Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado

# ÍNDICE GENERAL

**Índice general** **5**

**Índice de figuras** **6**

**Índice de tablas** **8**

**Anejo A. Índice general de contenidos de un Proyecto de Construcción de un dique de abrigo** **11**
A.1. Documento Nº1 - Memoria . . . 13
A.2. Documento Nº2 - Planos . . . 14
A.3. Documento Nº3 - Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares . . . 15
A.4. Documento Nº4 - Presupuesto . . . 15

**Anejo B. Especificaciones sobre materiales de cantera para la construcción de diques de abrigo** **17**
B.1. Ámbito de aplicación . . . 19
B.2. Marco Normativo: UNE-EN 13383 . . . 20
B.3. Fuentes de suministro . . . 22
B.3.1. Consideraciones económicas . . . 22
B.3.2. Máximo tamaño posible . . . 27
B.4. Funciones en la estructura y exposición . . . 29
B.4.1. Generación de volumen . . . 29
B.4.2. Filtro . . . 32
B.4.3. Resistencia a la acción mecánica del oleaje y corrientes . . . 33
B.4.4. Posición: seca, sumergida y en carrera de marea . . . 34
B.5. Propiedades . . . 36
B.5.1. Propiedades intrínsecas . . . 37
B.5.2. Propiedades inducidas por la explotación de la cantera . . . 41
B.5.3. Propiedades inducidas por la puesta en obra . . . 45
B.6. Durabilidad . . . 50
B.6.1. Cualidades de durabilidad de las rocas: evaluación cualitativa . . . 51
B.6.2. Alternativas para escolleras de baja durabilidad . . . 55
B.7. Costes de explotación de canteras . . . 55
Referencias . . . 55

**Anejo C. Especificaciones técnicas para el dragado del lecho marino y el vertido** **57**
Referencias . . . 59

Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado



**Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo 61**
D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud . . . 63
D.1.1. Berma de pie . . . 63
D.1.2. Anchura y cota de la plataforma de avance . . . 64
D.1.3. Transición entre tramos . . . 65
D.1.4. Muros y espaldones . . . 73
D.2. Ejemplos de soluciones técnicas en diques verticales . . . 73
D.2.1. Bloque de guarda . . . 73
D.2.2. Espaldón de hormigón armado . . . 74
D.2.3. Espaldón de hormigón en masa . . . 76
D.2.4. Junta entre cajones . . . 76
D.2.5. Viga cantil . . . 77
D.2.6. Transición entre cotas de cimentación . . . 78
D.3. Ejemplo de solución de junta entre cajones de máxima fricción . . . 80

**Anejo E. Catálogo de unidades de obra y costes 83**
E.1. Observatorio de obras portuarias . . . 85
E.1.1. Descripción de unidades de obra . . . 85

**Anejo F. Caracterización de las condiciones excepcionales de sismo y maremoto 99**
F.1. Recomendaciones de diseño . . . 101
F.2. Índice de contenidos del informe “Costas españolas: peligrosidad frente a maremotos” 102
Referencias . . . 103

**Anejo G. Especificaciones para la verificación experimental en canal y tanque de oleaje 105**
G.1. Condicionantes para la realización de un modelo físico . . . 107
G.2. Fundamentos . . . 107
G.2.1. Principios de similitud . . . 107
G.2.2. Efectos de escala . . . 108
G.2.3. Tipos de ensayos . . . 109
G.2.4. El laboratorio de ingeniería marítima . . . 109
G.3. Ensayos de diques de abrigo . . . 111
G.3.1. Objetivos . . . 111
G.3.2. Selección de la instalación . . . 112
G.3.3. Selección de la escala . . . 112
G.3.4. Configuración del modelo . . . 113
G.3.5. Oleaje . . . 114
G.3.6. Limitaciones . . . 120
G.4. Análisis de datos . . . 120
G.4.1. Análisis estadístico y espectral . . . 120
G.4.2. Separación del oleaje incidente y reflejado . . . 121
G.4.3. Análisis del daño . . . 123
Referencias . . . 124

**Anejo H. Especificaciones para la verificación numérica y aplicación de códigos numéricos 127**

Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado



H.1. . . . . 128
H.2. . . . . 128
H.3. . . . . 128
H.4. . . . . 128

**Anejo I. Especificaciones para la realización de campañas de campo 129**
I.1. . . . . 130
I.2. . . . . 130
I.3. . . . . 130
I.4. . . . . 130

Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado

# ÍNDICE DE FIGURAS


B.1. Relación aproximada entre la producción y la utilización del material de cantera 24
B.2. Relaciones volumétricas de las muestras de roca . . . . . 37
B.3. Tamaños de referencia de granulometría EN-UNE 13383-1:2002 . . . . . 43
B.4. Perfilado de manto de escollera con retroexcavador . . . . . 48
B.5. Indicadores habituales de calidad y durabilidad. *Di80: tamaño del bloque in situ correspondiente al pasante del 80 %. ** Bn: índice de rotura, puede ser estimado visualmente. Se calcula como el número de piezas con pérdidas de masa mayores del 10 % en relación con el número totales de piezas de la muestra. . . . . 53
B.6. Indicadores habituales de calidad y durabilidad. *** Si el ensayo de absorción de agua da como resultado <0.5 % la escollera es resistente a la cristalización de sales (sulfato magnésico) y al hielo-deshielo, por lo que no son precisas estas comprobaciones. **** Se preferirá siempre el ensayo Micro-Deval al Ensayo Los Ángeles. ***** Cuando sea necesario en función de las condiciones de exposición. 54

C.1. Portada de las Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre . . . . . 59

D.1. Berma de pie para un manto monocapa. Detalle de la disposición de una berma de pie de escollera sobre las capas de escollera para asegurar la condición de filtro con el terreno natural. En terrenos arenosos la capa de escollera bajo el pie permite también evitar la socavación, siendo en esos casos necesario prolongar la anchura de las capas inferiores con respecto a las superiores . . . . . 63
D.2. Berma de pie para un manto bicapa. Detalle de la disposición de la berma de escollera sobre una capa de escollera . . . . . 64
D.3. Berma de pie enterrada. El espesor de la berma dependerá de la erosión esperada, debiendo ser máxima (2 piezas) para erosiones elevadas. La anchura inferior debe ser al menos de dos veces la altura de ola de diseño . . . . . 64
D.4. Anchura en coronación del dique de 7.50 m para permitir el paso de maquinaria 65
D.5. Secciones S12 (talud 3H:2V) -imagen superior- y S11 (2H:1V) –imagen inferior- . 66
D.6. Transición por cambio de talud, de una talud más vertical (3H:2V) a uno más tendido (2H:1V). La transición se hace gradualmente a lo largo de 73 m, en todas las capas del dique: núcleo, filtro y manto . . . . . 66
D.7. Sección tipo con manto de escollera (5 Tn) . . . . . 67
D.8. Sección de transición con filtro de mayor espesor y manto de escollera (5 Tn) . . 67
D.9. Sección tipo con manto de acrópodos . . . . . 67
D.10. Detalle del morro de un dique. En el lado mar hay un cambio en el tamaño de las piezas del manto entre el tronco (bloques de 25 Tn) y el morro (bloques de 50 Tn) 68

Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado



D.11. Sección tipo en el tronco (ST5, ver Figura 10): bloques de 150 Tn, talud 2H:1V . 69
D.12. Sección tipo en el morro, transición (bloques de 150 Tn, talud 1.875H:1V) . . . . 69
D.13. Sección tipo en el morro (bloques de 178 Tn, talud 1.75H:1V) . . . . . 69
D.14. Sección tipo en el morro (bloques de 195 Tn, talud 1.75H:1V) . . . . . 70
D.15. Sección tipo del tronco, con manto monocapa . . . . . 70
D.16. Sección tipo del morro, manto bicapa. Tanto la sección del manto como el espesor de las capas de filtro han de ser reducidos para hacer la transición desde la sección monocapa a la bicapa, y compensar así el incremento de espesor del manto bicapa (de 2.2 a 5.4 m) para hacer coincidir el perfil exterior . . . . . 71
D.17. Esquema en planta de la secuencia de avance de las capas (la numeración indica el orden de la ejecución). (1): Manto del tronco, (2): transición gradual del filtro, (3 y 4): filtro y manto de una cuña del morro, (5): incremento del filtro en la cuña de transición hasta para crear apoyo a las piezas del manto monocapa en la transición y (6): manto monocapa en la transición . . . . . 72
D.18. Sección tipo de espaldón de hormigón en masa con tacón y enrase de grava . . . 73
D.19. Sección tipo de un dique vertical de cajones con bloque de guarda sobre la escollera de protección de la banqueta . . . . . 73
D.20. Sección tipo de un dique vertical de cajones con bloques de guarda con cota inferior a la cota de banqueta . . . . . 74
D.21. Espaldón de hormigón armado, con galería central. Sección tipo geometría y armado 75
D.22. Espaldón de hormigón armado. Detalle de armadura vertical pasante de conexión del espaldón con la pared exterior del cajón . . . . . 75
D.23. Espaldón de hormigón en masa sobre un dique vertical de cajones . . . . . 76
D.24. Detalle de junta entre cajones y del tubo . . . . . 77
D.25. Detalle de viga cantil en dique atracable, en un dique de cajones con cámaras antirreflejantes . . . . . 77
D.26. Detalle de viga cantil en dique atracable, con tapón de hormigón en la celda exterior en aquellas en las que coincida la posición de una defensa . . . . . 78
D.27. Dique vertical con varios cambios de cota de cimentación de los cajones (-21,-22,-24 y -26) . . . . . 78
D.28. Sección tipo A (cota de cimentación del cajón, -21) . . . . . 79
D.29. Sección tipo C (cota de cimentación del cajón, -26) . . . . . 79
D.30. Planta del dique norte del Puerto de Gijón . . . . . 80
D.31. Detalles de las juntas entre cajones del dique norte del Puerto de Gijón . . . . . 81

F.1. Elevación máxima que podría alcanzarse en la costa española por efecto de un tsunami. Fuente: Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2017 . . 102

G.1. Esquema de variables empleadas en el estudio de onda larga . . . . . 118
G.2. Ondas generadas por una pala pistón . . . . . 119
G.3. Disposición en estrella para separación de oleaje incidente y reflejado en ensayos con incidencia oblicua . . . . . 122

Copia para uso exclusivo de Jose Damián Lopez Maldonado

# ÍNDICE DE TABLAS

B.1. Proporciones de volúmenes relativos al total de la sección del dique (%) . . . . . 28
B.2. Zona de exposición y condiciones (Anexo C de la UNE EN 13383). *En la clasificación Mediterránea no es necesario considerar las condiciones de congelación, **Zonas con heladas . . . . . 35
B.3. Condiciones medioambientales (Anexo C de la UNE EN 13383). *Sólo zonas con heladas, **La clasificación mediterránea implica que no necesitan considerarse las condiciones heladas . . . . . 36
B.4. Clasificación de las granulometrías de escollera . . . . . 42
B.5. Tipos de escollera . . . . . 43
B.6. Distribuciones de tamaños normalizadas . . . . . 43
B.7. Rangos de valores para escolleras. Los distintos valores dentro de un mismo rango son debidos al procedimiento de inspección . . . . . 47
B.8. Parámetros principales ideales de calidad . . . . . 54

E.1. Precios unitarios . . . . . 97

G.1. Escalas de las magnitudes derivadas empleando Semejanza de Froude . . . . . 108