

Jornada

Presentación del borrador del ANEJO NACIONAL Español del EUROCÓDIGO 7 de Segunda Generación

Madrid, 19 y 20 de noviembre 2025



EN 1997

**Geotechnical
design**

ENTIDADES ORGANIZADORAS

UNE
Normalización
Española



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX

Jornada

Presentación del borrador del ANEJO NACIONAL Español del EUROCÓDIGO 7 de Segunda Generación

Parte 3

Capítulo 10: Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

Capítulo 11: Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

Subgrupo de trabajo

Roberto Luis · José Estaire · Victor Martínez · Julio Prieto ·
Javier González · Ginna Torres · Laura Melano · Diego García
María Suárez · Miguel A. Gómez

BRUGG
Geobrugg



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

B BIANCHINI
INGENIERO

MACCAFERRI

AET
Asociación Española de
Empresas Especialistas
en Taludes

acciona
BUSINESS AS UNUSUAL

UNE
Normalización
Española



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX



Contenido

1. Objeto de la presentación
2. Estadísticas de NDPs¹ capítulos 10 y 11
3. NDPs (tablas- párrafos) capítulo 10
4. Resumen y conclusiones capítulo 10
5. NDPs (tablas- párrafos) capítulo 11
6. Resumen y conclusiones capítulo 11

¹ parámetros determinados a nivel nacional (Nationally Determined Parameters)

EUROPEAN STANDARD

EN 1997-3

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

March 2025

ICS 91.010.30; 93.020

Supersedes EN 1997-1:2004

English Version

Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 3: Geotechnical
structures



CEDEX

UNE

1. Objeto de la presentación

Análisis de la información complementaria a incluir en el Anexo Nacional

Capítulo 10.- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



Capítulo 11.- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



2. Estadística de NDPs

En la EN 1997-3 a nivel nacional están permitidas modificaciones de parámetros mediante notas a las siguientes cláusulas:

Capítulo 10.- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado (14)



10.3.2.2(2)	10.6.7(1) – 2 opciones
10.3.7.1(11) – 2 opciones	10.9.1(4)
10.3.9(1)	10.9.2(1) – 3 opciones
10.6.2(2)	10.9.2(8) – 2 opciones
10.6.2(3)	10.9.2(10) – 2 opciones
10.6.2(6)	Anejo G
10.6.2(7)	
10.6.5(3)	

Capítulo 11.- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos (12)



11.3.3.2(3)	11.9.1(4)
11.3.3.2(8)	11.9.2(1) – 3 opciones
11.3.5(1)	11.9.2(4) – 2 opciones
11.6.2(1)	11.9.2(5) – 2 opciones
11.6.3(1)	11.9.3(1)
11.6.5(1)	Anejo H



2.1 Estadística de NDPs [Capítulo 10]

Análisis de la información complementaria a incluir en el Anexo Nacional

Capítulo 10.- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado (4/14 | 28,5%)



No.	Descripción	Acción
10.3.2	Acero (2)	Puntualización
10.3.7	Malla de alambre de acero como paramento (1.11)	Enmienda error tipográfico
10.3.9	Otros materiales (1)	Anadir bulones fibra
10.6.2	Resistencia al arrancamiento de bulones (2)	Elimina MFA (enfoque material)
	Resistencia al arrancamiento de bulones (3)	Cambiar $\gamma_{Rd,nail}$ en tabla AN-10.1
	Resistencia al arrancamiento de bulones (6)	Tabla AN-10.2 sin modificación
	Resistencia al arrancamiento de bulones (7)	Tabla AN-10.2 sin modificación
10.6.5	Resistencia estructural de la malla de acero como paramento (3)	Cambiar $\gamma_{Rd,wm}$
10.6.7	Factores parciales (1)	Tabla AN-10.3 sin modificación
10.9.1	General (4)	Tabla AN-10.4 sin modificación
10.9.2	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (1)	sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (8)	Tabla AN-10.5 sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (10)	sin modificación
Anejo G	Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado	sin modificación



2.2 Estadística de NDPs [Capítulo 11]

Análisis de la información complementaria a incluir en el Anexo Nacional

Capítulo 11.- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos (3/12 | 25%) + NCCI



No.	Descripción	Acción
11.3.3	Acero (2.3)	Puntualización
	Acero (2.8)	sin modificación
11.3.5	Otros materiales (1)	Anadir bulones fibra
11.6.2	Resistencia de la interfaz (calculada) (1)	Cambiar $\gamma_{Rd, bolt}$
11.6.3	Resistencia de la interfaz (ensayada) (1)	Cambiar $\gamma_{Rd, bolt}$ tabla AN-11.1 ok
11.6.5	Factores parciales (1)	Tabla AN-11.2 sin modificación
11.9.1	General (4)	Tabla AN-11.3 sin modificación
11.9.2	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (1)	Tabla AN-11.4 sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (4)	sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (5)	sin modificación
11.9.3	Ensayos de control (1)	sin modificación
Anejo H	Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos	sin modificación
NCCI	Información Complementaria No Contradictoria, empleo de las mallas y redes de alambre como paramento	referencia Capítulo 10





3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



CEDEX

UNE

3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10- Soil nailed structures

- 10.1- Scope and field of application
- 10.2- Basis of design
- 10.3- Materials
 - 10.3.1- Ground
 - 10.3.2- Steel **(2)**
 - 10.3.3- Grout
 - 10.3.4- Plain and reinforced concrete
 - 10.3.5- Sprayed concrete
 - 10.3.6- Coatings
 - 10.3.7- Steel wire mesh facings **(1.11)**
 - 10.3.8- Other facing materials
 - 10.3.9- Other materials **(1)**
- 10.4- Groundwater
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Groundwater control measures
- 10.5- Geotechnical analyses
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Pull-out resistance of soil nails
 - 10.5.3- Tensile and puncture resistance of wire mesh
 - 10.5.4- Structural resistance of sprayed concrete
- 10.6- Ultimate limit states
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Pull-out resistance of soil nails **(2) (3) (6) (7)**
 - 10.6.3- Structural resistance of soil nails, including connections between soil nail sections
 - 10.6.4- Structural resistance of connections between soil nails and the facing
 - 10.6.5- Structural resistance of steel wire mesh facings **(3)**
 - 10.6.6- Structural resistance of other facings
 - 10.6.7- Partial factors **(1)**
- 10.7- Serviceability limit states
- 10.8- Implementation of design
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspection
 - 10.8.3- Monitoring
- 10.9- Testing
 - 10.9.1- General **(4)**
 - 10.9.2- Investigation, suitability and acceptance tests for soil nails **(1) (8) (10)**
- 10.10- Reporting



10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

- 10.1- Alcance y campo de aplicación
- 10.2- Base de diseño
- 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero **(2)**
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales **(1)**
- 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
- 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
- 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones **(2) (3) (6) (7)**
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento **(3)**
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales **(1)**
- 10.7- Estados límites (servicio)
- 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
- 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General **(4)**
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**
- 10.10- Informes



3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

10.3.9 Otros materiales

- (1) Se podrán utilizar materiales distintos de los especificados en 10.3.2 a 10.3.8, siempre que cumplan con una norma de materiales pertinente

NOTA 1 La norma pertinente puede especificarse en el Anexo Nacional.

NOTA 1: En el caso que se utilicen bulones de polímero reforzado con fibra (de carbono, vidrio, basalto y aramida) las especificaciones técnicas a cumplir están dentro del DEE 260023-00-0301¹.

Comentario explicativo: Ídem en roca 11.3.5 (1)

¹DEE (EAD en inglés) es una especificación técnica armonizada desarrollada por la EOTA como base para las Evaluaciones Técnicas Europeas (ETEs). Es un instrumento regulador oficial o guía, cuya función es contribuir con la toma de decisiones acertadas a la hora de seleccionar soluciones, establecer criterios técnicos robustos y propiciar que las autoridades competentes hagan suyo el rigor que la metodología conlleva y con ello contribuir al incremento en el coeficiente de seguridad geotécnico en las medidas de estabilización que es, sin lugar a duda, su objetivo primordial.

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

- 
- 10.1- Alcance y campo de aplicación
 - 10.2- Base de diseño
 - 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero **(2.2)**
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales (1)**
 - 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
 - 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
 - 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones **(2) (3) (6) (7)**
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento **(3)**
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales **(1)**
 - 10.7- Estados límites (servicio)
 - 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
 - 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General **(4)**
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**
 - 10.10- Informes



CEDEX

UNE

3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones

(2) Cuando se utiliza el enfoque del factor de material (MFA), para el análisis de la tensión efectiva, $R_{po,d}$ se determinará a partir de:

$$R_{po,d} = \frac{1}{\gamma_{Rd,nail}} \int_0^{L_{po}} P(x) \cdot \tau_{po,d}(x) \cdot dx = \frac{1}{\gamma_{Rd,nail}} \int_0^{L_{po}} P(x) \cdot \frac{\mu_{po}}{\gamma_{tan\phi}} \cdot \sigma'_r(x) \cdot dx \quad (10.10)$$

o, para el análisis de la tensión total:

$$R_{po,d} = \frac{1}{\gamma_{Rd,nail}} \int_0^{L_{po}} P(x) \cdot \tau_{po,d}(x) \cdot dx = \frac{1}{\gamma_{Rd,nail}} \int_0^{L_{po}} P(x) \cdot \alpha \cdot \frac{c_u}{\gamma_{cu}} \cdot dx \quad (10.11)$$

donde:

P	longitud del perímetro del bulón a la distancia x a lo largo de la longitud de extracción del bulón;
$\tau_{po,d}(x)$	resistencia de diseño al cortante contra el arranque a lo largo de la interfaz entre el suelo y el bulón a una distancia x ;
L_{po}	longitud total del bulón en la zona donde se moviliza la resistencia al arranque;
μ_{po}	coeficiente de fricción determinado a partir de ensayos de campo o experiencia comparable;
$\gamma_{tan\phi}$	coeficiente parcial, dado en FprEN 1997-1:2024, 4.4.1.3;
$\sigma'_r(x)$	tensión efectiva radial que actúa sobre el bulón a una distancia x ;
α	coeficiente de adhesión determinado a partir de ensayos de campo o experiencia comparable;
c_u	resistencia al corte sin drenaje del suelo;
γ_{cu}	coeficiente parcial, dado en FprEN 1997-1:2024, 4.4.1.3; y
$\gamma_{Rd,nail}$	coeficiente que tiene en cuenta la incertidumbre de modelo en la resistencia al arranque de los bulones.

NOTA El valor de $\gamma_{Rd,nail}$ se da en la Tabla 10.1 (NDP) a menos que el Anexo Nacional proporcione un valor diferente.

NOTA y Tabla 10.1. Los valores del factor de modelo $\gamma_{Rd,nail}$ para la verificación de la resistencia al arrancamiento de bulones en suelos mediante cálculos utilizando el Enfoque de Factor de Resistencia se recogen en la Tabla AN-10.1

Comentario explicativo: En España por lo general no se utiliza el MFA (Material Factor Approach) por lo tanto el coeficiente incertidumbre en el modelo $\gamma_{Rd,nail}$ debería ser 1,00

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

10.1- Alcance y campo de aplicación

10.2- Base de diseño

10.3- Materiales

10.3.1- Suelo

10.3.2- Acero **(2.2)**

10.3.3- Mortero de inyección

10.3.4- Hormigón simple y reforzado

10.3.5- Hormigón proyectado

10.3.6- Recubrimientos al acero

10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**

10.3.8- Otros materiales para paramento

10.3.9- Otros materiales **(1)**

10.4- Agua subterránea

10.4.1- General

10.4.2- Medidas de control

10.5- Análisis Geotécnico

10.5.1- General

10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones

10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas

10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado

10.6- Estados límites (rotura)

10.6.1- General

10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones (2) (3) (6) (7)

10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)

10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento

10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento **(3)**

10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos

10.6.7- Factores parciales **(1)**

10.7- Estados límites (servicio)

10.8- Implementación del diseño

10.8.1- General

10.8.2- Inspección

10.8.3- Monitoreo

10.9- Ensayos

10.9.1- General **(4)**

10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**

10.10- Informes



3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones

(3) Cuando se utiliza el enfoque del factor de resistencia, $R_{po,d}$ se determinará partir de:

$$R_{po,d} = \frac{R_{po,rep}}{\gamma_{R,po} \cdot \gamma_{Rd,nail}} \quad (10.12)$$

donde:

$R_{po,d}$ resistencia representativa al arranque del bulón;
 $\gamma_{R,po}$ coeficiente parcial; y
 $\gamma_{Rd,nail}$ coeficiente que tiene en cuenta la incertidumbre del modelo en la resistencia al arranque de los bulones

NOTA 1 El valor de $\gamma_{R,po}$ se obtiene en 10.6.7

NOTA 2 El valor de $\gamma_{Rd,nail}$ se extrae de la Tabla 10.1 (NDP) a menos que el Anexo Nacional proporcione un valor diferente.

Comentario explicativo:

Por ejemplo:

- caso más común Método del Modelo del terreno experiencia comparable limitada, sin ensayos: utilizando $\gamma_{Rd,nail} = 1,20$ (modificado en Tabla 10.1), $\gamma_{Rr} = 1,25$ (tabla 10.3) = 1,50 para anclajes permanentes según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25.
- caso raro siguiendo el Método del modelo de Pilotes: utilizando $\gamma_{Rd,nail} = 1,00$ (modificado en Tabla 10.1), $\gamma_{Rr} = 1,25$ (tabla 10.3), $\xi_{min} = 1,20$ (valor medio tabla 10.2 entre 1, 2 y 3 ensayos) = 1,50. Aunque no se tiene referencias de que el Método del Modelo de Pilotes se utilice en la estabilización de taludes en suelo con bulones.

Ver tabla 10.1 y AN-10.1 a continuación

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

- 
- 10.1- Alcance y campo de aplicación
 - 10.2- Base de diseño
 - 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero **(2.2)**
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales **(1)**
 - 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
 - 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
 - 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones (2) (3) (6) (7)**
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento **(3)**
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales **(1)**
 - 10.7- Estados límites (servicio)
 - 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
 - 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General **(4)**
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**
 - 10.10- Informes

3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones (cont.)

(3) Cuando se utiliza el enfoque del factor de resistencia

Tabla 10.1 — Coeficiente incertidumbre de modelo $\gamma_{Rd,nail}$ para la verificación de la resistencia al arranque de bulones mediante cálculos o ensayos

Verificación de la resistencia al arranque de bulones mediante		Factor de modelo
Mediante ensayos solamente ^a		$\gamma_{Rd,nail}$
Cálculo basado en propiedades del terreno determinadas a partir de ensayos de campo y laboratorio	Confirmado por pruebas de idoneidad	1,20
	Amplia experiencia comparable ^{c, d} sin pruebas de idoneidad específicas	1,40
Método del modelo del terreno ^b	Experiencia comparable limitada, no ensayo	1,60
Cálculo basado resistencia de perfiles de terreno determinados de correlaciones entre ensayos de campo o propiedades del terreno resultantes de ensayos de campo o de laboratorio	Ensayos presiómetro	1,40
	Ensayo penetrómetro	1,40
	Perfiles de las propiedades del terreno basadas en otros ensayos de campo o de laboratorio	1,40

^a Véase el punto 6.6.2.4.3 para la determinación de la resistencia representativa de extracción diseñada mediante ensayo ($R_{rep} = R_{test}$)
^b Véase 6.5.3.1 para una descripción del Método del Modelo del Terreno y del Método del Modelo de Pilotes, que pueden utilizarse para determinar la resistencia representativa a la extracción de los bulones del suelo diseñada por cálculo ($R_{rep} = R_{calc}$)
^c La experiencia comparable supone registros documentados (o bases de datos) de los resultados de las pruebas de carga de bulones en suelo realizadas en bulones en suelo, en condiciones de suelo similares, bajo condiciones de carga similares de un cierto número de emplazamientos n . Una amplia experiencia comparable supone $n \geq 10$
^d Para el cálculo basado en una experiencia comparable utilizando el método del factor de resistencia, utilice la fórmula (10.12) en combinación con la fórmula (10.2)

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



- 10.1- Alcance y campo de aplicación
- 10.2- Base de diseño
- 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero (2.2)
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento (1.11)
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales (1)
- 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
- 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
- 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones (2) (3) (6) (7)
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento (3)
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales (1)
- 10.7- Estados límites (servicio)
- 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
- 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General (4)
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (1) (8) (10)
- 10.10- Informes

3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones (cont.)

(3) Cuando se utiliza el enfoque del factor de resistencia

Tabla AN-10.1 — Coeficiente incertidumbre de modelo $\gamma_{Rd,nail}$ para la verificación de la resistencia al arranque de bulones mediante cálculos o ensayos

Verificación de la resistencia al arranque de bulones mediante		Factor de modelo
Mediante ensayos solamente ^a		$\gamma_{Rd,nail}$ 1,00
Cálculo basado en propiedades del terreno determinadas a partir de ensayos de campo y laboratorio Método del modelo del terreno ^b	Confirmado por pruebas de idoneidad	1,05
	Amplia experiencia comparable ^{c, d} sin pruebas de idoneidad específicas	1,10
	Experiencia comparable limitada, no ensayo	1,20
Cálculo basado resistencia de perfiles de terreno determinados de correlaciones entre ensayos de campo o propiedades del terreno resultantes de ensayos de campo o de laboratorio Método del Modelo de Pilote ^b	Ensayos presiómetro	1,00
	Ensayo penetrómetro	1,00
	Perfiles de las propiedades del terreno basadas en otros ensayos de campo o de laboratorio	1,00

^a Véase el punto 6.6.2.4.3 para la determinación de la resistencia representativa de extracción diseñada mediante ensayo ($R_{rep} = R_{test}$)
^b Véase 6.5.3.1 para una descripción del Método del Modelo del Terreno y del Método del Modelo de Pilotes, que pueden utilizarse para determinar la resistencia representativa a la extracción de los bulones del suelo diseñada por cálculo ($R_{rep} = R_{calc}$)
^c La experiencia comparable supone registros documentados (o bases de datos) de los resultados de las pruebas de carga de bulones en suelo realizadas en bulones en suelo, en condiciones de suelo similares, bajo condiciones de carga similares de un cierto número de emplazamientos n . Una amplia experiencia comparable supone $n \geq 10$
^d Para el cálculo basado en una experiencia comparable utilizando el método del factor de resistencia, utilice la fórmula (10.12) en combinación con la fórmula (10.2)

NOTA 2 : Los valores del factor de modelo $\gamma_{Rd,nail}$ para la verificación de la resistencia al arrancamiento de bulones en suelos mediante cálculos utilizando el Enfoque de Factor de Resistencia se recogen en la Tabla AN-10.1.

Similar en roca 11.6.2 (1) y 11.6.3 (1)

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



- 10.1- Alcance y campo de aplicación
- 10.2- Base de diseño
- 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero (2.2)
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento (1.11)
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales (1)
- 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
- 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
- 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones (2) (3) (6) (7)
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento (3)
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales (1)
- 10.7- Estados límites (servicio)
- 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
- 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General (4)
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (1) (8) (10)
- 10.10- Informes

3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones en suelo (explicación)

Método	Tipo de verificación	$\gamma_{Rd,nail}$ (actual)	$\gamma_{Rd,nail}$ (modificado)	ξ_{mean} (actual)	ξ_{min} (actual)	Coefficiente parcial resistencia $\gamma_{R,po}$ (actual)	$\gamma_{R,po} \cdot \gamma_{Rd,nail}$ (actual)	$\gamma_{R,po} \cdot \gamma_{Rd,nail}$ (modificado)
Mediante ensayos solamente $R_{rep} = R_{test}$	confirmado con ensayos	1,00	1,00	1,30	1,20	1,25	1,50	1,50
	confirmado con ensayos de idoneidad	1,20	1,05			1,25	1,50	1,31
Método del modelo del terreno $R_{rep} = R_{calc}$	amplia experiencia sin ensayos de idoneidad	1,40	1,10			1,25	1,75	1,38
	experiencia comparable limitada, sin ensayos	1,60	1,20			1,25	2,00	1,50
	Ensayo del presiómetro	1,40	1,00	1,30	1,20	1,25	2,10	1,50
Método del modelo de pilotes $R_{rep} = R_{calc}$	Ensayo de penetrómetro	1,40	1,00	1,30	1,20	1,25	2,10	1,50
	Perfiles de propiedades del suelo basados en otros ensayos de campo o de laboratorio	1,40	1,00	1,30	1,20	1,25	2,10	1,50

Notas:

$\gamma_{Rd,nail}$	factor de modelo que considera la incertidumbre en la resistencia a la extracción de los bulones (Tablas 10.1 modificada → AN-10.1)
ξ_{mean}	factor de correlación para la media de los valores calculados obtenidos por ensayos de investigación (media entre 1, 2 y 3 perfiles o ensayos, por emplazamiento Tabla 10.2)
ξ_{min}	factor de correlación para el mínimo de los valores calculados obtenidos por ensayos de investigación (media entre 1, 2 y 3 perfiles o ensayos, por emplazamiento Tabla 10.2)
$\gamma_{R,po}$	coeficiente parcial (Tabla 10.3) pull-out

0,00	Valor actual modificable
0,00	Valor actual no modificable
0,00	Valor nuevo propuesto
0,00	Valor actual calculado
0,00	Valor nuevo calculado

TABLA 3.1. COEFICIENTE F₁ EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F ₁
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Nota: este valor es 1,50 para **anclajes permanentes** según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, la propuesta es usar **1,50** para **bulones**



3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

10.6.5 Resistencia estructural de la malla de alambre usada como paramento

(3) La resistencia a la tracción de diseño $R_{t,wm,d}$ de la malla de alambre se determinará a partir de:

$$R_{t,wm,d} = \frac{R_{t,wm,rep}}{\gamma_{Rd,wm} \gamma_{M,wm}} \quad (10.17)$$

donde:

$R_{t,wm,rep}$ resistencia a la tracción representativa de la malla de alambre (véase 10.3.8);

$\gamma_{M,wm}$ coeficiente parcial, dado en 10.6.7; y

$\gamma_{Rd,wm}$ coeficiente adicional que tiene en cuenta la incertidumbre modelo debido a la extrapolación de las resistencias medidas a la vida útil de diseño.

NOTA El valor de $\gamma_{Rd,wm}$ es **1,1** a menos que el Anexo Nacional indique un valor diferente.

NOTA Este Anejo Nacional asigna al factor de modelo $\gamma_{Rd,wm}$, que tiene en cuenta la incertidumbre adicional debida a la extrapolación de la resistencia medida a la vida útil de proyecto, un valor de 1,20.

Comentario explicativo: Por ejemplo, utilizando $\gamma_{Rd,wm} = 1,20$ (modificado en la nota de este epígrafe), $\gamma_{Rr} = 1,25$ (tabla 10.3) = 1,50 (diseño racional) para anclajes permanentes según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25.

El valor de $\gamma_{Rd,wm}$ se incrementa para garantizar valores coherentes en la combinación de coeficientes (1,50). Debería ser igual en roca (pero no aparece ese epígrafe)

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

10.1- Alcance y campo de aplicación

10.2- Base de diseño

10.3- Materiales

10.3.1- Suelo

10.3.2- Acero **(2.2)**

10.3.3- Mortero de inyección

10.3.4- Hormigón simple y reforzado

10.3.5- Hormigón proyectado

10.3.6- Recubrimientos al acero

10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**

10.3.8- Otros materiales para paramento

10.3.9- Otros materiales **(1)**

10.4- Agua subterránea

10.4.1- General

10.4.2- Medidas de control

10.5- Análisis Geotécnico

10.5.1- General

10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones

10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas

10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado

10.6- Estados límites (rotura)

10.6.1- General

10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones **(2) (3) (6) (7)**

10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)

10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento

10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento (3)

10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos

10.6.7- Factores parciales **(1)**

10.7- Estados límites (servicio)

10.8- Implementación del diseño

10.8.1- General

10.8.2- Inspección

10.8.3- Monitoreo

10.9- Ensayos

10.9.1- General **(4)**

10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**

10.10- Informes



3 Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



10.6.5 Resistencia estructural de la malla de alambre empleada como paramento en suelo (explicación)

$\gamma_{M,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm}$ (modificado)	$\gamma_{Rd,wm} \cdot \gamma_{M,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm} \cdot \gamma_{M,wm}$ (modificado)
1,25	1,10	1,20	1,375	1,50

Notas:

$\gamma_{M,wm}$ coeficiente parcial (**Tablas 10.3 y AN-10.3**) Resistencia a tracción y al punzonamiento de la malla

$\gamma_{Rd,wm}$ coeficiente adicional por incertidumbre modelo debido a la extrapolación de resistencias de la malla 10.6.5 (**1,10 → 1,20**)

- 0,00 Valor actual modificable
- 0,00 Valor actual no modificable
- 0,00 Valor nuevo propuesto
- 0,00 Valor actual calculado
- 0,00 Valor nuevo calculado

TABLA 3.1. COEFICIENTE F_1 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Nota: este valor es 1,50 para anclajes **permanentes** según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, (diseño racional igual bulones) la propuesta es usar **1,50** para las mallas empleadas como paramento en suelo



4 Resumen y conclusiones

De los epígrafes en los que se puede introducir alguna modificación en los NDPs en tablas y párrafos, los más significativos son:

- **10.3.9** la nota admite el uso de bulones de fibra y especifica normativa a seguir
- **10.6.2 (2)** el MFA se elimina ya que no se utiliza a nivel local
- **10.6.2 (3)** los valores de $\gamma_{Rd,nail}$ en la tabla AN-10.1 se modifican $\downarrow$, para que, manteniendo los coeficientes parciales en 1,25, los coeficientes finales estén alrededor de 1,50 para los bulones
- **10.6.5 (3)** el valor de $\gamma_{Rd,wm}$ se modifica $\uparrow$ a 1,20, para que manteniendo el coeficiente parcial en 1,25 el coeficiente final esté alrededor de 1,50 para las mallas

10- Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado



- 10.1- Alcance y campo de aplicación
- 10.2- Base de diseño
- 10.3- Materiales
 - 10.3.1- Suelo
 - 10.3.2- Acero **(2.2)**
 - 10.3.3- Mortero de inyección
 - 10.3.4- Hormigón simple y reforzado
 - 10.3.5- Hormigón proyectado
 - 10.3.6- Recubrimientos al acero
 - 10.3.7- Malla de alambre de acero como paramento **(1.11)**
 - 10.3.8- Otros materiales para paramento
 - 10.3.9- Otros materiales (1)**
- 10.4- Agua subterránea
 - 10.4.1- General
 - 10.4.2- Medidas de control
- 10.5- Análisis Geotécnico
 - 10.5.1- General
 - 10.5.2- Resistencia al arrancamiento de bulones
 - 10.5.3- Resistencia a tracción y a punzonamiento de las mallas
 - 10.5.4- Resistencia estructural del hormigón proyectado
- 10.6- Estados límites (rotura)
 - 10.6.1- General
 - 10.6.2- Resistencia al arrancamiento de bulones (2) (3) (6) (7)**
 - 10.6.3- Resistencia estructural del bulones y conexiones (manguitos)
 - 10.6.4- Resistencia estructural entre el bulón y el revestimiento
 - 10.6.5- Resistencia estructural de la malla de acero usada como paramento (3)**
 - 10.6.6- Resistencia estructural de otros paramentos
 - 10.6.7- Factores parciales **(1)**
- 10.7- Estados límites (servicio)
- 10.8- Implementación del diseño
 - 10.8.1- General
 - 10.8.2- Inspección
 - 10.8.3- Monitoreo
- 10.9- Ensayos
 - 10.9.1- General **(4)**
 - 10.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones **(1) (8) (10)**
- 10.10- Informes



5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



CEDEX

UNE

2.2 Estadística de NDPs [Capítulo 11]

Análisis de la información complementaria a incluir en el Anexo Nacional

Capítulo 11.- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos (12/3 | 25%) + NCCI



No.	Descripción	Acción
11.3.3	Acero (2.3)	Puntualización
	Acero (2.8)	sin modificación
11.3.5	Otros materiales (1)	Anadir bulones fibra
11.6.2	Resistencia de la interfaz (calculada) (1)	Cambiar $\gamma_{Rd, bolt}$
11.6.3	Resistencia de la interfaz (ensayada) (1)	Cambiar $\gamma_{Rd, bolt}$ tabla AN-11.1 ok
11.6.5	Factores parciales (1)	Tabla AN-11.2 sin modificación
11.9.1	General (4)	Tabla AN-11.3 sin modificación
11.9.2	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (1)	Tabla AN-11.4 sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (4)	sin modificación
	Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de bulones (5)	sin modificación
11.9.3	Ensayos de control (1)	sin modificación
Anejo H	Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos	sin modificación
NCCI	Información Complementaria No Contradictoria, empleo de las mallas y redes de alambre como paramento	referencia Capítulo 10



5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11- Rock bolts and rock surface support

- 11.1- Scope and field of application
- 11.2- Basis of design
- 11.3- Materials
 - 11.3.1- Ground
 - 11.3.2- Grout
 - 11.3.3- Steel **(2.3) (2.8)**
 - 11.3.4- Sprayed concrete
 - 11.3.5- Other materials **(1)**
- 11.4- Groundwater
 - 11.4.1- General
 - 11.4.2- Groundwater control measures
- 11.5- Geotechnical analyses
 - 11.5.1- General
 - 11.5.2- Interface resistance of rock bolts
- 11.6- Ultimate limit states
 - 11.6.1- General
 - 11.6.2- Interface resistance of rock bolts (by testing) **(1)**
 - 11.6.3- Interface resistance of rock bolts (by calculation) **(1)**
 - 11.6.4- Interface resistance of rock bolts (by prescriptive rules)
 - 11.6.5- Partial factors **(1)**
- 11.7- Serviceability limit states
- 11.8- Implementation of design
 - 11.8.1- General
 - 11.8.2- Inspection
 - 11.8.3- Monitoring
 - 11.8.4- Maintenance
- 11.9- Testing
 - 11.9.1- General **(4)**
 - 11.9.2- Investigation, suitability, and acceptance tests for rock bolts **(1) (4) (5)**
 - 11.9.3- Control test **(1)**
- 11.10- Reporting



11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

- 11.1- Alcance y campo de aplicación
- 11.2- Base de diseño
- 11.3- Materiales
 - 11.3.1- Suelo
 - 11.3.2- Lechada de inyección
 - 11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**
 - 11.3.4- Hormigón proyectado
 - 11.3.5- Otros materiales **(1)**
- 11.4- Agua subterránea
 - 11.4.1- General
 - 11.4.2- Medidas de control
- 11.5- Análisis Geotécnico
 - 11.5.1- General
 - 11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones
- 11.6- Estado límite último (rotura)
 - 11.6.1- General
 - 11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) **(1)**
 - 11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) **(1)**
 - 11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)
 - 11.6.5- Factores parciales **(1)**
- 11.7- Estados límites (servicio)
- 11.8- Implementación del diseño
 - 11.8.1- General
 - 11.8.2- Inspección
 - 11.8.3- Monitoreo
 - 11.8.4- Mantenimiento
- 11.9- Ensayos
 - 11.9.1- General **(4)**
 - 11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**
 - 11.9.3- Ensayos de control **(1)**
- 11.10- Informes



5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

11.3.5 Otros materiales

- (1) Se podrán utilizar materiales que no estén especificados en los apartados 3.3.2 a 13.3.4, siempre que cumplan con una norma de materiales pertinente.

NOTA La norma pertinente puede especificarse en el Anexo Nacional.

NOTA: En el caso que se utilicen bulones de polímero reforzado con fibra (de carbono, vidrio, basalto y aramida) las especificaciones técnicas a cumplir están dentro del DEE 260023-00-0301¹.

Comentario explicativo: Ídem en suelo 10.3.9 (1)

¹DEE (EAD en inglés) es una especificación técnica armonizada desarrollada por la EOTA como base para las Evaluaciones Técnicas Europeas (ETEs). Es un instrumento regulador oficial o guía, cuya función es contribuir con la toma de decisiones acertadas a la hora de seleccionar soluciones, establecer criterios técnicos robustos y propiciar que las autoridades competentes hagan suyo el rigor que la metodología conlleva y con ello contribuir al incremento en el coeficiente de seguridad geotécnico en las medidas de estabilización que es, sin lugar a duda, su objetivo primordial.

11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

- 
- 11.1- Alcance y campo de aplicación
 - 11.2- Base de diseño
 - 11.3- Materiales
 - 11.3.1- Suelo
 - 11.3.2- Lechada de inyección
 - 11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**
 - 11.3.4- Hormigón proyectado
 - 11.3.5- Otros materiales **(1)**
 - 11.4- Agua subterránea
 - 11.4.1- General
 - 11.4.2- Medidas de control
 - 11.5- Análisis Geotécnico
 - 11.5.1- General
 - 11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones
 - 11.6- Estado límite último (rotura)
 - 11.6.1- General
 - 11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) **(1)**
 - 11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) **(1)**
 - 11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)
 - 11.6.5- Factores parciales **(1)**
 - 11.7- Estados límites (servicio)
 - 11.8- Implementación del diseño
 - 11.8.1- General
 - 11.8.2- Inspección
 - 11.8.3- Monitoreo
 - 11.8.4- Mantenimiento
 - 11.9- Ensayos
 - 11.9.1- General **(4)**
 - 11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**
 - 11.9.3- Ensayos de control **(1)**
 - 11.10- Informes

5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11.6.2 Resistencia al arrancamiento de bulones (calculada)

(1) Al diseñar a partir del cálculo, los valores de diseño de las resistencias de arranque y bulonado $R_{ri,d}$ y $R_{ro,d}$, se determinarán a partir de:

$$\left. \begin{matrix} R_{ri,d} \\ R_{ro,d} \end{matrix} \right\} = \frac{R_{r,rep,calc}}{\gamma_{Rr} \cdot \gamma_{Rd,bolt}} \quad (11.3)$$

donde:

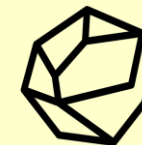
$R_{r,rep,calc}$ valor representativo de la resistencia de la interfaz, determinado por cálculo, utilizando la fórmula (11.1);
 γ_{Rr} coeficiente parcial, dado en 11.6.5; y
 $\gamma_{Rd,bolt}$ coeficiente que considera la incertidumbre en el modelo de interfaz para bulones en roca.

NOTA El valor de $\gamma_{Rd,bolt}$ es **1,5** a menos que el Anexo Nacional indique un valor diferente

NOTA: Este Anejo Nacional asigna al factor $\gamma_{Rd,bolt}$ un valor de 1,20.

Comentario explicativo: Utilizando $\gamma_{Rd,bolt} = 1,20$ $\gamma_{Rr} = 1,25$ (tabla AN-11.2) el valor combinado de coeficiente es de 1,50 para anclajes permanentes según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, la propuesta es usar **1,50** para bulones. El valor de $\gamma_{Rd,bolt}$ se reduce ↓ para garantizar valores coherentes en la combinación de coeficientes (1,50)

11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



- 11.1- Alcance y campo de aplicación
- 11.2- Base de diseño
- 11.3- Materiales
 - 11.3.1- Suelo
 - 11.3.2- Lechada de inyección
 - 11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**
 - 11.3.4- Hormigón proyectado
 - 11.3.5- Otros materiales **(1)**
- 11.4- Agua subterránea
 - 11.4.1- General
 - 11.4.2- Medidas de control
- 11.5- Análisis Geotécnico
 - 11.5.1- General
 - 11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones
- 11.6- Estado límite último (rotura)
 - 11.6.1- General
 - 11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) (1)**
 - 11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) **(1)**
 - 11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)
 - 11.6.5- Factores parciales **(1)**
- 11.7- Estados límites (servicio)
- 11.8- Implementación del diseño
 - 11.8.1- General
 - 11.8.2- Inspección
 - 11.8.3- Monitoreo
 - 11.8.4- Mantenimiento
- 11.9- Ensayos
 - 11.9.1- General **(4)**
 - 11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**
 - 11.9.3- Ensayos de control **(1)**
- 11.10- Informes

5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11.6.2 Resistencia calculada de la interfaz de bulones en roca

Tipo de verificación	$\gamma_{Rd,bolt}$ (actual)	$\gamma_{Rd,bolt}$ (modificado)	ξ_{mean} (actual)	ξ_{min} (actual)	Coficiente parcial resistencia γ_{Rr} (actual)	$\gamma_{Rr} \cdot \gamma_{Rd,bolt}$ (actual)	$\gamma_{Rr} \cdot \gamma_{Rd,bolt}$ (modificado)
A partir del cálculo	1,50	1,20			1,25	1,88	1,50

Notas:

$\gamma_{Rd,bolt}$ factor de modelo que considera la incertidumbre en la resistencia a la extracción de los bulones (1,50 → 1,20)

γ_{Rr} coeficiente parcial (Tabla AN-11.2) pull-out

- 0,00 Valor actual modificable
- 0,00 Valor actual no modificable
- 0,00 Valor nuevo propuesto
- 0,00 Valor actual calculado
- 0,00 Valor nuevo calculado

TABLA 3.1. COEFICIENTE F_1 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Nota: este valor es 1,50 para **anclajes permanentes** según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, la propuesta es usar **1,50** para **bulones**



5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11.6.3 Resistencia de la interfaz de bulones en roca (ensayada)

(1) Al diseñar mediante ensayos, los valores de diseño de las resistencias de arranque y bulonado $R_{ri,d}$ y $R_{ro,d}$, se determinarán a partir de:

$$\left. \begin{matrix} R_{ri,d} \\ R_{ro,d} \end{matrix} \right\} = \frac{R_{r,rep,test}}{\gamma_{Rr}} = \frac{1}{\gamma_{Rr}} \min \left\{ \frac{R_{r,mean}}{\xi_{mean}}, \frac{R_{r,min}}{\xi_{min}} \right\} \quad (11.4)$$

donde:

$R_{r,mean}$ resistencia media de la interfaz medida para un conjunto de ensayos de investigación o idoneidad;

$R_{r,min}$ resistencia mínima de interfaz medida para un conjunto de ensayos de investigación o idoneidad;

ξ_{mean} coeficiente de correlación para la media de los valores calculados obtenidos mediante ensayos de investigación o ensayos de idoneidad;

ξ_{min} coeficiente de correlación para el mínimo de los valores calculados obtenidos mediante ensayos de investigación o ensayos de idoneidad;

γ_{Rr} coeficiente parcial, dado en 11.6.5.

NOTA Los valores de ξ_{mean} y ξ_{min} se muestran en la Tabla AN-11.1 (NDP) a menos que el Anexo Nacional indique un valor diferente.

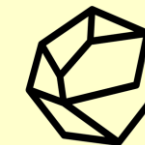
Tabla AN-11.1 — Coeficiente de correlación para bulones en roca

Coeficiente de correlación	Número de perfiles o ensayos				
	1	2	3	4	≥5
ξ_{mean}	1,40	1,30	1,20	1,10	1,05
ξ_{min}	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

Tabla AN11.1: Los valores de los factores de correlación ξ_{mean} y ξ_{min} , para proyectos de bulones en roca, se recogen en la Tabla AN-11.1. Este Anejo Nacional asigna al factor $\gamma_{Rd,bolt}$ un valor de 1,00.

Comentario explicativo: Para estimar el efecto combinado se ha utilizado, $\xi_{min} = 1,20$ (valor medio tabla 11.1 entre 1, 2 y 3 ensayos). La Tabla 11.1 no se modifica. Ídem suelo Tabla 10.2

11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11.1- Alcance y campo de aplicación

11.2- Base de diseño

11.3- Materiales

11.3.1- Suelo

11.3.2- Lechada de inyección

11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**

11.3.4- Hormigón proyectado

11.3.5- Otros materiales **(1)**

11.4- Agua subterránea

11.4.1- General

11.4.2- Medidas de control

11.5- Análisis Geotécnico

11.5.1- General

11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones

11.6- Estado límite último (rotura)

11.6.1- General

11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) **(1)**

11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) (1)

11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)

11.6.5- Factores parciales **(1)**

11.7- Estados límites (servicio)

11.8- Implementación del diseño

11.8.1- General

11.8.2- Inspección

11.8.3- Monitoreo

11.8.4- Mantenimiento

11.9- Ensayos

11.9.1- General **(4)**

11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**

11.9.3- Ensayos de control **(1)**

11.10- Informes

5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



11.6.3 Resistencia ensayada de la interfaz de bulones en roca

Tipo de verificación	$\gamma_{Rd,bolt}$ (actual)	$\gamma_{Rd,bolt}$ (modificado)	ξ_{mean} (actual)	ξ_{min} (actual)	Coficiente parcial resistencia γ_{Rr} (actual)	$\gamma_{Rr} \cdot \gamma_{Rd,bolt}$ (actual)	$\gamma_{Rr} \cdot \gamma_{Rd,bolt}$ (modificado)
A partir de ensayos	1,50	1,00	1,30	1,20	1,25	2,25	1,50

Notas:

- $\gamma_{Rd,bolt}$
- factor de modelo que considera la incertidumbre en la resistencia a la extracción de los bulones (1,50 → 1,00)
- ξ_{mean}
- factor de correlación para la media de los valores calculados obtenidos por ensayos de investigación (media entre 1, 2 y 3 perfiles o ensayos, por emplazamiento **Tabla 11.1**)
- ξ_{min}
- factor de correlación para el mínimo de los valores calculados obtenidos por ensayos de investigación (media entre 1, 2 y 3 perfiles o ensayos, por emplazamiento **Tabla 11.1**)
- γ_{Rr}
- coeficiente parcial (**Tabla AN-11.2**) pull-out

- 0,00
- Valor actual modificable
- 0,00
- Valor actual no modificable
- 0,00
- Valor nuevo propuesto
- 0,00
- Valor actual calculado
- 0,00
- Valor nuevo calculado

TABLA 3.1. COEFICIENTE F₁ EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F ₁
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Nota: este valor es 1,50 para **anclajes permanentes** según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, la propuesta es usar **1,50** para **bulones**



5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

NCCI - Información complementaria No Contradictoria

En este capítulo (**11.1**) alcance, el término usado para el definir el paramento es soporte de la superficie rocosa (rock surface support), se propone el uso de reglas prescriptivas según FprEN 1997-1:2024, 4.5 para la verificación de los estados límite últimos.

En **11.2.5.1** Estados límites últimos en ítem (2) se especifica que además de FprEN 1997-1:2024, 8.1, se verificarán por el paramento los siguientes estados límite últimos potenciales:

- rotura del paramento;
- rotura de la conexión entre paramento y su fijación al macizo rocoso;
- pérdida de fuerza por desplazamiento de los elementos del paramento debido a deslizamiento o desprendimiento de la roca detrás de la placa de la cabeza de bulón; y
- pérdida de terreno detrás del paramento.

En **11.2.5.2** Estados límite de servicio además de FprEN 1997-1:2024, cláusula 9, se verificarán los siguientes estados límite de capacidad de servicio potenciales:

- deformación del bulón o del paramento que afecte negativamente a la función o al aspecto del paramento; y
- Deformación del bulón o del paramento que cause daños a las estructuras existentes, a los servicios públicos o al suelo en la zona de influencia del paramento.

En **11.3.4** se refiere solamente al hormigón proyectado como paramento (rock surface support), pero no se definen las mallas de alambre o redes de cable de acero con esta función, a pesar de que son ampliamente utilizadas, incluso en roca con mucha mayor frecuencia que en suelos.

Notas para el uso de mallas o redes de cable de acero, como paramento flexible:

- (1) Este Anexo Nacional permite utilizar los paramentos flexibles (mallas o redes de cable de acero) en los sistemas de estabilización de taludes en roca.
- (2) Para consideraciones sobre el recubrimiento al acero se seguirá lo especificado en **10.3.6**
- (3) Para el paramento flexible de malla de alambre o red de cables de acero, se empleará lo especificado en **10.3.7**
- (4) Para la determinación de la resistencia estructural del paramento compuesto por malla de alambre o red de cable de acero se empleará lo especificado en 10.6.5, utilizando como referencia la **Tabla AN-10.1** (NDP, modificada) y la **Tabla AN-11.2** para los coeficientes parciales.

11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

11.1- Alcance y campo de aplicación

11.2- Base de diseño

11.3- Materiales

11.3.1- Suelo

11.3.2- Lechada de inyección

11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**

11.3.4- Hormigón proyectado

11.3.5- Otros materiales **(1)**

11.4- Agua subterránea

11.4.1- General

11.4.2- Medidas de control

11.5- Análisis Geotécnico

11.5.1- General

11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones

11.6- Estado límite último (rotura)

11.6.1- General

11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) **(1)**

11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) **(1)**

11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)

11.6.5- Factores parciales **(1)**

11.7- Estados límites (servicio)

11.8- Implementación del diseño

11.8.1- General

11.8.2- Inspección

11.8.3- Monitoreo

11.8.4- Mantenimiento

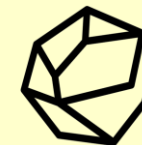
11.9- Ensayos

11.9.1- General **(4)**

11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**

11.9.3- Ensayos de control **(1)**

11.10- Informes



CEDEX

UNE

5 Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



Resistencia estructural de la malla de alambre empleada como paramento en roca

$\gamma_{M,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm}$ (modificado)	$\gamma_{Rd,wm} \cdot \gamma_{M,wm}$ (actual)	$\gamma_{Rd,wm} \cdot \gamma_{M,wm}$ (modificado)
1,25	1,10	1,20	1,375	1,50

Notas:
 $\gamma_{M,wm}$ coeficiente parcial (Tabla 11.2) Resistencia a tracción y al punzonamiento de la malla
 $\gamma_{Rd,wm}$ coeficiente adicional por incertidumbre modelo debido a la extrapolación de resistencias de la malla 10.6.5 (1,10 → 1,20)

- 0,00 Valor actual modificable
- 0,00 Valor actual no modificable
- 0,00 Valor nuevo propuesto
- 0,00 Valor actual calculado
- 0,00 Valor nuevo calculado

TABLA 3.1. COEFICIENTE F_1 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Nota: este valor es 1,50 para anclajes **permanentes** según la Guía de Anclajes tabla 3.1 pág. 25, (diseño racional igual bulones) la propuesta es usar **1,50** para las mallas como paramento en roca



6 Resumen y conclusiones

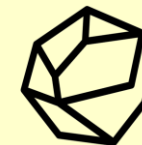
De los epígrafes en los que se puede introducir alguna modificación en los NDPs en tablas y párrafos, los más significativos son:

- **11.3.5 (1)** la nota admite el uso de bulones de fibra y especifica normativa a seguir
- **11.6.2 (1)** el valor de $\gamma_{Rd,bolt}$ se modifica a 1,20, para que manteniendo el coeficiente parcial en 1,25 el coeficiente final esté alrededor de 1,50 para la resistencia calculada de los bulones
- **11.6.3 (1)** el valor de $\gamma_{Rd,bolt}$ se modifica a 1,00, para que manteniendo el coeficiente parcial en 1,25 el coeficiente final esté alrededor de 1,50 para la resistencia ensayada de los bulones
- En **11.3.4** se refiere solamente al hormigón proyectado como paramento (rock surface support), pero no se definen las mallas de alambre o redes de cable de acero con esta función, a pesar de que son ampliamente utilizadas, incluso en roca con mucha mayor frecuencia que en suelos. Por este motivo se añade:

NCCI - Información complementaria No Contradictoria

1. Este Anexo Nacional permite utilizar los paramentos flexibles (mallas o redes de cable de acero) en los sistemas de estabilización de taludes en roca.
2. Para consideraciones sobre el recubrimiento al acero se seguirá lo especificado en **10.3.6**
3. Para el paramento flexible de malla de alambre o red de cables de acero, se empleará lo especificado en **10.3.7**
4. Para la determinación de la resistencia estructural del paramento compuesto por malla de alambre o red de cable de acero se empleará lo especificado en 10.6.5, utilizando como referencia la **Tabla AN-11.2** (NDP, modificada) en lugar de la Tabla AN-10.3.

11- Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos



- 11.1- Alcance y campo de aplicación
- 11.2- Base de diseño
- 11.3- Materiales
 - 11.3.1- Suelo
 - 11.3.2- Lechada de inyección
 - 11.3.3- Acero **(2.3) (2.8)**
 - 11.3.4- Hormigón proyectado
 - 11.3.5- Otros materiales **(1)**
- 11.4- Agua subterránea
 - 11.4.1- General
 - 11.4.2- Medidas de control
- 11.5- Análisis Geotécnico
 - 11.5.1- General
 - 11.5.2- Resistencia de la interfaz de los bulones
- 11.6- Estado límite último (rotura)
 - 11.6.1- General
 - 11.6.2- Resistencia de la interfaz (calculada) **(1)**
 - 11.6.3- Resistencia de la interfaz (ensayada) **(1)**
 - 11.6.4- Resistencia de la interfaz (usando reglas prescriptivas)
 - 11.6.5- Factores parciales **(1)**
- 11.7- Estados límites (servicio)
- 11.8- Implementación del diseño
 - 11.8.1- General
 - 11.8.2- Inspección
 - 11.8.3- Monitoreo
 - 11.8.4- Mantenimiento
- 11.9- Ensayos
 - 11.9.1- General **(4)**
 - 11.9.2- Ensayos de investigación, idoneidad y aceptación de los bulones **(1) (4) (5)**
 - 11.9.3- Ensayos de control **(1)**
- 11.10- Informes

Jornada

Presentación del borrador del ANEJO NACIONAL Español del EUROCÓDIGO 7 de Segunda Generación

Parte 3

Capítulo 10: Bulones en suelo y estructuras de suelo claveteado

Capítulo 11: Bulones en roca y tratamientos superficiales de macizos rocosos

Subgrupo de trabajo

Roberto Luis · José Estaire · Victor Martínez · Julio Prieto ·
Javier González · Ginna Torres · Laura Melano · Diego García
María Suárez · Miguel A. Gómez

BRUGG
Geobrugg



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

B BIANCHINI
INGENIERO

MACCAFERRI

AET
Asociación Española de
Empresas Especialistas
en Taludes

acciona
BUSINESS AS UNUSUAL

UNE
Normalización
Española



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX

