

Grado de Ingeniería Civil

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

Procedimientos para la Conservación de Diques de Abrigo.

Tipología de Dique en Talud

AMF, RBM, MOS, IRP

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica
Universidad de Granada

Granada, 8/04/2016

www

inicio



página 1 de 21

fullscreen

salir

Modos de fallo y procesos

Nota 1.

Estado límite: estado de proyecto —intervalo de tiempo durante el cual cualquier manifestación de los factores de proyecto es estacionaria en el sentido estadístico— en el cual la obra en su conjunto, o en alguno de sus tramos o elementos, queda fuera de uso o servicio por incumplimiento de los requisitos de seguridad, de servicio y de explotación especificados en el proyecto.

Nota 2.

Modo de fallo o parada: manera, forma o mecanismo en que puede producirse el fallo o la parada operativa, describiéndose y caracterizándose en un estado límite.

[www](#)

[inicio](#)



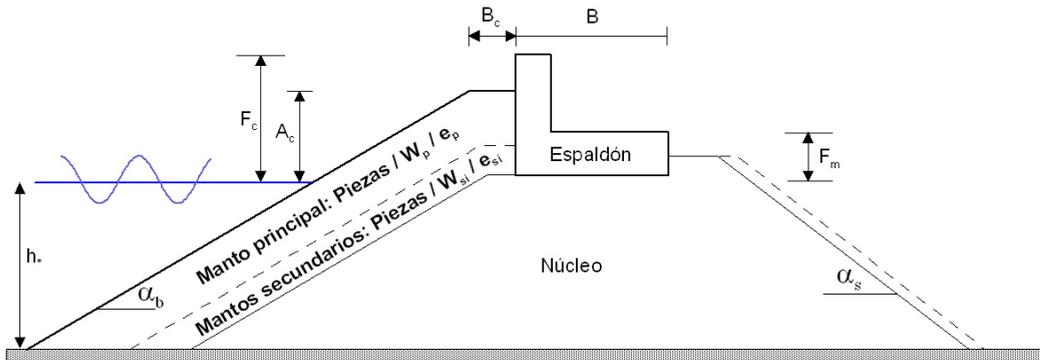
[página 2 de 21](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Estabilidad de la estructura

- Sección tipo de dique en talud:



www

inicio



página 3 de 21

fullscreen

salir

- El diseño de un dique en talud debe garantizar la estabilidad de la estructura en los siguientes términos:
 1. Estabilidad global: afecta al dique en su conjunto y en particular al manto principal.
 2. Estabilidad geotécnica: afecta a la capacidad portante del suelo y a fallos por erosión de pie y procesos similares.
 3. Estabilidad unitaria: afecta a la estabilidad y calidad de las piezas del manto, considerado éste como una matriz de elementos individuales.
 4. Estabilidad estructural: afecta a la resistencia estructural del sistema en su conjunto y, por tanto, se ve afectada por todas las demás.

[www](#)

[inicio](#)

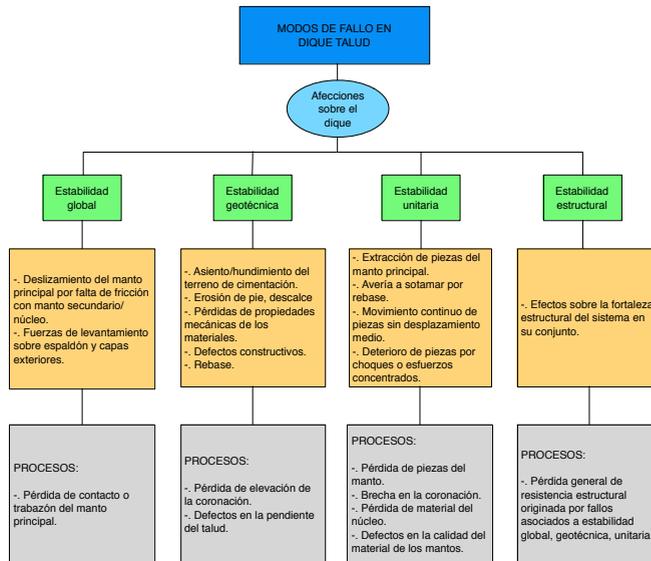


[página 4 de 21](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Diagrama de fallos en un dique en talud:



www

inicio



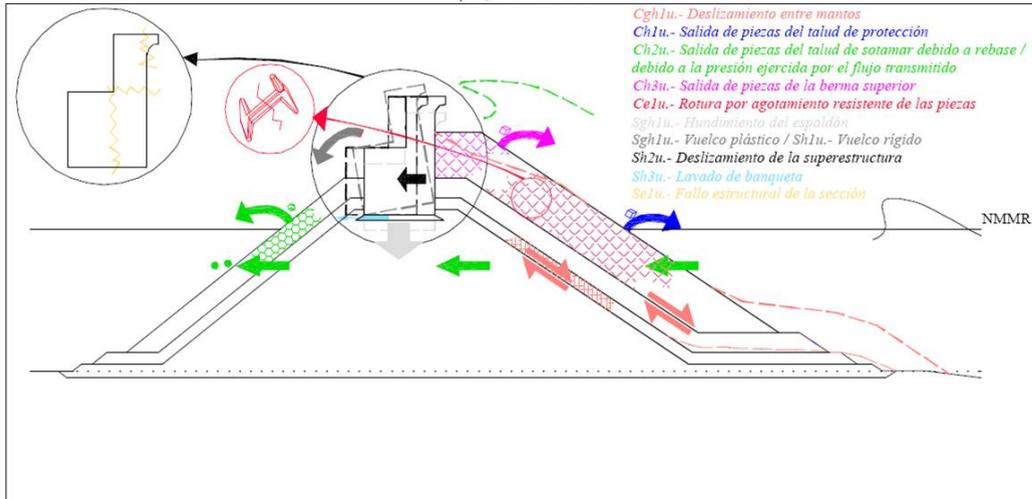
página 5 de 21

fullscreen

salir

- Esquema general de fallos en un dique en talud:

Modos de Fallo E.L.U. | Cuerpo Central, C
Superestructura, S



www

inicio



página 6 de 21

fullscreen

salir

Procesos y estados límite

- Pérdida de elevación de la coronación → Asiento en la cimentación o asiento general de la estructura.
- Brecha en la coronación → Hueco abierto hasta una profundidad igual o superior al espesor del manto principal. No se considera brecha hasta que el hueco no se extiende a toda la sección de coronación.
- Exposición o pérdida de material del núcleo → Núcleo expuesto o visible a través de huecos en el manto principal.

[www](#)

[inicio](#)



[página 7 de 21](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Pérdida de piezas del manto → Tres clases de pérdida:
 - Desplazamiento. Ocurre en torno a la línea de nivel medio en reposo, dónde las fuerzas dinámicas y los efectos de empuje son mayores. Más de 4 piezas → Huevo en el manto. Las piezas desplazadas habitualmente se encontrarán a pie del manto → Estabilidad parcial y retardado en el avance del fallo.
 - Asiento.
 - Huevo interior → Afecta a los taludes y a la cresta.
- Pérdida de contacto o trabazón en el manto → Afecta al contacto arista–arista, arista–cara y cara–cara.

- Defectos en la calidad del manto → Afecta al daño estructural de las piezas del manto:
 - Redondeo de piezas → Movimientos cíclicos pequeños, abrasión ⇒ pérdida de estabilidad.
 - Fragmentación → Pérdida de material de las caras de las piezas por impactos entre piezas, concentración de esfuerzos en aristas, deterioro químico, ciclos de helada, etc.
 - Agrietamiento → Grietas profundas en la superficie de las piezas. Son potencialmente más importantes en elementos prefabricados de geometría esbelta.
 - Fractura → Estado final alcanzado por el agrietamiento ⇒ rotura de un elemento en dos o más elementos. Representa un riesgo de fallo inminente.

- Defectos en la pendiente del talud → Pérdida o asiento en las piezas del manto, suficiente como para alterar la pendiente del talud. Los defectos en la pendiente pueden ser de dos tipos:
 - Aumento de la pendiente → Proceso localizado en el que la pendiente del talud comienza a ser superior a la de diseño, evidenciando un fallo en progreso.
 - Deslizamiento → Pérdida de la capa del manto en la dirección descendente del talud. Habitualmente pone de manifiesto fallos importantes en el área de cimentación, tales como erosión a pie de dique, exceso de esfuerzo sobre el suelo de cimentación cuando éste es cohesivo y de poca capacidad portante, etc.

[www](#)

[inicio](#)



página 10 de 21

[fullscreen](#)

[salir](#)

Criterios de avería

- Inicio de avería → Superación del rozamiento y la trabazón de las piezas. Se considera que la avería se inicia cuando se mueven 3 piezas de la capa exterior del manto principal, siendo desplazadas a una distancia superior a un diámetro.
- Avería de Irirbarren → Son extraídas como mínimo 6 piezas de la capa exterior del manto principal. El fallo de la capa exterior del manto principal se extiende un área suficiente como para permitir que el oleaje empiece a actuar directamente sobre la segunda capa del manto principal y puedan ser extraídas piezas de la misma.
- Inicio de destrucción → Se mueven 3 piezas de la segunda capa del manto principal.
- Avería de destrucción → Son extraídas como mínimo 6 piezas de la segunda capa del manto principal. A partir de ese momento comienza la extracción de piezas del manto secundario. Si las condiciones del oleaje se mantienen, la avería no se estabiliza y los requerimientos de fiabilidad y funcionalidad dejan de cumplirse.

Nota 3.

Se define la **estabilidad parcial** como el incremento de altura de ola con respecto a la altura de ola de inicio de avería que es necesario alcanzar para producir el fallo de la estructura.

Junto al oleaje como agente principal, la tipología de las piezas utilizadas en la construcción del dique desempeña un papel esencial en los procesos de inicio y progreso de la avería.

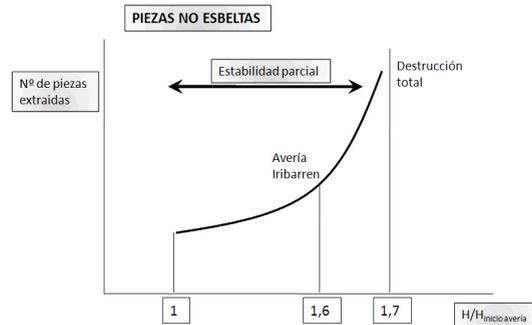
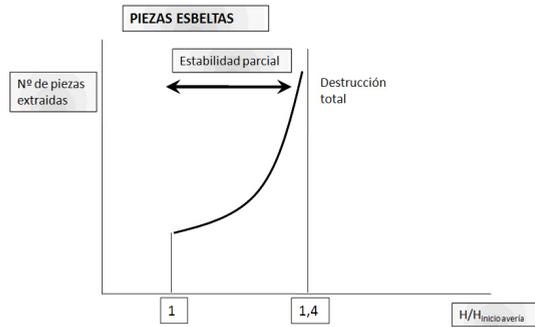
- A partir de la estabilidad parcial se define el **margen de seguridad** → Número de piezas extraídas en función de la relación entre altura de ola incidente y altura de ola de inicio de avería.
- Piezas esbeltas → margen de seguridad ↓.
- Piezas no esbeltas → margen de seguridad ↑.

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

página 12 de 21

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

- Margen de seguridad:



www

inicio



página 13 de 21

fullscreen

salir

Estabilidad de morros

Nota 4.

La acción del oleaje sobre los morros de los diques no rebasables es diferente de la que tiene lugar sobre la alineación principal:

- El oleaje ataca los sectores del morro con bajo incidencias diferentes.
- Los efectos combinados de la difracción y la refracción dan lugar a la concentración de energía sobre el morro y a la rotura en voluta sobre el mismo.
- Se aconseja aplicar un factor de seguridad ~ 1.5 al peso de las piezas utilizadas en el manto principal.

www

inicio

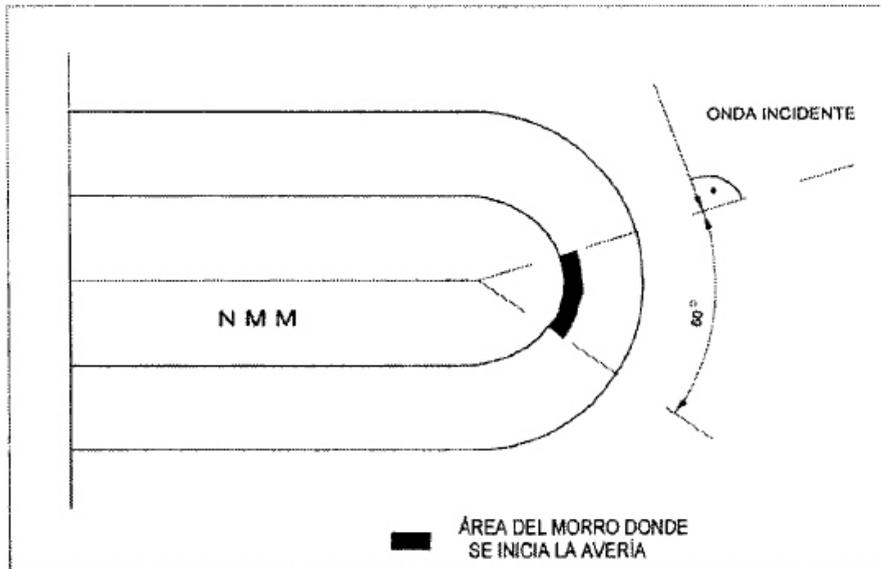


página 14 de 21

fullscreen

salir

- Sector de mayor debilidad en el morro del dique:



www

inicio



página 15 de 21

fullscreen

salir

Reparación y rehabilitación de diques en talud

Nota 5.

- **Reparación:** arreglo de daños causados por oleaje, corrientes, viento, filtración y tubificación, impactos o actividad sísmica.
- **Rehabilitación:** restauración al estado original de partes deterioradas de un tramo de obra, o mejora de la estructura para que pueda soportar solicitaciones mayores que las de diseño.

www

inicio



página 16 de 21

fullscreen

salir

Nota 6.

Criterios para rehabilitación/reparación:

- Después de eventos susceptibles de haber causado daños —tormentas, impacto de embarcaciones, terremotos, etc.—.
- Cuando la inspección periódica revela deterioro progresivo hasta el punto de que la funcionalidad se encuentra comprometida.
- Cuando las respuestas frente a las acciones no son como estaban previstas en el proyecto.
- Cuando se observa un deterioro crónico debido a una estimación deficiente de los valores de diseño de las acciones.
- Cuando la obra original es modificada para prestar un servicio nuevo o mejorado, para el que no fue concebida.

[www](#)

[inicio](#)



página 17 de 21

[fullscreen](#)

[salir](#)

Aspectos generales de la reparación y rehabilitación

- Costes de reparación → Elevados. A los de carácter urgente se les hace frente a través de fondos específicos destinados a contingencias. Las reparaciones de carácter menos urgente y las rehabilitaciones se gestionan a través de proyectos específicos.
- Revisión de datos de diseño → En principio no habrá diferencia entre los parámetros de diseño del proyecto original y aquellos a aplicar en el momento de la reparación/rehabilitación, lo que equivale a admitir que el medio físico no ha cambiado con el tiempo. No obstante, los datos deberán revisarse siempre que la exposición al clima marítimo se haya visto modificada —presencia de nuevas obras de abrigo— y/o cuando hayan tenido lugar cambios en la batimetría —procesos erosivos y de transporte, formación de barras, etc.—.

[www](#)

[inicio](#)



página 18 de 21

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Materiales → En función de la vida útil de la obra, es posible que no puedan ser utilizados ciertos materiales o métodos en las labores de reparación/rehabilitación. Los criterios de diseño de algunas estructuras o elementos estructurales podrían haber sufrido alteraciones respecto a cuando se proyectó la obra. Otro tanto puede hacerse extensivo a la disponibilidad de ciertos materiales, en particular el material granular en función de la producción de las canteras utilizadas en su día. Las condiciones de acceso al emplazamiento de la obra también podrían haber cambiado en función del grado de desarrollo del entorno, lo cual afectará a la secuencia del proceso de reparación/rehabilitación.
- Requerimientos de proyecto → A la hora de plantear la reparación/rehabilitación, es imprescindible revisar los requerimientos y especificaciones del proyecto original. Es necesario determinar con precisión el origen del problema. Si bien en la mayoría de los casos dicho origen resultará obvio, en otros requerirá un planteamiento más exhaustivo.

[www](#)

[inicio](#)



página 19 de 21

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Identificación de variables → Cuando el daño es atribuible a un temporal o serie de temporales, es esencial identificar las variables y descriptores con el fin de que el diseño de la reparación sirva para resistir futuras acciones.
- Reconsideración general de criterios → En caso de que una reparación implique una modificación amplia de un tramo de obra para recuperar la funcionalidad, es posible que el proyecto original no estuviese bien planteado en un primer momento. Ello requeriría una reconsideración general del proyecto en su totalidad.

[www](#)

[inicio](#)



página 20 de 21

[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 21 de 21

fullscreen

salir