

Anejo Nacional
AN/UNE-EN 1997-1

Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico

Parte 1: Reglas generales

25 - Enero – 2016

Índice

AN.1 Objeto y ámbito de aplicación	5
AN.2 Parámetros de determinación nacional (NDP).....	9
AN.3 Decisión sobre la aplicación de los Anejos Informativos	35
AN.4 Información complementaria no contradictoria (NCCI)	36

AN.1 Objeto y ámbito de aplicación

El objeto de este Anejo Nacional es definir las condiciones de aplicación en el territorio español de la norma UNE-EN 1997-1, que es reproducción de la norma europea EN 1997-1:2004.

Su contenido se limita básicamente a:

- a. Fijar los valores de los parámetros de determinación nacional (NDP) que la norma UNE-EN 1997-1:2010 deja abiertos para ser establecidos a nivel nacional, aspecto desarrollado en el Capítulo AN.2.
- b. Indicar el carácter informativo u obligatorio de los anejos contenidos en la UNE-EN 1997-1:2010, aspecto desarrollado en el Capítulo AN.3.
- c. Recoger la “*información complementaria no contradictoria* (NCCI)” a ser utilizada en España para facilitar la aplicación de la norma, aspecto desarrollado en el Capítulo AN.4.

Este texto fue aprobado por el Subcomité SC7 del Comité AEN-CTN 140 “Eurocódigos estructurales” el día 15 de octubre de 2014.

Las cláusulas de la UNE-EN 1997-1:2010 que contienen parámetros de determinación nacional son las que se indican a continuación.

INDICE DE CLÁUSULAS

INDICE DE CLÁUSULAS

Cláusula	Descripción
2.1 (8) P	Requisitos mínimos del proyecto relativos a la amplitud y al contenido de los reconocimientos geotécnicos, a los cálculos y a los controles de ejecución de los trabajos
2.4.6.1 (4) P	Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, en situaciones persistentes y transitorias
2.4.6.2 (2) P	Valores de los coeficientes parciales γ_M , aplicables a los parámetros geotécnicos
2.4.7.1 (2) P	Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias
2.4.7.1 (3)	Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, o γ_E , aplicables a los efectos de las acciones, y γ_R , aplicables a las resistencias, en situaciones accidentales

Cláusula	Descripción
2.4.7.1 (4)	Valores de los coeficientes parciales aplicables en casos de riesgo elevado o de condiciones de carga o del terreno inusuales o excepcionalmente complicadas
2.4.7.1 (5)	Valores de los coeficientes parciales aplicables en el proyecto de estructuras temporales o en situaciones transitorias de proyecto
2.4.7.1 (6)	Valores de los coeficientes de modelo $\gamma_{R;d}$, para obtener el valor de cálculo de la resistencia, y $\gamma_{S;d}$, para el de las acciones o efecto de las acciones
2.4.7.2 (2) P	Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, γ_E , aplicables al efecto de las acciones y γ_M , aplicables a las propiedades de los materiales, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo equilibrio (EQU)
2.4.7.3.2 (3) P	Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, γ_E , aplicables al efecto de las acciones y γ_M , aplicables a las propiedades de los materiales, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)
2.4.7.3.3 (2) P	Valores de los coeficientes parciales γ_R , aplicables a las resistencias, en la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)
2.4.7.3.4.1(1)P	Enfoques de proyecto a utilizar para la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)
2.4.7.4 (3) P	Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL)
2.4.7.5 (2) P	Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias para la comprobación del estado límite último de levantamiento hidráulico (HYD)
2.4.8 (2)	Valores de los coeficientes parciales para los estados límite de servicio
2.4.9 (1) P	Valores límite de los desplazamientos de las cimentaciones
2.5 (1)	Proyecto mediante medidas prescriptivas
7.6.2.2 (8) P	Valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2
7.6.2.2 (14) P	Valores de los coeficientes parciales γ_b , γ_s y γ_t , aplicables a la resistencia característica de pilotes, calculada a partir de ensayos de carga estática en pilotes
7.6.2.3 (4)P	Valores de los coeficientes parciales γ_b , γ_s y γ_t , aplicables a la resistencia característica de pilotes, calculada a partir de resultados de ensayos de campo

Cláusula	Descripción
7.6.2.3 (5) P	Valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4
7.6.2.3 (8)	Valor del coeficiente de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s
7.6.2.4 (4) P	Valores de los coeficientes ξ_5 y ξ_6 y γ_t
7.6.3.2 (2) P	Valor del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción a partir de ensayos de carga estática
7.6.3.2 (5) P	Valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2
7.6.3.3 (3) P	Valor del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción a partir de resultados de ensayos de campo
7.6.3.3 (4) P	Valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4
7.6.3.3 (6)	Valores de los coeficientes de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección del coeficiente parcial $\gamma_{s,t}$
8.5.1(1)P Nota 1	Valor del coeficiente γ_{Serv} , aplicable a las acciones o efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en el estado límite último y de servicio
8.5.1(1)P Nota 3	Coefficientes parciales adicionales y factores de correlación en los estados límite de servicio
8.5.1(2)P Notas 1 y 2	Comprobación del estado límite de servicio
8.5.2(1)P	Método y número de ensayos n para determinar la resistencia medida en un anclaje en el estado límite último
8.5.2(2)P	Valores límite del índice de fluencia $\alpha_{1,ULS}$ y de la pérdida de carga $k_{1,ULS}$ para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último
8.5.2(3)P	Valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n y del coeficiente de correlación ξ_{ULS} para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último
8.5.2(5)P	Valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:ULS}$ aplicable a las resistencias en el cálculo de anclajes en situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último
8.5.3(1)P	Método y número de ensayos n para determinar la resistencia de un anclaje en el estado límite de servicio
8.5.3(2)P	Valores límite del índice de fluencia $\alpha_{1,SLS}$ y de la pérdida de carga $k_{1,SLS}$ para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite de servicio
8.5.3(3)P	Valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último
8.5.3(4)P	Valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:SLS}$ aplicable a las resistencias en el cálculo de anclajes en situaciones persistentes y transitorias

Cláusula	Descripción
	en el estado límite de servicio
8.6.2(2)P Nota 1	Valores de los coeficientes parciales $\gamma_{a;acc;ULS}$ y $\gamma_{a;acc;SLS}$ a aplicar en situaciones persistentes y transitorias a las fuerzas de cálculo en el estado límite último o de servicio para obtener la carga de prueba en el ensayo
8.6.2(2)P Nota 2	Relación entre la carga de prueba en los ensayos de aceptación y la fuerza de cálculo en el estado límite último o de servicio
8.6.2(3)P Nota 1	Valores límite del índice de fluencia y de la pérdida de carga en los ensayos de aceptación
8.6.2(3)P Nota 2	Comprobación del índice de fluencia y la pérdida de carga en los ensayos de aceptación para valores inferiores a la carga de prueba
10.2 (3)	Valores de los coeficientes parciales aplicables en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL)
11.5.1 (1) P	Valores de los coeficientes parciales aplicables en los análisis de estabilidad global, en situaciones persistentes y transitorias
ANEXO A	Coeficientes parciales y de correlación para los estados límite últimos y de servicio de aplicación en España

AN.2 Parámetros de determinación nacional (NDP)

CAPÍTULO 2 BASES DEL PROYECTO GEOTÉCNICO

2.1 Requisitos del proyecto

2.1.(8)P Requisitos mínimos del proyecto relativos a la amplitud y al contenido de los reconocimientos geotécnicos, a los cálculos y a los controles de ejecución de los trabajos

En este Anejo Nacional no se proporciona ningún requisito mínimo relativo a la amplitud y al contenido de los reconocimientos geotécnicos, a los cálculos y a los controles de ejecución de los trabajos.

2.4 Proyecto geotécnico mediante cálculos

2.4.6.1(4)P Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, en situaciones persistentes y transitorias

Los valores de los coeficientes parciales aplicables a las acciones (γ_F), en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite de tipo EQU, STR/GEO, UPL y HYD serán los indicados en los Apartados A.2, A.3.1, A.4 y A.5, respectivamente, del Anexo A de este Anejo Nacional.

2.4.6.2(2)P Valores de los coeficientes parciales γ_M , aplicables a los parámetros geotécnicos

Los valores de los coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, en la comprobación de los estados límite de tipo EQU, STR/GEO y UPL, serán los indicados en los Apartados A.2, A.3.2 y A.4, respectivamente, del Anexo A de este Anejo Nacional.

2.4.7.1(2)P Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias serán los indicados en las correspondientes tablas del Anexo A de este Anejo Nacional.

2.4.7.1(3) Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, o γ_E , aplicables a los efectos de las acciones, y γ_R , aplicables a las resistencias, en situaciones accidentales

Los valores de los coeficientes parciales aplicables a las acciones (γ_F) o a los efectos de las acciones (γ_E), en las situaciones accidentales, se tomarán como 1,0.

Los valores de los coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en las situaciones accidentales, serán los indicados en las tablas A.5, A.6, A.7, A.8, A.13, A.14, A.19 y A.20.

2.4.7.1(4) Valores de los coeficientes parciales aplicables en casos de riesgo elevado o de condiciones de carga o del terreno inusuales o excepcionalmente complicadas

Salvo que en el proyecto específico se establezcan otros valores, los coeficientes parciales aplicables en casos de riesgo elevado, o de condiciones de carga o del terreno inusuales o excepcionalmente complicadas se tomarán iguales a los indicados para situaciones persistentes en los apartados correspondientes de este Anejo Nacional.

2.4.7.1(5) Valores de los coeficientes parciales aplicables en el proyecto de estructuras temporales o en situaciones transitorias de proyecto

Salvo que en el proyecto específico se establezcan otros valores, los coeficientes parciales aplicables en el proyecto de estructuras temporales o en situaciones transitorias de proyecto se tomarán iguales a los indicados para situaciones persistentes en los apartados correspondientes de este Anejo Nacional

2.4.7.1(6) Valores de los coeficientes de modelo $\gamma_{R;d}$, para obtener el valor de cálculo de la resistencia, y $\gamma_{S;d}$, para el de las acciones o efecto de las acciones

En las cláusulas 7.6.2.3(8) y 7.6.3.3(6) de este Anejo Nacional se indican los valores del coeficiente de modelo ($\gamma_{R;d}$) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s , para el cálculo de la resistencia última a compresión en pilotes, de acuerdo al procedimiento establecido en la cláusula 7.6.2.3(8), y del coeficiente $\gamma_{s,t}$, para el cálculo de la resistencia última a tracción en pilotes, de acuerdo al procedimiento establecido en la cláusula 7.6.3.3(6).

El coeficiente de modelo ($\gamma_{S;d}$) para tener en cuenta la incertidumbre en la modelización del efecto de las acciones no se utiliza.

2.4.7.2(2)P Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, γ_E , aplicables al efecto de las acciones y γ_M , aplicables a las propiedades de los materiales, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo equilibrio (EQU)

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo equilibrio (EQU), serán los indicados en el Apartado A.2 de este Anejo Nacional.

2.4.7.3.2(3)P Valores de los coeficientes parciales γ_F , aplicables a las acciones, γ_E , aplicables al efecto de las acciones y γ_M , aplicables a las propiedades de los materiales, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO), serán los indicados en los Apartados A.3 y A.6 de este Anejo Nacional.

2.4.7.3.3(2)P Valores de los coeficientes parciales γ_R , aplicables a las resistencias, en la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)

Los valores de los coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en la comprobación de los estados límite de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO), serán los indicados en los Apartados A.3 y A.6 de este Anejo Nacional, correspondientes a diferentes actuaciones geotécnicas.

2.4.7.3.4.1(1)P Enfoques de proyecto a utilizar para la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO)

El Enfoque de Proyecto a utilizar para la comprobación de los estados límite último de tipo estructural (STR) y geotécnico (GEO) será el Enfoque de Proyecto 2, excepto para la comprobación del estado límite último de estabilidad global de las distintas actuaciones geotécnicas en los que se utilizará el Enfoque de Proyecto 3.

2.4.7.4(3)P Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL)

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL), serán los indicados en el Apartado A.4 de este Anejo Nacional.

2.4.7.5(2)P Valores de los coeficientes parciales aplicables en situaciones persistentes y transitorias para la comprobación del estado límite último de levantamiento hidráulico (HYD)

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación del estado límite último de levantamiento hidráulico (HYD), serán los indicados en el Apartado A.5 de este Anejo Nacional.

2.4.8(2) Valores de los coeficientes parciales para los estados límite de servicio

Los valores de los coeficientes parciales se tomarán como 1,0.

2.4.9(1)P Valores límite de los desplazamientos de las cimentaciones

Los valores límite de los desplazamientos de las cimentaciones se deberán especificar en cada proyecto específico.

2.5.(1) Proyecto mediante medidas prescriptivas

La realización de un proyecto mediante medidas prescriptivas, basado en reglas clásicas de proyecto, se podrá hacer de acuerdo con el cliente y siempre que se disponga de los permisos oficiales, en caso de que fueran necesarios.

CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES POR PILOTES

7.6 Pilotes bajo carga axil

7.6.2.2(8)P Valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2

Los valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2 para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión, a partir de ensayos de carga estática en pilotes, serán los indicados en la Tabla A.9 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.2.2(14)P Valores de los coeficientes parciales γ_b , γ_s y γ_t , aplicables a la resistencia característica de pilotes, calculada a partir de ensayos de carga estática en pilotes

Los valores de los coeficientes parciales de resistencia por punta (γ_b), por fuste (γ_s) y de resistencia total o combinada (γ_t), aplicables al valor característico de la resistencia última a compresión, serán los indicados, para cada tipo de pilote, en las Tablas A.6, A.7 y A.8 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.2.3(4)P Valores de los coeficientes parciales γ_b , γ_s y γ_t , aplicables a la resistencia característica de pilotes, calculada a partir de resultados de ensayos de campo

Los valores de los coeficientes parciales de resistencia por punta (γ_b), por fuste (γ_s) y de resistencia total o combinada (γ_t), aplicables al valor característico de la resistencia última a compresión, calculada a partir de resultados de ensayos de campo, serán los indicados, para cada tipo de pilote, en las Tablas A.6, A.7 y A.8 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.2.3(5)P Valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4

Los valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4 para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión, a partir de ensayos de campo, serán los indicados en la Tabla A.10 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.2.3(8) Valor del coeficiente de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo ($\gamma_{R;d}$) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s , en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en la cláusula 7.6.2.3(8), será 1,40.

7.6.2.4(4)P Valores de los coeficientes ξ_5 y ξ_6 y γ_t

Los valores de los coeficientes de correlación ξ_5 y ξ_6 para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión, a partir de ensayos dinámicos de impacto, serán los indicados en la Tabla A.11 del Anexo A de este Anejo Nacional.

Los valores del coeficiente parcial de resistencia total o combinada (γ_t), aplicables al valor característico de la resistencia última a compresión calculada a partir de ensayos dinámicos

de impacto, serán los indicados, para cada tipo de pilote, en las Tablas A.6, A.7 y A.8 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.3.2(2)P Valor del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción a partir de ensayos de carga estática

Los valores del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción deducida a partir de ensayos de carga estática, serán los indicados, para cada tipo de pilote, en las Tablas A.6, A.7 y A.8 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.3.2(5)P Valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2

Los valores de los coeficientes de correlación ξ_1 y ξ_2 para obtener el valor característico de la resistencia última a tracción, a partir de ensayos de carga estática en pilotes, serán los indicados en la Tabla A.9 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.3.3(3)P Valor del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción a partir de resultados de ensayos de campo

Los valores del coeficiente $\gamma_{s,t}$, aplicable a la resistencia por fuste en pilotes a tracción deducida a partir de resultados de ensayos de campo, serán los indicados, para cada tipo de pilote, en las Tablas A.6, A.7 y A.8 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.3.3(4)P Valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4

Los valores de los coeficientes de correlación ξ_3 y ξ_4 para obtener el valor característico de la resistencia última a tracción, a partir de ensayos de resultados de ensayos de campo, serán los indicados en la Tabla A.10 del Anexo A de este Anejo Nacional.

7.6.3.3(6)P Valores de los coeficientes de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección del coeficiente parcial $\gamma_{s,t}$

El valor del coeficiente de modelo ($\gamma_{R;d}$) para la corrección del coeficiente $\gamma_{s,t}$, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en la cláusula 7.6.3.3(6)P, será 1,40.

CAPÍTULO 8 ANCLAJES

8.5 Cálculo de anclajes en estado límite

8.5.1(1)P Nota 1 Valor del coeficiente γ_{Serv} , aplicable a las acciones o efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en el estado límite último y de servicio

Los valores del coeficiente γ_{Serv} , serán los indicados en la Tabla A.18.

8.5.1(1)P Nota 3 Coeficientes parciales adicionales y factores de correlación en los estados límite de servicio

No se establecen coeficientes parciales adicionales y factores de correlación en los estados límite de servicio.

8.5.1(2)P Notas 1 y 2 Comprobación del estado límite de servicio

La comprobación del estado límite de servicio debe realizarse de forma independiente de la comprobación del estado límite último.

8.5.2(1)P Método y número de ensayos n para determinar la resistencia medida en un anclaje en el estado límite último

El método y número de ensayos de investigación e idoneidad (n) para determinar la resistencia medida en un anclaje, en el estado límite último, serán los indicados en la Tabla A.20.

8.5.2(2)P Valores límite del índice de fluencia $\alpha_{1,ULS}$ y de la pérdida de carga $k_{1,ULS}$ para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último

Los valores límite del índice de fluencia ($\alpha_{1,ULS}$) y de la pérdida de carga ($k_{1,ULS}$) admitidos en los ensayos de investigación, idoneidad y aceptación serán los indicados en la Tabla A.21.

8.5.2(3)P Valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n y del coeficiente de correlación ξ_{ULS} para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último

Los valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n y del coeficiente de correlación ξ_{ULS} serán los indicados en la Tabla A.20.

8.5.2(5)P Valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:ULS}$ aplicable a las resistencias en el cálculo de anclajes en situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último

Los valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:ULS}$ serán los indicados en la Tabla A.19.

8.5.3(1)P Método y número de ensayos n para determinar la resistencia de un anclaje en el estado límite de servicio

El método y número de ensayos de investigación e idoneidad (n) para determinar la resistencia medida en un anclaje, en el estado límite de servicio, serán los indicados en la Tabla A.20.

8.5.3(2)P Valores límite del índice de fluencia $\alpha_{1,SLS}$ y de la pérdida de carga $k_{1,SLS}$ para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite de servicio

Los valores límite del índice de fluencia ($\alpha_{1,SLS}$) y de la pérdida de carga ($k_{1,SLS}$) admitidos en los ensayos de investigación, idoneidad y aceptación serán los indicados en la Tabla A.21.

8.5.3(3)P Valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n para situaciones persistentes y transitorias en el estado límite último

Los valores del número mínimo de ensayos de investigación e idoneidad n serán los indicados en la Tabla A.20.

8.5.3(4)P Valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:SLS}$ aplicable a las resistencias en el cálculo de anclajes en situaciones persistentes y transitorias en el estado límite de servicio

Los valores del coeficiente parcial $\gamma_{a:SLS}$ serán los indicados en la Tabla A.20.

8.6 Ensayos en anclajes

8.6.2(2)P Nota 1 Valores de los coeficientes parciales $\gamma_{a;acc;ULS}$ y $\gamma_{a;acc;SLS}$ a aplicar en situaciones persistentes y transitorias a las fuerzas de cálculo en el estado límite último o de servicio para obtener la carga de prueba en el ensayo

Los valores de los coeficientes parciales $\gamma_{a;acc;ULS}$ y $\gamma_{a;acc;SLS}$ serán los indicados en la Tabla A.20.

8.6.2(2)P Nota 2 Relación entre la carga de prueba en los ensayos de aceptación y la fuerza de cálculo en el estado límite último o de servicio

La carga de prueba en los ensayos de aceptación se obtendrá de la fuerza de cálculo en el estado límite último de acuerdo a la expresión (8.13).

8.6.2(3)P Nota 1 Valores límite del índice de fluencia y de la pérdida de carga en los ensayos de aceptación

Los valores límite de índice de fluencia y de la pérdida de carga en los ensayos de aceptación serán los indicados en la Tabla A.21.

8.6.2(3)P Nota 2 Comprobación del índice de fluencia y la pérdida de carga en los ensayos de aceptación para valores inferiores a la carga de prueba

No se considera necesario comprobar el índice de fluencia y la pérdida de carga en los ensayos de aceptación, para valores inferiores a la carga de prueba.

CAPÍTULO 10 ROTURA HIDRÁULICA

10.2 Rotura por subpresión

10.2(3) Valores de los coeficientes parciales aplicables en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL)

Los valores de los coeficientes parciales aplicables en las situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación del estado límite último de subpresión (UPL), serán los indicados en el Apartado A.4 de este Anejo Nacional.

CAPÍTULO 11 ESTABILIDAD GLOBAL

11.5 Cálculo en estado límite último

11.5.1(1)P Valores de los coeficientes parciales aplicables en los análisis de estabilidad global, en situaciones persistentes y transitorias

Los valores de los coeficientes parciales aplicables a las acciones o a los efectos de las acciones, a los parámetros geotécnicos y a las resistencias, en los análisis de estabilidad de global en situaciones persistentes y transitorias, serán los indicados, respectivamente, en las Tablas A.3b, A.4b y A.14 del Anexo A de este Anejo Nacional.

ANEXO A¹

Coeficientes parciales y de correlación para los estados límite últimos y de servicio de aplicación en España

A.1 Coeficientes parciales y de correlación

(1)P Los coeficientes parciales γ para los estados límite últimos en situaciones de proyecto persistentes y transitorias deben ser los que se mencionan en este anexo.

(2)P Los coeficientes parciales γ para los estados límite de servicio de anclajes deben ser los mencionados en este anexo.

(3)P Los coeficientes de correlación ξ para cimentaciones profundas y anclajes en todas las situaciones de proyecto deben ser los mencionados en este anexo.

A.2 Coeficientes parciales para la comprobación de los estados límite de equilibrio (EQU)

(1)P Para la comprobación de los estados límite de equilibrio (EQU), se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales a las acciones γ_F :

- $\gamma_{G,dst}$ para las acciones permanentes desestabilizadoras (desfavorables);
- $\gamma_{G,stb}$ para las acciones permanentes estabilizadoras (favorables);
- $\gamma_{Q,dst}$ para las acciones variables desestabilizadoras (desfavorables).
- $\gamma_{Q,stb}$ para las acciones variables estabilizadoras (favorables).

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.1.

Tabla A.1: Coeficientes parciales γ_F aplicables a las acciones, en la comprobación de los estados límite último de tipo EQU

Tipo de estructura	Tabla de referencia
Estructuras de edificación	Tabla AN/2 (Tabla A1.2(A)) “Valor de cálculo de las acciones (EQU) (Conjunto A)”, del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1
Puentes de carretera y de ferrocarril y pasarelas	Tabla AN/8 (Tabla A2.4(A)) “Valor de cálculo de las acciones (EQU) (Conjunto A)”, del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1

¹ En este Anexo figuran todos los valores que son Parámetro de Determinación Nacional (NDP) en el Anexo A de UNE-EN 1997-1. Además, por facilidad de uso, se han incluido, mediante reproducción literal, las cláusulas de dicho Anexo que no son susceptibles de modificación a nivel nacional.

(2) P Para la comprobación de los estados límite de equilibrio (EQU), se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, cuando dicha comprobación incluya las menores resistencias al corte:

- $\gamma_{\varphi'}$ se aplica a la tangente del ángulo de rozamiento interno, en términos de tensiones efectivas;
- $\gamma_{c'}$ se aplica a la cohesión efectiva;
- γ_{cu} se aplica a la resistencia al corte sin drenaje;
- γ_{qu} se aplica a la resistencia a compresión simple;
- γ_{γ} se aplica al peso específico.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.2.

Tabla A.2: Coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, en la comprobación de los estados límite último de tipo EQU

Parámetro geotécnico ⁽¹⁾	Símbolo	Valor
Ángulo de rozamiento interno en efectivas ⁽²⁾ (φ)	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
Cohesión efectiva (c')	$\gamma_{c'}$	1,25
Resistencia al corte sin drenaje (c_u)	γ_{cu}	1,40
Resistencia a compresión simple (q_u)	γ_{qu}	1,40
Peso específico (γ)	γ_{γ}	1,00
Nota 1: Estos coeficientes se aplicarán solamente en el cálculo de resistencias		
Nota 2: El coeficiente correspondiente se aplica a ($\tan \varphi'$)		

A.3 Coeficientes parciales para la comprobación de los estados límite estructurales (STR) y geotécnicos (GEO)

A.3.1 Coeficientes parciales para las acciones (γ_F) o los efectos de las acciones (γ_E)

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO), se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales de las acciones γ_F o de los efectos de las acciones γ_E .

- γ_G para las acciones permanentes, desfavorables o favorables;
- γ_Q para las acciones variables, desfavorables o favorables.

Los valores de dichos coeficientes parciales, en la comprobación de los estados límite últimos tipo STR/GEO, excepto el estado límite último de estabilidad global se recogen en la Tabla A.3.a. (Conjunto A1).

Tabla A.3.a: Coeficientes parciales γ_F aplicables a las acciones o γ_E aplicables a los efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último tipo STR/GEO, excepto el estado límite último de estabilidad global (Conjunto A1)

Tipo de estructura	Tabla de referencia
Estructuras de edificación	Tabla AN/3 (Tabla A1.2(B)) “ <i>Valor de cálculo de las acciones (STR/GEO) (Conjunto B)</i> ”, del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1
Puentes de carretera y de ferrocarril y pasarelas	Tabla AN/9 (Tabla A2.4(B)) “ <i>Valor de cálculo de las acciones (STR/GEO) (Conjunto B)</i> ”, del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1

Por su parte, los valores de dichos coeficientes parciales, en la comprobación del estado límite último de estabilidad global de tipo STR/GEO se recogen en la Tabla A.3b. (Conjunto A2).

Tabla A.3 b: Coeficientes parciales γ_F aplicables a las acciones o γ_E aplicables a los efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último tipo STR/GEO de estabilidad global (Conjunto A2)

Acción		Símbolo	Valor
Permanente	Desfavorable	γ_G	1,0
	Favorable		1,0
Variable	Desfavorable	$\gamma_Q^{(1)}$	1,3
	Favorable		0
Nota 1: De acuerdo a 2.4.7.3.4.4. (Nota 2) este coeficiente se aplica a las acciones actuantes sobre el terreno (por ejemplo: las cargas estructurales o las cargas de tráfico)			

A.3.2 Coeficientes parciales aplicables a los parámetros geotécnicos (γ_M)

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO) se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales aplicables a los parámetros geotécnicos γ_M :

- $\gamma_{\phi'}$ se aplica a la tangente del ángulo de rozamiento interno, en términos de tensiones efectivas;
- γ_c se aplica a la cohesión efectiva;
- γ_{cu} se aplica a la resistencia al corte sin drenaje;
- γ_{qu} se aplica a la resistencia a compresión simple;
- γ_γ se aplica al peso específico.

Los valores de dichos coeficientes parciales, en la comprobación de los estados límite últimos tipo STR/GEO, excepto en los análisis de estabilidad global (Conjunto M1), se recogen en la Tabla A.4a.

Tabla A.4a: Coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite últimos de tipo STR/GEO, excepto en el estado límite último de estabilidad global (Conjunto M1)

Parámetro geotécnico	Símbolo	Valor
Ángulo de rozamiento interno en efectivas ⁽¹⁾ (φ)	$\gamma_{\varphi'}$	1,0
Cohesión efectiva (c')	$\gamma_{c'}$	1,0
Resistencia al corte sin drenaje (c_u)	γ_{c_u}	1,0
Resistencia a compresión simple (q_u)	γ_{q_u}	1,0
Peso específico (γ)	γ_{γ}	1,0
Nota 1: El coeficiente correspondiente se aplica a ($\tan \varphi'$)		

Por su parte, los valores de dichos coeficientes parciales, en la comprobación de los estados límite últimos tipo STR/GEO de estabilidad global (Conjunto M2), se recogen en la Tabla A.4b.

Tabla A.4b: Coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, en situaciones persistentes, transitorias y accidentales, en la comprobación del estado límite último de estabilidad global (Conjunto M2)

Estado Límite Último	Actuación	Situación de proyecto ⁽¹⁾	γ_M			
			c' ⁽²⁾	$\text{tg}\varphi'$ ⁽²⁾	c_u ⁽²⁾	γ_{ap}
Estabilidad global sin estructura en coronación o talud	<ul style="list-style-type: none"> Taludes de desmonte de nueva ejecución⁽³⁾ Rellenos compactados (tipo terraplén, pedraplén y todo-uno) Infraestructuras hidráulicas de menor importancia (pequeñas presas y balsas clasificadas como C) 	Persistente	1,40	1,40	1,40	1,0
		Transitoria	1,25	1,25	1,25	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0
Estabilidad global con estructura	Estructuras en obras viarias	Persistente	1,50	1,50	1,50	1,0
		Transitoria	1,50	1,50	1,50	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0

en coronación o talud ⁽⁴⁾	Estructuras en obras marítimas o portuarias	Persistente	1,40	1,40	1,40	1,0
		Transitoria	1,40	1,40	1,40	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0
	Estructuras de edificación	Persistente	1,80	1,80	1,80	1,0
		Transitoria	1,80	1,80	1,80	1,0
		Accidental	1,30	1,30	1,30	1,0

Notas aclaratorias:

Nota 1: La situación persistente se debe entender como la situación correspondiente a las condiciones normales durante la vida útil de diseño. La situación transitoria corresponde a las fases de construcción o a taludes y terraplenes provisionales. Por su parte, en el estado límite último de estabilidad global de estructuras, se utilizarán, como cargas actuantes en el cálculo, las correspondientes a dicha situación transitoria [Cláusulas 1.5.2.3 y 1.5.2.4 de UNE-EN 1990].

Nota 2: Los valores de los coeficientes parciales γ_M correspondientes a $c', tg \varphi'$ y c_u podrán reducirse hasta un 7%, cuando las repercusiones sociales, ambientales y económicas de la rotura sean reducidas.

Nota 3: La comprobación de la seguridad de la reparación de taludes, cuando los parámetros del terreno se obtengan mediante "cálculos retrospectivos de estabilidad", con toma de nuevos datos in situ, se puede realizar con valores inferiores a los indicados en esta tabla [Cláusula 11.5.1.(8) de UNE-EN 1997-1].

Nota 4: El equilibrio global de una obra o estructura situada sobre una ladera natural, cuyas condiciones iniciales de estabilidad sean precarias, debe considerarse una actuación de Categoría Geotécnica 3, por lo que estos valores pueden no ser de aplicación. [Cláusula 2.1.(21) de UNE-EN 1997-1].

A.3.3 Coeficientes parciales de resistencias (γ_R)**A.3.3.1 Coeficientes parciales de resistencia (γ_R) para las cimentaciones directas**

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO), en los cálculos de cimentaciones directas, se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales de resistencia (γ_R):

- $\gamma_{R;v}$ para el hundimiento;
- $\gamma_{R;h}$ para la resistencia al deslizamiento por la base.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.5.

Tabla A.5: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de cimentaciones directas (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	2,15	1,85
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	1,10	1,10

A.3.3.2 Coeficientes parciales de resistencia (γ_R) para las cimentaciones por pilotes

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO), en los cálculos de cimentaciones por pilotes, se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales de resistencia (γ_R):

- γ_b para la resistencia por punta;
- γ_s para la resistencia por fuste, en pilotes a compresión;
- γ_t para la resistencia total/combinada, en pilotes a compresión;
- $\gamma_{s,t}$ para la resistencia por fuste, en pilotes a tracción.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.6, para pilotes hincados, en la Tabla A.7, para pilotes perforados, y en la Tabla A.8, para pilotes de barrena continua (CFA).

Tabla A.6: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes hincados (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55 ⁽¹⁾	1,25 ⁽¹⁾
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55 ⁽¹⁾	1,05 ⁽¹⁾
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40 ⁽²⁾	1,15 ⁽²⁾
Fuste (pilotes a tracción) ⁽³⁾	$\gamma_{s,t}$	1,80 ⁽⁴⁾	1,05 ⁽⁴⁾
Nota 1: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8)			
Nota 2: Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las Tablas A.9, A.10 y A.11.			
Nota 3: Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión)			
Nota 4: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.3.3(6)			

Tabla A.7: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes perforados (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55 ⁽¹⁾	1,35 ⁽¹⁾
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55 ⁽¹⁾	1,10 ⁽¹⁾
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40 ⁽²⁾	1,25 ⁽²⁾
Fuste (pilotes a tracción) ⁽³⁾	$\gamma_{s,t}$	1,80 ⁽⁴⁾	1,10 ⁽⁴⁾
Nota 1: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8)			

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Nota 2: Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las Tablas A.9, A.10 y A.11.			
Nota 3: Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión)			
Nota 4: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.3.3(6)			

Tabla A.8: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55 ⁽¹⁾	1,45 ⁽¹⁾
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55 ⁽¹⁾	1,15 ⁽¹⁾
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40 ⁽²⁾	1,30 ⁽²⁾
Fuste (pilotes a tracción) ⁽³⁾	$\gamma_{s,t}$	1,80 ⁽⁴⁾	1,15 ⁽⁴⁾
Nota 1: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8)			
Nota 2: Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las Tablas A.9, A.10 y A.11.			
Nota 3: Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión)			
Nota 4: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.6.3.3(6)			

A.3.3.2 Coeficientes de correlación (ξ) para las cimentaciones por pilotes

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO) en los cálculos de cimentaciones por pilotes, se deben aplicar los siguientes

coeficientes de correlación (ξ), para obtener el valor característico de la resistencia de los pilotes bajo carga axil.

- ξ_1 se aplica al valor medio de las resistencias medidas en ensayos de carga estática;
- ξ_2 se aplica al valor mínimo de las resistencias medidas en ensayos de carga estática;
- ξ_3 se aplica al valor medio de las resistencias calculadas a partir de los resultados de ensayos de campo;
- ξ_4 se aplica al valor mínimo de las resistencias calculadas a partir de los resultados de ensayos de campo;
- ξ_5 se aplica al valor medio de las resistencias medidas en ensayos de carga dinámica;
- ξ_6 se aplica al valor mínimo de las resistencias medidas en ensayos de carga dinámica.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en las Tablas A.9, A.10 y A.11.

Tabla A.9: Coeficientes de correlación ξ para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión a partir de ensayos de carga estática en pilotes

ξ para n =	1	2	3	4	≥ 5
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00
n: número de pilotes ensayados					

Tabla A.10: Coeficientes de correlación ξ para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión a partir de resultados de ensayos de campo⁽¹⁾

ξ para n =	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
ξ_4	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08
n: número de perfiles de ensayo							
Nota (1): Se refiere fundamentalmente a ensayos de campo realizados en el interior de sondeos (como por ejemplo SPT, ensayo de molinete o ensayo presiométrico) y a ensayos de penetración estática continua, tipo CPT o CPTU.							

Tabla A.11: Coeficientes de correlación ξ para obtener el valor característico de la resistencia última a compresión a partir de ensayos dinámicos de impacto^{a,b,c,d,e}

ξ para n =	≥ 2	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20
ξ_5	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40
ξ_6	1,50	1,35	1,30	1,25	1,25
n: número de pilotes ensayados					
<p>^a Los valores ξ de la tabla son válidos para ensayos dinámicos de impacto.</p> <p>^b Los valores ξ pueden multiplicarse por un coeficiente de modelo 0,85 se se utilizan ensayos dinámicos de impacto con contraste de señal.</p> <p>^c Los valores ξ deberían multiplicarse por un coeficiente de modelo 1,10 cuando se use una fórmula de hincas de pilotes con mediciones del desplazamiento cuasi-elástico de la cabeza del pilote durante el impacto.</p> <p>^d Los valores ξ deberían multiplicarse por un coeficiente de modelo 1,20 cuando se use una fórmula de hincas de pilotes sin medición del desplazamiento cuasi-elástico de la cabeza del pilote durante el impacto.</p> <p>^e Si existen diferentes pilotes en la cimentación, para seleccionar el número n de pilotes ensayados, se deberían considerar separadamente los grupos de pilotes similares.</p>					

A.3.3.4 Coeficientes parciales de resistencia (γ_R) para anclajes

(1) Veáse el apartado A.6

A.3.3.5 Coeficientes parciales de resistencia (γ_R) para las estructuras de contención

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO) en los cálculos de las estructuras de contención, se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales de resistencia (γ_R):

- $\gamma_{R,v}$ para el hundimiento;
- $\gamma_{R,h}$ para la resistencia al deslizamiento por la base;.
- $\gamma_{R,e}$ para el empuje pasivo.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.13.

Tabla A.13: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Ver Tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Ver Tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas ⁽¹⁾	$\gamma_{R,e}$	1,10	1,10
Empuje pasivo en muros ⁽¹⁾	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

Nota 1: En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en la Cláusula 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

A.3.3.6 Coeficientes parciales de resistencia (γ_R) para los taludes y la estabilidad global

(1)P Para la comprobación de los estados límite últimos estructurales (STR) y geotécnicos (GEO) en los cálculos de taludes y de estabilidad global, se debe aplicar el coeficiente parcial de resistencia al esfuerzo cortante del terreno ($\gamma_{R:e}$).

El valor de dicho coeficiente parcial se recoge en la Tabla A.14.

Tabla A.14: Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de taludes y de estabilidad global (Conjunto R3)

Resistencia	Símbolo	Valor
Resistencia al esfuerzo cortante del terreno	$\gamma_{R,e}$	1,0

A.4 Coeficientes parciales para la comprobación de los estados límite de subpresión (UPL)

(1)P Para la comprobación de los estados límite de subpresión (UPL) se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales a las acciones (γ_F):

- $\gamma_{G,dst}$ para las acciones permanentes desestabilizadoras (desfavorables);
- $\gamma_{G,stab}$ para las acciones permanentes estabilizadoras (favorables);
- $\gamma_{Q,dst}$ para las acciones variables desestabilizadoras (desfavorables).

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.15.

Tabla A.15: Coeficientes parciales γ_F aplicables a las acciones, en la comprobación de los estados límite último de tipo UPL

Tipo de estructura	Acción	Símbolo	Valor
Estructuras de edificación	Permanente		
	Desfavorable (desestabilizadora)	γ_G	1,0
	Favorable (estabilizadora)		0,9
	Variable		
	Desfavorable (desestabilizadora)	γ_Q	1,5
	Favorable (estabilizadora)		0
Puentes de carretera y de ferrocarril y pasarelas	Tabla AN/8 (Tabla A2.4(A)) “Valor de cálculo de las acciones (EQU) (Conjunto A)”, del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1, salvo los valores de las acciones permanentes de peso propio y carga muerta, de efecto desestabilizador, que toman valor 1,0.		

(2) P Para la comprobación de los estados límite de subpresión (UPL) se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos, cuando se consideren las resistencias del terreno:

- γ_ϕ se aplica a la tangente del ángulo de rozamiento interno, en términos de tensiones efectivas;

- $\gamma_{c'}$ se aplica a la cohesión efectiva;
- γ_{cu} se aplica a la resistencia al corte sin drenaje;
- $\gamma_{s;t}$ se aplica a la resistencia a tracción de un pilote;
- γ_a se aplica a la resistencia de un anclaje.

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.16.

Tabla A.16: Coeficientes parciales γ_M aplicables a los parámetros geotécnicos y γ_R aplicables a las resistencias, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite de subpresión (UPL)

Parámetro del suelo	Símbolo	Valor
Ángulo de rozamiento interno en efectivas ⁽²⁾ (φ)	$\gamma_{\varphi'}$	2,0 ⁽²⁾
Cohesión efectiva (c')	$\gamma_{c'}$	2,0 ⁽²⁾
Resistencia al corte sin drenaje (c_u)	γ_{cu}	2,0 ⁽²⁾
Resistencia a tracción de pilotes	$\gamma_{s;t}$	⁽³⁾
Resistencia de anclajes ⁽²⁾	$\gamma_a; ULS$	⁽⁴⁾
Nota 1: El coeficiente correspondiente se aplica a ($\tan \varphi'$)		
Nota 2: Estos coeficientes se aplicarán solamente cuando se consideren las resistencias del terreno		
Nota 3: Ver Tablas A-6, A-7 y A-8		
Nota 4: Ver Tabla A-19		

A.5 Coeficientes parciales para la comprobación de los estados límite de levantamiento hidráulico del terreno (HYD)

(1)P Para la comprobación de los estados límite de levantamiento hidráulico del terreno (HYD) se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales a las acciones (γ_F):

- $\gamma_{G,dst}$ para las acciones permanentes desestabilizadoras (desfavorables);
- $\gamma_{G,stab}$ para las acciones permanentes estabilizadoras (favorables);

- $\gamma_{Q,dst}$ para las acciones variables desestabilizadoras (desfavorables).

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.17.

Tabla A.17: Coeficientes parciales γ_F aplicables a las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en la comprobación de los estados límite último tipo HYD

Tipo de estructura	Acción	Símbolo	Valor
Estructuras de edificación	Permanente		
	Desfavorable (desestabilizadora)	γ_G	1,35
	Favorable (estabilizadora)		0,65
	Variable		
	Desfavorable (desestabilizadora)	γ_Q	1,50
	Favorable (estabilizadora)		0
Puentes de carretera y de ferrocarril y pasarelas	Tabla AN/9 (Tabla A2.4(B)) "Valor de cálculo de las acciones (STR/GEO) (Conjunto B)", del Anejo Nacional AN/UNE-EN 1990/A1, salvo los valores de las acciones permanentes de efecto favorable que toman valor 0,9.		
NOTA: Estos coeficientes parciales serán de aplicación únicamente con la expresión (2.9b) de la cláusula 2.4.7.5.			

A.6 Coeficientes parciales de resistencia, coeficientes de correlación, criterios límite para los estados límite último y de servicio y número de ensayos de investigación/adequación para anclajes.

(1)P Para la determinación de las acciones y de los efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en los estados límite último y de servicio, se debe aplicar el siguiente coeficiente parcial:

- γ_{Serv} en $F_{\text{Serv};k}$

Los valores de dicho coeficiente parcial se recogen en la Tabla A.18.

Tabla A.18: Coeficiente parcial γ_{Serv} aplicable a las acciones o a los efectos de las acciones, en situaciones persistentes y transitorias, en el estado límite último y de servicio, en el cálculo de anclajes

Estado límite	Símbolo	Tipo de anclaje	Valor
Último (eq. 8.3)	γ_{Serv}	Permanente	1,50
		Provisional	1,20
NOTA: El valor indicado de γ_{Serv} es de aplicación en todos los enfoques de proyecto			

(2)P Para la comprobación de los anclajes, en los estados límite últimos STR, GEO y UPL, se debe aplicar el siguiente coeficiente parcial:

- $\gamma_{a; \text{ULS}}$ en $R_{\text{ULS}; k}$

Los valores de dicho coeficiente parcial se recogen en la Tabla A.19.

Tabla A.19: Coeficiente parcial $\gamma_{a; \text{ULS}}$ aplicable a las resistencias, en estado límite último, en el cálculo de anclajes (Conjunto R2)

Símbolo	STR/GEO	UPL
$\gamma_{a; \text{ULS}}$	1,1	1,4

(3)P Para la comprobación de los métodos de ensayo de anclajes, en los estados límite último y de servicio, se deben aplicar los siguientes coeficientes parciales:

- ξ_{ULS} en $(R_{\text{ULS}; m})_{\text{min}}$

- $\gamma_{a; \text{acc}; \text{ULS}}$ en $E_{\text{ULS}; d}$

- $\gamma_{a; \text{acc}; \text{SLS}}$ en $F_{\text{Serv}; k}$

Los valores de dichos coeficientes parciales se recogen en la Tabla A.20.

Tabla A.20: Valores de diferentes coeficientes, dependientes del método de ensayo en anclajes, en el estado límite último y de servicio, en el cálculo de anclajes

Símbolo	Ecuación	Método de ensayo ^(a)		
		1	2	3
ξ_{ULS}	8.6	1,0 ^(b)	1,0 ^(b)	1,0
$\gamma_{a;\text{SLS}}$	8.10	NA	1,0	1,2 ^(c)
n	---	3	3	2
$\gamma_{a;\text{acc};\text{ULS}}$	8.13	1,1	1,1	NA
$\gamma_{a;\text{acc};\text{SLS}}$	8.14	NA	1,0	1,25 ^(c)
Leyenda : NA = No aplicable				
^a Para una descripción de los métodos de ensayo, véase la Norma EN ISO 22477-5 ^b Este valor se aplica si en los ensayos de aceptación realizados en todos los anclajes (carga de ensayo de Ec. 8.13) se asegura que $E_{\text{ULS},d} \leq R_{\text{ULS}}$ ^c Los valores dados son de aplicación a anclajes permanentes				

(4)P Para la comprobación de los ensayos de investigación, adecuación y aceptación, en situaciones persistentes y transitorias, en los estados límite último y de servicio, los anclajes deben satisfacer los criterios límite recogidos en la Tabla A.21.

Tabla A.21: Criterios límite para los ensayos de investigación, idoneidad y aceptación en anclajes, en situaciones persistentes y transitorias, en los estados límite último y de servicio

Método de ensayo ^(a)	Criterio límite	Ensayos de investigación y adecuación		Ensayos de aceptación	
		ULS (Ec. 8.5)	SLS (Ec. 8.8)	ULS (Ec. 8.13)	SLS (Ec. 8.14)
1	α_1	2 mm	0,01 Δ_e ^c / NA ^d	2 mm	0,01 Δ_e ^c / NA ^d

Método de ensayo ^(a)	Criterio límite	Ensayos de investigación y adecuación		Ensayos de aceptación	
2 ^b	k ₁	2 % por log de ciclo de tiempo	2 % por log de ciclo de tiempo	2 % por log de ciclo de tiempo	2 % por log de ciclo de tiempo
3	α ₃	5 mm	NA (usar P _c)	NA	1,5 mm ^e

Leyenda: NA = No aplicable; α₁: índice de fluencia; k₁: ratio de la pérdida de carga; α₃: índice de fluencia

^a Para una descripción de los métodos de ensayo, véase la Norma EN ISO 22477-5.

^b Tiempos de observación de la pérdida de carga de acuerdo con la tabla H.1, Anexo H, de la Norma EN ISO 22477-5

^c $\Delta_e = (F_{serv,k} \times \text{longitud libre del tendón}) / (\text{área del tendón} \times \text{módulo elástico del tendón})$

^d El valor sólo es aplicable cuando se lleven a cabo ensayos SLS

^e Valores aplicables a anclajes permanentes; para anclajes temporales, σ₃=1,8 mm

AN.3 Decisión sobre la aplicación de los Anejos Informativos

Los Anejos C, D, E, F, G, H y J tienen carácter informativo.

AN.4 Información complementaria no contradictoria (NCCI)

Este Anejo Nacional recoge la siguiente información complementaria no contradictoria que puede ser utilizada en España.

AN.4.1 NCCI relativo al cálculo estructural de los pilotes hormigonados in situ, sin entubación permanente

AN.4.1.1. Normativa a aplicar

El proyecto, la ejecución, la supervisión y el control de los pilotes se deben hacer de acuerdo a las normas UNE siguientes:

- UNE-EN 1536 “Ejecución de trabajos especiales de geotecnia: Pilotes perforados“ para el proyecto, la ejecución, la supervisión y el control de los pilotes.
- UNE-EN 1992-1-1 y UNE-EN 1992-2 para determinar el valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón utilizado en pilotes en edificación y puentes, respectivamente.
- UNE-EN 1997 para realizar el proyecto geotécnico de los pilotes.

AN.4.1.2. Valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón

El valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón (f_{cd}) que se debe utilizar en la comprobación de los Estados Límite Últimos de rotura estructural (STR) de los pilotes hormigonados in situ sin entubación permanente, se determinará de acuerdo a los apartados 3.1.6, 2.4.2.4 y 2.4.2.5 de la UNE-EN 1992-1-1, para edificación, y los mismos apartados de la UNE-EN 1992-2, para puentes, mediante la siguiente expresión:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc}}{\gamma_c \cdot K_f} f_{ck}$$

Siendo:

- α_{cc} coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión del hormigón y los efectos desfavorables de la manera en que se aplica la carga, cuyo valor se indica en el apartado 3.1.6 del Anejo Nacional de las normas UNE-EN 1992-1-1 y UNE-EN 1992-2.
- f_{ck} valor característico de la resistencia a compresión del hormigón. Para su consideración en la comprobación de los Estados Límite Últimos de rotura estructural (STR) en pilotes hormigonados *in situ*, se tomará siempre un valor menor o igual que 35 MPa.

- γ_c coeficiente parcial de resistencia del hormigón, según el apartado 2.4.2.4 del Anejo Nacional de la UNE-EN 1992-1-1.
- k_f coeficiente que multiplica al coeficiente parcial de seguridad de hormigón para la obtención de la resistencia de pilotes hormigonados *in situ* sin encamisado permanente (apdo. 2.4.2.5 de la UNE-EN 1992-1-1).

El valor de k_f será el indicado en el Anejo Nacional a la UNE-EN_1992-1-1.

AN.4.1.3. Valor de cálculo del diámetro del pilote

En la comprobación de los Estados Límite Últimos de rotura estructural (STR) de los pilotes hormigonados *in situ*, sin entubación permanente, el valor de cálculo del diámetro del pilote (d_d) se determinará de acuerdo a las expresiones recogidas en el apartado 2.3.4.2 (2) de UNE EN 1992-1. El valor de cálculo de la sección transversal del pilote se obtendrá a partir del valor de cálculo del diámetro del pilote.

En la comprobación de los Estados Límite Últimos tipo GEO, el valor de cálculo del diámetro del pilote podrá tomarse igual a su valor nominal.

AN.4.1.4. Notas aclaratorias

- a) El valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón (f_{cd}), anteriormente indicado, no es equivalente al valor del “tope estructural”, comúnmente utilizado en España.
- b) El valor del tope estructural se puede equiparar, teniendo en cuenta las bases de cálculo del EC-7, al límite que se puede imponer a la “tensión media de compresión que actúa sobre la sección nominal del pilote para la combinación casi-permanente de acciones”, lo que representa una comprobación en Estado Límite de Servicio.

De acuerdo con la UNE-EN 1990 (ec. 6.16 b), la hipótesis casi-permanente de acciones se define mediante la siguiente expresión:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2,j} Q_{k,j}$$

Donde:

$G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente j

P valor representativo pertinente de la acción del pretensado

$Q_{k,j}$ valor casi-permanente de cada acción variable j

$\psi_{2,j}$ factor de simultaneidad de cada acción variable j . Su valor será indicado en el Anejo Nacional de la UNE-EN 1990.

- c) Queda al criterio del ingeniero proyectista la posible limitación de dicha “tensión media de compresión que actúa sobre la sección del pilote para la combinación casi-permanente de acciones”. Dicha posible limitación debería hacerse teniendo en cuenta

fundamentalmente el diámetro y tipo del pilote y el tipo de terreno en el que se excava, aunque también se debe considerar la intensidad del control de la integridad de los pilotes y el número de pilotes por encepado.

- d) Los valores recomendados, según la práctica geotécnica habitual española, para el límite superior de dicha “tensión media de compresión que actúa sobre la sección del pilote para la combinación casi-permanente de acciones ($\sigma_{c,m}$)”, equiparable al denominado “tope estructural”, se recogen en las tablas siguientes.

Tabla A.22a: Valores usuales de la tensión media de compresión que actúa sobre la sección del pilote para la combinación casi-permanente de acciones (para estructuras de edificación)

Tipo de pilote	$\sigma_{c,m}$ (MPa)	
	Tipo de apoyo	
	Suelo firme	Roca
Entubados	5,0	6,0
Ejecutado con lodos	4,0	5,0
Ejecutado en seco	4,0	5,0
Barrenado sin control de parámetros	3,5	---
Barrenado con control de parámetros	4,0	---

Tabla A.22b: Valores usuales de la tensión media de compresión que actúa sobre la sección del pilote para la combinación casi-permanente de acciones (para otras estructuras)

Tipo de pilote ⁽¹⁻²⁾	$\sigma_{c,m}$ (MPa)
Ejecutado con entubación recuperable ⁽³⁾	6,0
Ejecutado con lodos ⁽³⁾ Ejecutado en seco ⁽³⁾	5,0
Barrenado con control de parámetros	4,5
Barrenado sin control de parámetros	4,0

Nota 1: En los pilotes de diámetro inferior a 60 cm, $\sigma_{c,m}$ se suele limitar a 4,0 MPa.
Nota 2: En los pilotes de diámetro igual o inferior a 80 cm o aquellos que estén en encepados formados por uno o dos pilotes, $\sigma_{c,m}$ se suele limitar a 5,0 MPa.
Nota 3: Cuando estén dispuestos en encepados de 6 pilotes o más, $\sigma_{c,m}$ se podrá aumentar en un 25%.

De forma complementaria, los valores usuales en la práctica geotécnica habitual española de dicha “tensión media de compresión que actúa sobre la sección del pilote para la combinación casi-permanente de acciones ($\sigma_{c,m}$)”, para pilotes hincados y metálicos, se indican en las siguientes expresiones:

- Pilotes de hormigón armado: $\sigma_{c,m} = 0,3 \cdot f_{ck}$
- Pilotes de hormigón pretensado: $\sigma_{c,m} = 0,3 \cdot (f_{ck} - 0,9 f_p)$
- Pilotes metálicos: $\sigma_{c,m} = 0,33 \cdot f_{yk}$

Siendo f_{ck} es el valor característico de la resistencia a compresión del hormigón, f_p es la compresión nominal provocada por las armaduras activas y f_{yk} es el límite elástico del acero.

AN.4.2 NCCI relativo a la determinación de la resistencia al arrancamiento de anclajes mediante cálculos

Se permite la determinación de la resistencia al arrancamiento de anclajes mediante cálculos, de acuerdo a la práctica habitual española.