

ÍNDICE

Prólogo.....	5
Índice.....	9
1. Introducción.....	13
1.1. Generalidades.....	13
1.2. Campo de aplicación.....	14
1.3. Definiciones.....	15
1.4. Notación.....	18
1.5. Documentación específica que debe incluirse en todo proyecto que contemple la construcción de anclajes al terreno.....	19
1.6. Documentación exigible por la Dirección de Obra al Contratista.....	23
2. Definición de los anclajes al terreno.....	25
2.1. Generalidades.....	25
2.2. Tipología de los anclajes.....	25
2.3. Nivel de protección anticorrosiva.....	28
2.3.1. Protecciones anticorrosivas en anclajes permanentes.....	30
2.3.2. Protecciones anticorrosivas en anclajes provisionales.....	36
3. Bases de cálculo y criterios de predimensionamiento.....	37
3.1. Introducción.....	37
3.2. Comprobación de la seguridad global de la estructura anclada.....	38
3.2.1. Esquema de seguridad (método de Estados límite).....	39
3.2.2. Modelo simplificado.....	40
3.2.3. Modelización completa de la estructura (interacción suelo-estructura).....	40
3.2.4. Comprobación de Estados límite.....	42
3.2.4.1. Estado límite último de equilibrio.....	43
3.2.4.2. Estado límite último de rotura.....	43
3.2.4.3. Estado límite de servicio.....	43
3.2.4.4. Situaciones accidentales	44
3.3. Comprobación de la seguridad individual de los anclajes.....	44
3.3.1. Determinación de la sección de acero del tendón A_s	44
3.3.2. Determinación de la longitud de bulbo L_{bt}	45

3.3.3. Determinación de las cargas de tesado y de bloqueo.....	46
3.3.4. Dimensionamiento de las cabezas de los anclajes.....	48
3.3.5. Comprobación de las zonas de apoyo de los anclajes.....	48
3.3.5.1. Área de apoyo.....	48
3.3.5.2. Estructuras ancladas.....	48
3.4. Criterios para el diseño de detalles de los anclajes.....	49
3.4.1. Criterios para la selección del tipo de acero del tendón del anclaje.....	49
3.4.2. Criterios para la definición del diámetro de la vaina.....	50
3.4.3. Criterios para la definición del diámetro de la perforación.....	50
3.4.4. Criterios para la definición de la longitud libre.....	50
3.5. Valores orientativos para tensiones medias de transferencia del terreno.....	51
3.5.1. Rocas.....	51
3.5.2. Suelos granulares (contenido en finos < 20%).....	51
3.5.3. Suelos cohesivos (limos, arcillas y arenas con muchos finos).....	52
4. Materiales de los componentes de los anclajes.....	53
4.1. Generalidades.....	53
4.2. Cabezas de anclaje.....	53
4.3. Cordones y barras de acero de pretensado.....	53
4.4. Materiales plásticos.....	55
4.5. Grasas.....	56
4.6. Ceras.....	58
4.7. Pinturas.....	58
4.8. Componentes de las lechadas de inyección.....	58
4.8.1. Cemento.....	58
4.8.2. Aditivos.....	59
4.8.3. Agua.....	59
4.9. Otros materiales.....	60
4.10. Tratamiento de la información relativa a los materiales de un proyecto.....	60
5. Construcción de los anclajes.....	61
5.1. Generalidades.....	61
5.2. Fabricación de anclajes.....	61
5.2.1. Almacenamiento de materiales.....	61
5.2.2. Bulbo de anclaje.....	61
5.2.3. Longitud libre.....	62
5.2.4. Cabezas de anclaje.....	63
5.2.4.1. Placa de anclaje y cuñas (anclaje de cordones) o arandela de apoyo y tuerca (anclaje de barra).....	65
5.2.4.2. Placa de reparto.....	65
5.2.4.3. Mecanismo de conexión (o trompeta) entre la vaina de la zona libre y la placa de reparto.....	66
5.2.4.4. Caperuza de protección anticorrosiva.....	66
5.2.4.5. Dispositivos para absorber la inclinación del anclaje respecto al plano de apoyo.....	67
5.2.5. Control de fabricación.....	67

5.3. Perforación del terreno.....	68
5.3.1. Generalidades.....	68
5.3.2. Métodos de perforación.....	69
5.3.3. Estanqueidad de taladros en roca (Pruebas de agua.....	69
5.3.4. Ficha técnica de perforación.....	70
5.4. Colocación del anclaje.....	70
5.4.1. Generalidades.....	70
5.4.2. Ficha de Instalación.....	71
5.5. Inyección.....	71
5.5.1. Generalidades.....	71
5.5.2. Procedimientos de Inyección.....	73
5.5.2.1. Procedimientos de preinyección.....	73
5.5.2.2. Procedimientos de inyección global.....	74
5.5.2.3. Procedimientos de inyección con reinyecciones sucesivas.....	74
5.5.3. Características de la lechada.....	76
5.5.4. Equipo de inyección.....	77
5.5.5. Ficha técnica de inyección.....	78
5.6. Colocación de las cabezas de anclaje.....	78
5.7. Tesado.....	78
5.7.1. Generalidades.....	78
5.7.2. Equipo de tesado.....	79
5.7.3. Tipos de operaciones de tesado.....	80
5.7.3.1. Tesado.....	80
5.7.3.2. Retesado.....	80
5.7.3.3. Comprobación de carga.....	81
5.7.3.4. Destesado.....	81
5.7.4. Realización de operaciones de tesado.....	81
5.7.5. Ficha técnica de tesado.....	82
5.8. Acabados.....	82
5.8.1. Generalidades.....	82
5.8.2. Corte de sobrelongitudes.....	82
5.8.3. Protección de las cabezas de anclaje.....	82
5.8.4. Ficha técnica de acabados.....	83
6. Ensayos y Pruebas de los anclajes.....	85
6.1. Generalidades.....	85
6.2. Ensayos de investigación.....	88
6.2.1. Ensayos de investigación de lechadas de inyección.....	88
6.2.2. Ensayos de investigación de la capacidad de carga de los anclajes al terreno.....	89
6.2.3. Ensayos de investigación de las protecciones anticorrosivas de los anclajes.....	90
6.2.4. Ensayos de investigación del grado de aislamiento eléctrico de los anclajes.....	90
6.3. Ensayos de Idoneidad de los anclajes.....	92
6.3.1. Ensayos de Idoneidad de carga o Pruebas completas de tesado.....	93
6.3.2. Pruebas de idoneidad de los procedimientos operativos.....	93
6.4. Ensayos de Aceptación o Recepción de anclajes.....	93
6.4.1. Pruebas simples de carga.....	93
6.4.2. Ensayos de aislamiento eléctrico.....	94

6.5. Ensayos de Seguimiento.....	94
6.6. Precisión de las mediciones.....	94
6.6.1. Mediciones de movimientos.....	95
6.6.2. Mediciones de presiones hidráulicas.....	95
6.7. Métodos normalizados para los ensayos de carga de anclajes.....	95
6.7.1. Medición de la fluencia del terreno bajo carga constante.....	96
6.7.2. Método de los ciclos de carga con control de la evolución del índice de fluencia.....	97
6.7.2.1. Descripción del método.....	97
6.7.2.2. Determinación de la carga de prueba T_p y del número de ciclos n	98
6.7.2.3. Determinación de las cargas características de cada ciclo y de los periodos mínimos de control de la fluencia.....	98
6.7.2.4. Determinación de los índices de fluencia admisibles.....	100
6.7.2.5. Realización del ensayo.....	100
6.7.2.6. Evaluación de resultados.....	101
6.7.3. Método de los ciclos de carga con control de la pérdida de carga.....	103
6.7.3.1. Descripción del método.....	103
6.7.3.2. Determinación de la carga de prueba T_p y del número de ciclos n	104
6.7.3.3. Determinación de las cargas máximas, intermedias y mínimas de cada ciclo.....	104
6.7.3.4. Determinación de los periodos de observación y de los límites admisibles para las pérdidas de carga.....	105
6.7.3.5. Evaluación de resultados.....	106
6.7.4. Método de las fases incrementales de carga con control de la evolución del índice de fluencia.....	107
6.7.4.1. Descripción del método.....	107
6.7.4.2. Determinación de la carga de prueba T_p y del número de escalones de carga n	107
6.7.4.3. Determinación de los niveles de carga inicial, intermedios y máximo del ensayo.....	107
6.7.4.4. Determinación de la duración y frecuencia de los periodos de observación.....	107
6.7.4.5. Determinación de los índices de fluencia admisibles durante el último escalón de carga.....	108
6.7.4.6. Evaluación de resultados.....	108
7. Plan de Mantenimiento, Inspección y Control.....	113
7.1. Generalidades.....	113
7.2. Plan de Mantenimiento.....	113
7.3. Plan de Inspección y Control.....	114
7.4. Procedimientos de Inspección y Control.....	114
7.5. Informes de los resultados de las inspecciones y controles.....	115
8. Medición y Abono.....	117
9. Bibliografía.....	119
Anejo 1: Fichas Técnicas.....	121