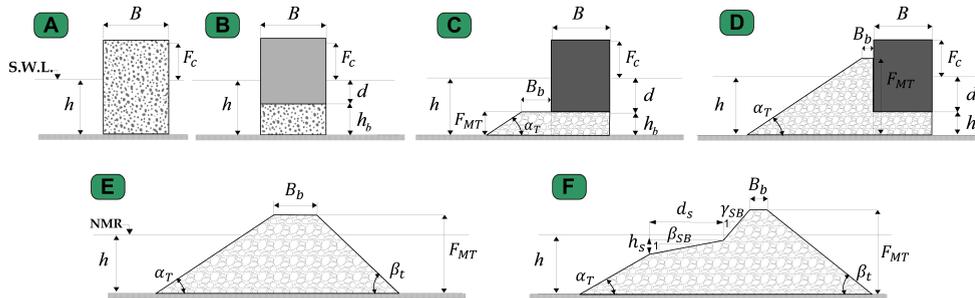


página 4 de 23

fullscreen

salir

- Influencia de la sección sobre el proceso de interacción:



www

inicio



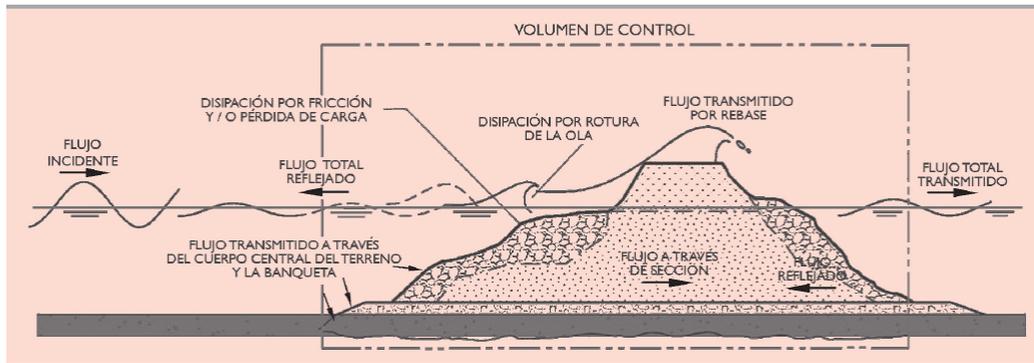
página 5 de 23

fullscreen

salir

Flujo de Energía

- Volumen de control, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 6 de 23

fullscreen

salir

- Flujo de energía incidente:

$$f_{eI} = E_I C_{gI} = \frac{1}{8} \rho g H_I^2 C_{gI} \quad (1)$$

- Flujo de energía reflejada:

$$f_{eR} = E_I C_{gR} = \frac{1}{8} \rho g H_R^2 C_{gR} \quad (2)$$

- Flujo de energía transmitida:

$$f_{eT} = E_I C_{gT} = \frac{1}{8} \rho g H_T^2 C_{gT} \quad (3)$$

[www](#)[inicio](#)[página 7 de 23](#)[fullscreen](#)[salir](#)



Nota 2.

Teoría Lineal → la transformación del oleaje no supone un cambio en el periodo de la onda.

No hay cambio de profundidad entre barlomar y sotamar → número de onda $k_I = k_R = k_T \equiv k$ y $C_{gI} = C_{gR} = C_{gT} \equiv C_g$.

- Balance de energía:

$$f_{eI} - f_{eR} - f_{eT} - D'_* = 0 \quad (4)$$

www

inicio



página 8 de 23

fullscreen

salir

- Coeficientes de reflexión, transmisión, disipación:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_R = \frac{H_R}{H_I} \\ K_T = \frac{H_T}{H_I} \\ D_* = \frac{D'_*}{f_{el}} \end{array} \right. \quad (5)$$

- Balance de energía:

$$K_R^2 + K_T^2 + D_* = 1 \quad (6)$$

[www](#)[inicio](#)[página 9 de 23](#)[fullscreen](#)[salir](#)

Influencia de los Elementos de la tipología

Nota 3.

Los diferentes aspectos de la tipología influyen en los procesos de reflexión, transmisión y disipación del oleaje incidente sobre el dique.

En los elementos de la tipología se incluyen:

- Los elementos geométricos del dique —dique en talud, vertical o mixto, banquetta, cimentación, etc. . . —.
- Los materiales que lo constituyen —dique impermeable, material granular, etc. . . —.

[www](#)

[inicio](#)



[página 10 de 23](#)

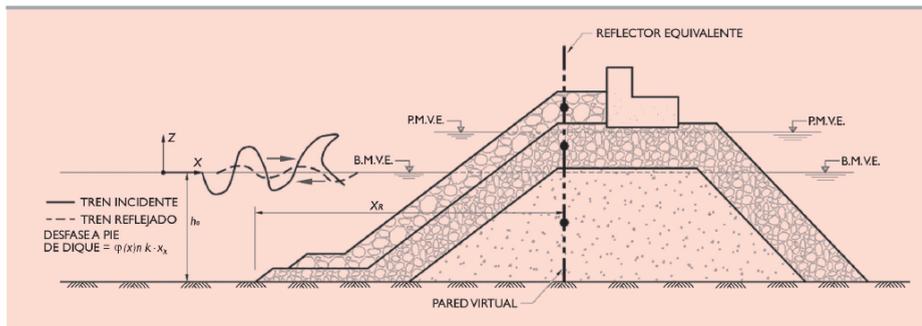
[fullscreen](#)

[salir](#)

Reflexión

Nota 4.

Reflexión → proceso esencialmente lineal que depende de las características geométricas —profundidad, pendiente del talud— e hidráulicas —porosidad, permeabilidad, fricción equivalente, rugosidad— de la sección del dique y su contorno.



www

inicio



página 11 de 23

fullscreen

salir

Transmisión

Nota 5.

Transmisión a la región de sotamar → rebase, a través del cuerpo central —diques granulares—, y a través del terreno y cimentación —diques permeables—.

- Rebase → depende del francobordo relativo F_c/H_* .
- Permeabilidad → propiedades hidráulicas del medio y de la anchura con respecto a la longitud de onda incidente —expresada en la forma kB o B/L —.

www

inicio



página 12 de 23

fullscreen

salir

Nota 6.

La permeabilidad o impermeabilidad de la obra puede lograrse por la combinación de diferentes materiales y diferentes dimensiones de la sección. Requerimientos para sección permeable:

- Porosidad del dique tal que $D_{huecos}/D_{solidos} \gtrsim 5$.
- Anchura relativa a longitud de onda tal que $B/L \lesssim 1/100$.

www

inicio



página 13 de 23

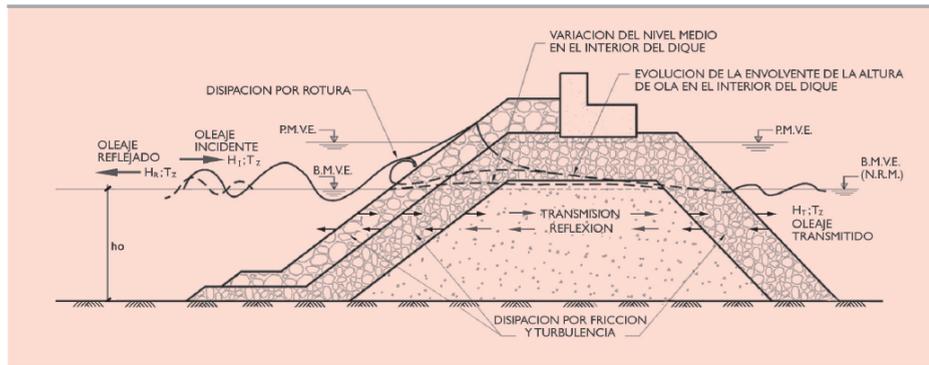
fullscreen

salir

Disipación

Nota 7.

Disipación → rotura, fricción en los contornos e interior del medio a través del cual se propaga la onda.



www

inicio



página 14 de 23

fullscreen

salir

- Mecanismos más eficientes → rotura por decrestamiento y por voluta, a través de los cuales se logra disipar $\sim 90\%$ de la energía. Las roturas en colapso y oscilación no logran disipar más de $\sim 60\%$ de energía.
- Energía residual → se invierte en reflexión, disipación interna, fricción o la transmisión a sotamar.
- Rotura de la ola → aumento de peralte al propagarse sobre el talud. El tipo de rotura en talud se identifica a través del número de Iribarren.

[www](#)

[inicio](#)



página 15 de 23

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Disipación por rotura en decrestamiento → semejanza con el resalto hidráulico.
- Rotura en voluta, colapso, oscilación → el proceso de disipación es muy complejo y de difícil cuantificación. Una forma de proceder es resolver la conservación de la energía toda vez que se han evaluado los flujos reflejado y transmitidos en el volumen de control.
- Disipación por fricción → régimen hidráulico del flujo a través de la región porosa:
 - Régimen laminar → disipación proporcional al cuadrado de la velocidad del flujo con respecto a los elementos del medio.
 - Régimen turbulento → disipación proporcional al cubo de la velocidad.

[www](#)

[inicio](#)



[página 16 de 23](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Altura de ola a pie de dique

- Altura de ola H_* a pie de dique y en presencia del mismo \rightarrow geometría del dique y desfase entre oleaje incidente y reflejado.
- En general $H_* = \mu H_I$, siendo μ un coeficiente que cuantifica la magnitud de la interferencia lineal entre los trenes incidente y reflejado.

Nota 8.

Para un dique vertical impermeable e irrebalsable construido sobre fondo horizontal, se produce una onda estacionaria que supone $\mu \simeq 2$. Si el dique es rebalsable y la impermeabilidad no es completa se tiene $\mu < 2$. Si el dique tiene una berma y la ola puede romper sobre la misma, puede ocurrir el caso $\mu > 2$. Si se trata de un dique en talud con tipología Iribarren se tiene $0 \leq \mu \leq 2$.

[www](#)[inicio](#)

página 17 de 23

[fullscreen](#)[salir](#)

Talud, Rugosidad y Porosidad

- Pendiente del talud tal que $I_r \geq 2.3 \rightarrow$ peraltado de la onda y reflexión parcial \rightarrow rotura en colapso u oscilación con reflexión 35 % \sim 85 %.
- Disipación sobre contornos del dique \rightarrow puede mejorarse disponiendo elementos de rugosidad de altura variable y distribución irregular sobre la coronación o en el fondo a barlomar.
- Disipación a través del cuerpo central \rightarrow puede aumentarse mediante paredes porosas o ranuradas, las cuales aumenten el recorrido del flujo durante su propagación.

[www](#)

[inicio](#)



página 18 de 23

[fullscreen](#)

[salir](#)

Variaciones sobre la Sección

Nota 9.

El control y transformación de la energía a través del dique se puede lograr mediante el diseño de elementos diferentes dispuestos con distintas configuraciones. De ese modo se logra el predominio de unos procesos de transformación frente a otros.

[www](#)

[inicio](#)

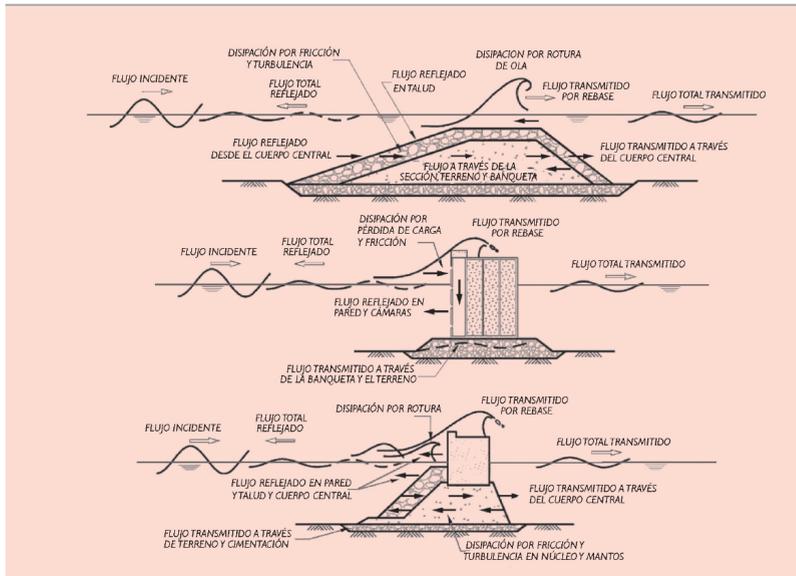


página 19 de 23

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Variaciones sobre la sección en un dique de abrigo, ROM 1.0 (2010):



www

inicio

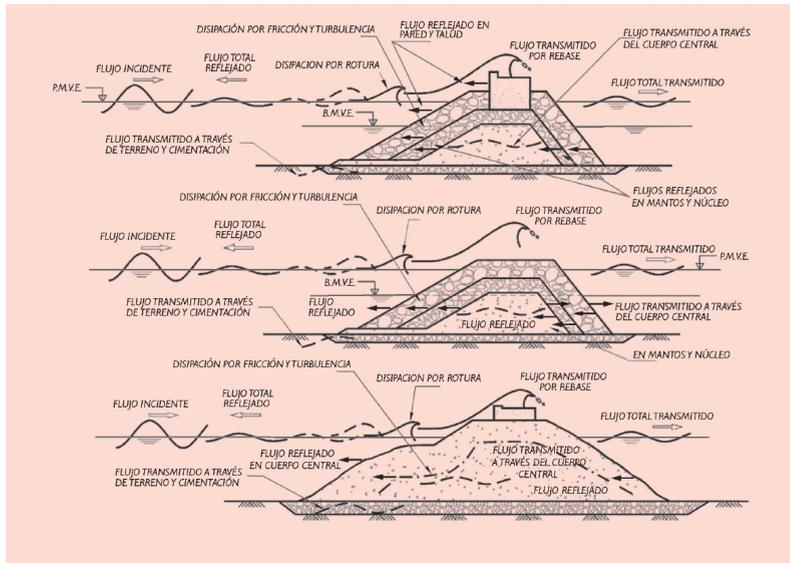


página 20 de 23

fullscreen

salir

- Variaciones sobre la sección en un dique de abrigo, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 21 de 23

fullscreen

salir

- Construcción de dique sumergido con anchura B y coronación a profundidad d . El material puede ser natural —escollera— o artificial —hormigón—.
- En caso de nivel de protección insuficiente para la tipología previa, sobre el dique se puede colocar un cajón impermeable prefabricado de pared vertical con moderada emergencia → dique mixto.
- Exceso de energía reflejada → modificaciones sobre la pared de barlomar.
- Material granular insuficiente → extensión del cajón hasta el fondo → dique vertical.
- En ocasiones es recomendable recurrir a una tipología nueva mejor que a la tradicional.

[www](#)

[inicio](#)



página 22 de 23

[fullscreen](#)

[salir](#)

Referencias

Losada M. A. (Ponente), 2001. *ROM 0.0 Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias. Parte I. Puertos del Estado*. 220 p.p. i.s.b.n. 84 – 88975 – 30 – 9.

Losada M. A. (Ponente), 2010. *ROM 1.0-09 Recomendaciones del Diseño y Ejecución de las Obras de Abrigo. Parte I. Bases y Factores para el Proyecto. Agentes Climáticos. Puertos del Estado*. 532 p.p. i.s.b.n. 978 – 84 – 88975 – 73 – 7.

www

inicio



página 23 de 23

fullscreen

salir